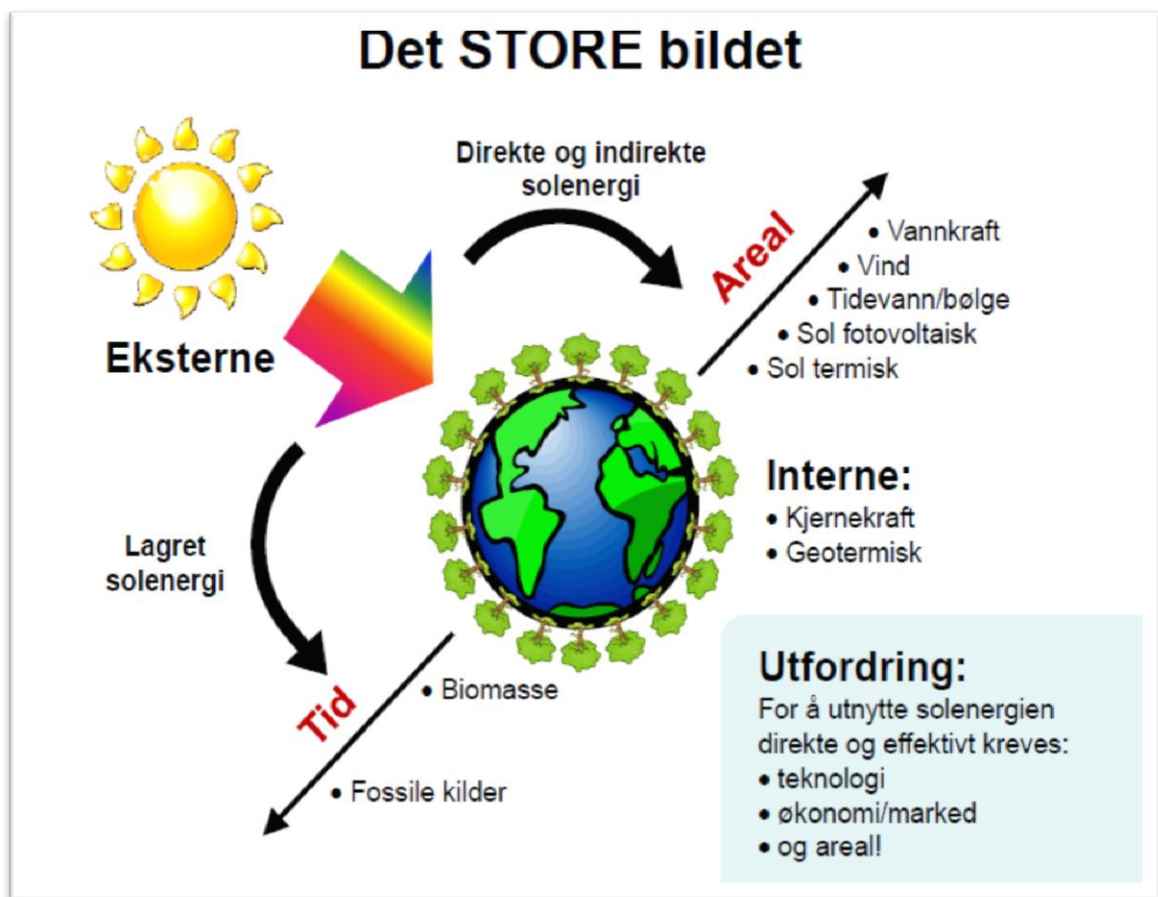


Energiskolene

En samling undervisningsforløp skrevet av
kursdeltakere på videreutdanningskurset
Energilandskapet 2015



Copyright: Anders Elverhøi og Vebjørn Bakken

Forord

Dette heftet består av 9 undervisningsforløp utviklet av deltakerne på videreutdanningskurset «Energilandskapet». Kurset ble arrangert av Skolelaboratoriet ved NTNU i samarbeid med Naturfagsenteret gjennom prosjektet Energiskolene.

Energiskolene er en satsing av Olje- og energidepartementet, og er organisert som et prosjekt ved Naturfagsenteret. Ideen til kurset oppsto da Naturfagsenteret, gjennom prosjektet Energiskolene, ønsket å tilby et videreutdanningskurs for lærere og henvendte seg til Skolelaboratoriet i Trondheim. En gruppe bestående av Hilde Ervik (Naturfagsenteret) og Frode Øren og Peter van Marion (Skolelaboratoriet NTNU), tok på seg det faglige ansvaret for å utvikle «et kurs for lærere som ville vite mer om energi og klima enn det som står i avisene og lærebøkene». Kurset på i alt 15 studiepoeng ble gjennomført i 2014-2015.

For å sikre at kurset skulle gi deltakerne «mer enn det som står i avisene og lærebøkene», ble det lagt vekt på å hente inn fagpersoner som hver for seg representerte forskningsfronten innen sitt spesialområde. Kursets forelesere og veiledere kom blant annet fra NTNU, SINTEF, Universitet i Oslo, ENOVA og Miljødirektoratet.

Deltakerne i modul 2 av kurset fikk i oppdrag å velge et faglig fordypningstema med naturfaglig vinkling og satt inn i et samfunnsfaglig perspektiv, samt et undervisningsforløp innen temaet. Hver deltaker ble koblet til en fagperson som fungerte som veileder for kursdeltakeren i arbeidet med å fordype seg innen det valgte temaet. Deltakerne skrev hver sin fagartikkel samt et undervisningsforløp innen temaet. Begge dokumenter inngikk i sluttvurderingen på kurset. Undervisningsoppleggene som deltakerne har utviklet, er samlet her.

Vi takker foreleserne på kurset for inspirerende foredrag med både stor bredde og dybde, og vi takker fagveilederne for entusiastisk og grundig oppfølging av kursdeltakerne.

Til slutt vil vi takke kursdeltakerne for positiv deltakelse og iherdig skriveinnsats. Ved at fagartiklene og undervisningsforløpet gjøres tilgjengelig, bidrar de til å spre oppdatert kunnskap om energi og klimaet, noe som kan være et godt supplement til det som står i avisene og lærebøkene.

Trondheim, januar 2016

Hilde Ervik
Naturfagsenteret
Skolelaboratoriet NTNU

Peter van Marion
Skolelaboratoriet NTNU

Innholdsfortegnelse

Forord	3
Varmepumpe og solceller. Karen Hagland Øren	7
Fjernvarme. Bernhard Hesthag	11
Fjernvarme. Synnøve Engdal Ekroll	17
Fjernvarme. Gro Sjøvik	21
Sol- og bioenergi. Lise Bjerkestrand Skaret	25
Batteri. Ellinor Kvamen	29
Varmepumpe. Hanne Beate Hilsen og Line Johnsen	33
Bioenergi og fjernvarmeanlegg. Christine Norum Steinsli	39
Bioenergi. Vigdis Jonsen og Gjertrud Jenssen	43

Tekst: Karen Hagland Øren

Undervisningsforløp – Oseana – en energibedrift

Et samarbeid mellom Os Vidaregåande Skule og Oseana Kunst og Kultursenter

Sammendrag

Som en del av studiet Energilandskapet ved NTNU, skulle jeg bruke en bedrift som en del av kunnskapsformidlingen innen læreplanmål fra et fag jeg underviser i.

Valget falt på Oseana Kunst og Kultursenter, et bygg i lokalmiljøet som har vunnet flere priser for sine valg av fornybare energiløsninger. Bygget hadde, da det stod ferdig i 2011, Norges største solcellepanel integrert i fasaden. Dette, i tillegg til varmepumper i Bjørnafjorden skulle gjøre bygget nært selvforsynt med energi.

Elevene jeg underviser i naturfag på VG1 har bl.a. læreplanmål som omhandler solceller og varmepumper. Dette kan lett bli svært teoretisk i klasserommet. Et besøk i en bedrift som bruker disse løsningene i sin energiforsyning ville være med på å konkretisere dette, samt gi refleksjoner rundt energiforsyning/energiforbruk/bærekraft.

Det ble opprettet kontakt med bedriften der læreplanmål ble lagt fram slik at besøket skulle gi best mulig utbytte i forhold til dette. På skolen ble det gjort relevant for- og etterarbeid i forhold til målsettingen.

Læreplan: Naturfag VG1-Y

Hovedområde: Energi for framtiden: Kompetansemål:

- gjøre forsøk med solceller, solfangere og varmepumper, forklare hovedtrekk i virkemåten og gjøre enkle beregninger av virkningsgraden

Hovedområde: Bærekraftig utvikling: Kompetansemål:

- gjøre rede for begrepet bærekraftig utvikling
- kartlegge egne forbruksvalg og argumentere faglig og etisk for egne forbruksvalg som kan bidra til bærekraftig forbruksmønster

Forarbeid

I tiden før besøket på Oseana hadde vi Energi for framtiden og Bærekraftig utvikling som tema i naturfag. Dette innebar bl.a. gjennomgang av:

- Virkemåte til solcelle og varmepumpe.
- Ulike typer varmepumper.
- Virkningsgrad
- Energi og klimasituasjonen i verden, Norge.
- Fornybare energikilder.
- Bærekraftig utvikling - forbruksvalg

Bedriften ble kontaktet i god tid på forhånd og ønsket læringsutbytte ble lagt fram. I uken før besøket, fikk elevene informasjon om Oseana og hvilke energiløsninger de har valgt der. Alle elevene ble bedt om å utforme minst ett relevant spørsmål til bedriften.

Spørsmålene ble skrevet opp på tavlen og fordelt slik at hver elev hadde ansvaret for å stille minst et konkret spørsmål under besøket til bedriften.

Gjennomføring i bedrift

Informasjon

Elevene fikk først se en kort video om byggingen av Oseana. I filmen ble også energiløsningene til bygget trukket fram. Videre informerte/forklarte verten om solcellepanelet, varmepumpene, ulike byggtekniske løsninger for å spare energi, kostnader og hvilke miljøpriser bedriften hadde fått.

Det ble lagt opp til å stille spørsmål underveis, elevene brukte spørsmålene de hadde laget på forhånd men også andre spørsmål kom opp.

Omvisning

Solcelleanlegget.

Elevene ble tatt med ut ved taket for å se på solcellepanelet. Det ble der snakket om solinnstråling/strømproduksjon i forhold til vær, hvordan panelene var koblet sammen, forventet levetid til anlegget, lagring av strøm, virkningsgrad, kostnader og inntjening.

Varmepumpene.

Elevene ble tatt med ned i kjelleren som ligger under havoverflaten. Her fikk de se de store rørene som henter vann fra sjøen utenfor bygget. De fikk også se og forklart hvordan dette ble brukt i vann-til-vann og vann-til-luft – varmepumper. Her ble det også en diskusjon om påvirkning av livet i sjøen utenfor, om badetemperaturen i badeviken, virkningsgrad og hvor mye strøm Oseana sparer ved å bruke varmepumper.

Kontrollrom.

Elevene fikk komme inn på byggets kontrollrom der energiinntak og –uttak styres og leses av. Elevene fikk vite at evt. overproduksjon av strøm fra solcelleanlegget ble sendt ut på strømmettet og at Oseana fikk betalt for dette.

Skjerm i foaje.

Elevene ble tatt med for å lese av verdier for strømproduksjon, strømforbruk, varmepumpenes virkningsgrad og sparte kostnader ved dette på dags- og årsbasis. Under hele omvisningen stilte elevene spørsmål og noterte svar.

Etterarbeid.

I ettertid hadde vi en oppsummering av besøket.

Vi gikk igjennom alle spørsmål som var utformet før besøket og svarene som ble gitt. Vi tok også med andre spørsmål som var stilt, samt annen kunnskap elevene satt igjen med etter besøket. Vi besøkte nettstedet Sunnyportal.com som til enhver tid viser strømproduksjon for Oseana. Her kunne vi finne produksjonen på dagen for besøket, sammenlikne med andre dager og se på måneds- og årsproduksjon.

Elevene fikk så i oppgave å skrive en rapport til innlevering. Denne skulle inneholde:

- Kort om Oseana og deres valg av energisparende løsninger.
- En oppsummering der de gir svar på spørsmålene klassen hadde på forhånd og tar med annen informasjon fra besøket som er relevant i forhold til byggets energiløsninger.
- Solcelleanleggets strømproduksjon og varmepumpenes virkningsgrad på besøksdagen.
- Diskusjon: Fordeler/ulempes ved bruk av solceller og varmepumper – lokalt – nasjonalt og globalt.

Evaluerings av undervisningsforløpet

Elevene fikk se bruk av solceller og varmepumper «i virkelighetene». De fikk høre om hvordan disse energiløsningene kan være med på å redusere bruk av tilført energi på en måte som ikke medfører negative konsekvenser for miljøet. De fikk konkretisert og tallfestet hvilke innsparinger dette kan gi for et bygg som Oseana. De fikk oppleve dimensjonene og potensialet ved anleggene samt innsikt i tekniske/praktiske utfordringer rundt dem.

Elevene var godt forberedt og stilte relevante spørsmål. De var nysgjerrige på å få vite mer om dette signalbygget i sitt eget lokalsamfunn.

Oppsummeringen ved etterarbeidet på skolen var viktig. Da var det gått en uke siden besøket og en del momenter fra besøket var glemt. Alle elevene hadde heller ikke fått med seg alt som var blitt sagt under besøket, f. eks. ved varmepumpene der det var mye støy i rommet. Gjennom etterarbeidet fikk også elevene anledning til å sette valg av energiløsninger inn i et større perspektiv, ikke bare lokalt men globalt.

Elevene fikk ikke større kjennskap til detaljert virkemåte til solceller eller varmepumper, de fikk kun se de ytre faktorene rundt dette. Vi gikk heller ikke videre med utregning av verdier for virkningsgrad. Dette ville bli vanskelig da vi hadde begrenset informasjon om verdier for utregning. Vi fikk dessuten oppgitt virkningsgrader og kunne følge med på dette via Sunnyportal.com også ved senere anledninger.

Likevel synes jeg opplegget fungerte godt og at elevene hadde godt utbytte av besøket til bedriften i forhold til læreplanmålene.

Bedriften var også fornøyd med samarbeidet. De satte pris på konkrete læringsmål i forkant, at elevene var godt forberedt, stilte relevante spørsmål og var interesserte. Bedriften stilte seg positiv til videre samarbeid.

Tekst: Bernhard Hesthag

Hvorfor er det så lite snø utenfor Sandvika storsenter om vinteren?

Undervisningsforløpet er en beskrivelse av et samarbeid mellom Vøyenenga skole i Bærum og Oslofjord varme AS, <http://www.oslofjordvarme.no/>



Planleggingen og gjennomføringen er inspirert av «Mange erfaringer i mange rom», Merethe Frøyland.

Vøyenenga skole i Bærum er en skole som gjennom flere år har arbeidet med bærekraftig utvikling på mange måter.

<https://www.utdanningsforbundet.no/Hovedmeny/Grunnskole/Nyheter/Voyenenga-skole-far-Klimaprisen/>

Elevene på 8. trinn har gjennom årets Vøyenenguke (temauke om bærekraftig utvikling) lært om klimautfordringer, CO₂ utslipp og tap av biologisk mangfold.

Som en forlengelse av dette ønsker jeg at mine elever skal jobbe med et tiltak som allerede finnes for å redusere CO₂ utslipp.

Jeg vil at mine elever i 8a skal besøke og lære om et fjernvarmeanlegg som leverer fjernvarme og fjernkjøling til kontorbygg, og gatevarme i store deler av Sandvika sentrum. En stor idrettshall i skolens nærområde er og på kundelisten. Fjernvarmeanlegget utvinner varme fra avløpsvann/kloakk ved hjelp av varmepumper. Fra Oslofjord varme as får elevene en teoretisk gjennomgang av hva de driver med og et besøk i fjellanlegget der varmepumpene står.

Undervisningsforløpet er forankret i læreplanen på følgende måte:

Generell del:

Det miljøbevisste menneske:

- *Samspelet mellom økonomi, økologi og teknologi stiller vår tid overfor særlege kunnskapsmessige og moralske utfordringer for å sikre ei bærekraftig utvikling.*
- *Undervisninga må motverke oppsplitta læring. Konkret kunnskap er nødvendig, men er aleine ikkje nok - heilskapleg naturfagleg og økologisk innsikt er også nødvendig. I undervisninga må ho knytast til samfunnsfagleg innsikt i økonomi og politikk, og til etisk orientering. Elevane må lære å sjå ting i samanheng og halde overblikk - lære å skode framover i livet og utover i verda. Undervisninga må vekke deira tru på at solidarisk handling og felles innsats kan løyse dei store globale problema.*

Hovedområde i naturfag:

Forskerspiren:

- *formulere testbare hypoteser, planlegge og gjennomføre undersøkelser av dem og diskutere observasjoner og resultater i en rapport*
- *-identifisere naturfaglige argumenter, fakta og påstander i tekster og grafikk fra aviser, brosjyrer og andre medier, og vurdere innholdet kritisk*

Fenomener og stoffer:

- *forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder, og diskutere hvilke miljøeffekter som følger med ulike måter å produsere energi på*

Hovedområde i matematikk:

Måling:

- *gjøre overslag over og berekne lengd, omkrins, vinkel, areal, overflate, volum, tid, fart og massetettleik og bruke og endre målestokk*
- *velje høvelege måleiningar, forklare samanhengar og rekne om mellom ulike måleiningar, bruke og vurdere måleinstrument og målemetodar i praktisk måling og drøfte presisjon og måleusikkerheit*

Forarbeid:

Elevene hadde jobbet med ulike problemstillinger knyttet til bærekraftig utvikling gjennom et skoleprosjekt noen uker tidligere. Skal ikke gå i detalj på dette prosjektet her. Elevene fikk anledning til å gruble på hva som ligger i tittelen på dette undervisningsforløpet. Spørsmålet om snø utenfor kjøpesenteret ble diskutert i grupper og i hel klasse. Som direkte forarbeid til bedriftsbesøket hos Oslofjord varme fikk vi besøk av en representant fra bedriften. Han hadde en teoretisk gjennomgang av hva bedriften driver med og hva slags vare de selger til kundene. Han viste på kart hvor bedriften holder til, hvor de har lagt varme/kalde rør og bilder fra varmekilden; kloakken. En forenklet presentasjon av varmepumpenes virkemåte kunne han og presentere. Bedriften profilerer seg som en miljøvennlig bedrift, så han brukte noe tid på å få fram hva bedriften bidrar med i miljøsammenheng.

Gjennomføring i bedrift:

Fra skolen er det ca 30 min å gå til bedriften. Området utenfor Sandvika storsenter er i nesten samme område, så vi begynte med en gåtur mot storsenteret. Dette for å sette bedriftsbesøket i et samfunnsmessig perspektiv. Mest for bevisstgjøring om at varen Oslofjord varme selger blant annet kommer til nytte der. Senteret er et handlesenter elevene kjenner godt til, men med andre referanser enn fjernvarme. Kanskje det kan skape motivasjon og en dypere samfunnsmessig forståelse for hvor energien til oppvarming av store bygg og gateoppvarming kommer fra.

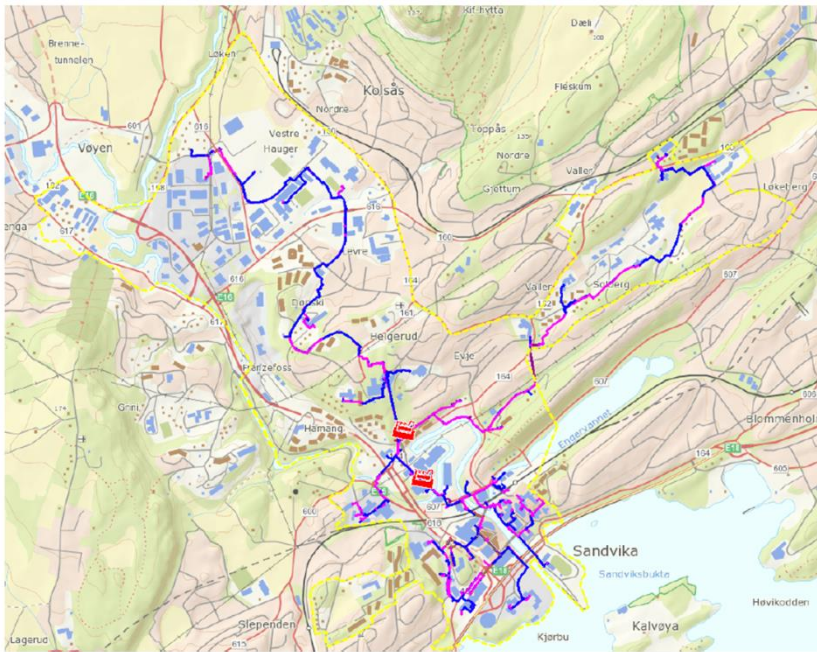
Faglig informasjon og gjennomgang ble gjort før bedriftsbesøket og i etterkant. Bedriftslokalet vi skal besøket ligger inne i et fjellanlegg med mye støy fra vannpumper og varmpumper. Det egner seg ikke for samtale. Alle elevene ble tildelt ørepropper. Men elevene var forberedt på å se store varmpumper, rørgater, fjellanlegg og «rista» der uønskede gjenstander fra kloakken blir samlet opp. Lukt og syn av kloakk skaper minner.



Rista

Etter besøket i fjellhallen gikk vi retning skolen, men via Bærum sykehus, som også mottar fjernvarme og en tur mot Bærum idrettspark som og er kunde.

Ved å gå disse rutene der rørgatene med varmtvann er nedgravd, får elevene et forhold til avstander og dimensjoner.



Vi gikk deler
av mørkeblå rute.

Etterarbeid på skolen bestod av samtale, repetisjonsspørsmål og oppgaver knyttet til matematikk.

Evaluerings av undervisningsforløpet.

Kontakten med Oslofjord varme AS har vært positiv, og jeg kan tenke meg å besøke anlegget senere med elever. Det tekniske med varmpumper er ikke så relevant i ungdomsskolen, men det å skaffe mer miljøvennlige energikilder er noe de skal lære om.

Undervisningsopplegget setter skolekunnskapen i et mer samfunnsperspektiv og gir dypere forståelse. Den eksplisitte og implisitte kunnskapen knyttes sammen. Det knytter det kjente (Sandvika storsenter) med det mer ukjente (rørgater, varmpumper). Det inneholder WOW effekter med store dimensjoner på fjellhallen, varmpumpene og kloakken. Lærer og elever fikk en felles opplevelse der ingen av oss var eksperter på forhånd. Ingen av oss hadde vært der tidligere. Det blir da en mindre autoritær undervisning der elevene kan sette ord på kunnskapen. Som lærer opplever en ofte at turer ut av skolen fører til at andre elever bidrar mer med spørsmål og virker mer interessert. Under dette undervisningsforløpet opplevde jeg at spesielt en elev var mer ivrig en tidligere. Han ble tydeligvis fasinert av store dimensjoner, tekniske anlegg og fjellhallen.

Det jeg ofte savner på slike bedriftsbesøk er at elevene sjelden får gjøre noe praktisk. De er ikke kompetente til å utføre noe arbeid der og arbeidsplassen er naturlig nok ikke beregnet for

elever. Det fører fort til mye muntlig informasjon. Jeg prøver å kompensere litt med at vi går og ser der bedriften leverer produktet sitt. Dette skaper større nærhet til kunnskapen.

Som oppsummering tror jeg elevene husker

- fjellhall, store varmepumper, kloakk, støy

- store avstander der varmt/kaldt vann fraktes

- dette skjer i deres nærområde, Sandvika storsenter, Bærum sykehus, Bærum idrettspark

Opplegget kan tilrettelegges for elever med ulik interesse. En interessert elev kan fordype seg i varmepumpens virkemåte, og andre kan jobbe mer med lengdemål, omgjøringer, dimensjoner og målestokk.

Undervisningsforløp Energilandskapet

Dette undervisningsforløpet tar utgangspunkt i en klasse på 10. trinn på Gimse ungdomsskole i Melhus kommune. I år underviser jeg denne klassen i matematikk og naturfag, samt at jeg hadde faget utdanningsvalg med denne klassen tidligere. Energibedriften jeg kontaktet er Heimdal varmesentral, som eies av Statkraft. De leverer miljøvennlig fjernvarme som dekker over 30 % av Trondheims oppvarmingsbehov. Undervisningsforløpet handler om et besøk til fjernvarmeanlegget, og tar for seg både forarbeid, selve besøket og etterarbeid, samt mine tanker i etterkant av besøket.

Læreplanmål

Ett av målene i læreplanen for naturfag etter 10. trinn er at elevene skal kunne *forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder, og diskutere hvilke miljøeffekter som følger med ulike måter å produsere energi på* (Utdanningsdirektoratet 2015). I tillegg skal elevene i faget utdanningsvalg kunne *presentere lokalt arbeids- og næringsliv og vurdere arbeidsmulighetene innenfor noen valgte utdanningsprogram og yrker*. Disse fagene legger i tillegg opp til at elevene bør besøke en bedrift. I formålet med naturfag i læreplanen blir viktigheten av utflukter til museer og bedrifter presisert. Der sies det at slike besøk vil berike opplæringen og gi rom for undring og nysgjerrighet. Siden et mål i utdanningsvalg er å kunne presentere lokalt arbeids- og næringsliv, er det viktig at elevene får dra på bedriftsbesøk.

I forbindelse med temaet energi, hvor elevene skal lære om bruk av ulike energikilder, syntes jeg det var interessant å dra på besøk til en energibedrift. For meg ville dette bedriftsbesøket være med på å dekke flere kompetansemål. Selv om jeg ikke lenger underviser i utdanningsvalg, ville jeg knytte besøket opp mot dette faget. Elevene skal gjennom dette faget lære om ulike arbeidsmuligheter og yrker, og dette er veldig relevant for elevene nå som de snart skal bestemme seg for hva de skal søke av utdanningsprogram på videregående skole.

Forarbeid

Ett av temaene elevene lærer om på 10. trinn, er fornybare og ikke-fornybare energikilder. Jeg synes det er viktig at elevene har forberedt seg på skolen først, slik at de får mest mulig utbytte av selve besøket. Ulike energikilder var derfor tema før besøket, samt at noe av undervisningen var rettet direkte mot fjernvarmeanlegget. Jeg håpte at noen forkunnskaper skulle gjøre elevene mer delaktige under besøket. Siden jeg ikke lenger underviser i faget utdanningsvalg, fikk jeg elevene til å tenke over hvilke yrkesgrupper de trodde var representert i denne bedriften i forbindelse med naturfagundervisningen. Ved å legge frem temaet på denne måten, ville jeg oppnå at elevene hadde spørsmål å stille under selve besøket.

Besøket på energibedriften

På Heimdal varmesentral er restavfall hovedkilden til oppvarming av vann. Dette vannet blir transportert til kunder og brukt til oppvarming av tappevann og vannbåren varme. Ved å bruke fjernvarme reduseres bruk av olje og elektrisk energi til oppvarming. Heimdal varmesentral er underlagt strenge miljøkrav, og de har et renseanlegg som reduserer forurensende utslipp (Statkraft 2010).

Ved å legge bedriftsbesøket til Heimdal varmesentral, fikk elevene mulighet til å lære om fjernvarme som energisystem, samt lære om ulike miljøeffekter. Selve besøket besto først og fremst av at elevene fikk en god del informasjon om fjernvarmeanlegget. Deretter fikk de en liten omvisning, der de fikk se kontrollrommet på Heimdal varmesentral. Dette er et fast program de har for skoleklasser. Noen av elevene hadde spørsmål som de fikk svar på under besøket, og flere synes det var interessant å se hvordan kontrollrommet så ut.

Etterarbeid

I etterkant av besøket ble det brukt litt tid på å bearbeide det elevene hadde lært. Alle elevene fikk i oppgave å skrive en logg der de forklarte hvordan fjernvarmeanlegget fungerer og reflekterte rundt miljøeffektene denne type oppvarming har. Deretter hadde vi en oppsummering i klassen, der elevene fikk diskutert de ulike miljøaspektene. Vi hadde også noe fokus på hvilke yrker som var representert i denne bedriften.

Evaluering

Den store fordelen med å dra på bedriftsbesøk, er at elevene får se hvordan et anlegg ser ut i virkeligheten og får et inntrykk av hvordan anlegget fungerer. Det er vanskelig å formidle det samme i et klasserom. Å lære på forskjellige typer arenaer, samt at elevene får ulike erfaringer, vil gjøre det enklere for elevene å forstå lærestoffet. Som læreplanen skriver, vil slike besøk berike opplæringen og gi rom for undring og nysgjerrighet. Jeg mener selv at elevene viste mer motivasjon for temaet når de skulle på bedriftsbesøk. Siden bygget kan sees fra skolen vår, hadde de fleste elevene lagt merke til dette bygget før jeg presenterte temaet. Noen hadde for eksempel en oppfatning av at all røyken fra denne pipen forurensar mye. Det var derfor interessant å besøke bedriften, og høre hva denne røyken består av.

Det som derimot var utfordrende, var at jeg ikke hadde vært der selv da jeg skulle planlegge besøket. Det var derfor vanskelig å vite hva jeg skulle ha fokus på i forarbeidet, og hva jeg kunne forvente meg av selve besøket. Jeg visste også lite om hvor delaktige elevene kunne være, og om det ble lagt opp til at elevene fikk stille spørsmål. Etter å ha vært på besøk, vil det nå bli enklere å planlegge en ny tur. Jeg vet nå hva jeg kan forvente av besøket, og det blir da lettere å gi en tilbakemelding til bedriften om hva jeg vil ha fokus på i neste besøk.

Om jeg skulle ha gjennomført et besøk ved en senere anledning, ville jeg prøvd å få til et samarbeid med bedriften som gjør elevene er mer aktive under besøket. En mulighet kan være å lage oppgaver som gjør at elevene må tenke som en ansatt, og samarbeide for å finne ut av noen av bedriftens utfordringer. Om elevene må anvende det de har lært for å løse mer praktiske oppgaver, vil de kunne oppleve at det de lærer er relevant. Et slikt besøk tror jeg vil føles mer meningsfullt for elevene.

Å legge deler av opplæringen på en annen læringsarena, krever både tid, planlegging og ofte ekstra utgifter. Jeg synes likevel det er viktig å prioritere dette med jevne mellomrom. Et bedriftsbesøk kan bidra til at undervisningen blir mer spennende og relevant. Jeg tror elevene vil lære mer der enn om de skulle lært om det samme på skolebenken, både i naturfag og utdanningsvalg. Samtidig som at innholdet av besøket omhandler kompetansemål fra læreplanen, vil en annen læringsarena gjøre kunnskapen mer relevant og enklere å forstå for elevene.

Tekst: Gro Søvik

Et undervisningsopplegg om avfall og energigjenvinning

Et samarbeid mellom

Returkraft AS og Mandal Videregående skole



Sammendrag

Jeg underviser på Vg1 – Restaurant og matfag ved Mandal vgs. Dette året underviser jeg i fagene: programfag, matematikk og naturfag YF.

Gjennom et samarbeid med bedriften «Returkraft AS» ønsket jeg å lage et undervisningsopplegg innen temaene avfall og energigjenvinning. Elevene skulle lære hvordan Returkraft utnytter den potensielle energien i restavfall.

Gruppen bestod av 8 elever, der 4 var fremmedspråklige, og hadde bodd mindre enn 4 år i Norge. Gjennom dette samarbeidet ønsket jeg at elevene skulle få en mer praktisk tilnærming til temaene, og bli mer bevisst sine egne forbruksvalg. Flere av dem lærer best dersom de får konkretisert lærestoffet og bedriftsbesøket var en gyllen anledning til dette.

Returkraft er et moderne forbrenningsanlegg som er lokalisert i Kristiansand. I dette anlegget gjenvinnes energien fra restavfall som kommer fra store deler av Vest-Agder. Energien gjenvinnes dels i form av elektrisk kraft og dels i form av varmt vann til fjernvarme.

Læreplan

Hovedområde:

Energi for fremtiden og bærekraftig utvikling

Kompetansemål:

«Eleven skal kunne kartlegge egne forbruksvalg og argumentere faglig og etisk for egne forbruksvalg som kan bidra til bærekraftig forbruksmønster.»

Det finnes ikke kompetansemål i læreplanene som direkte dekker den energimessige biten i dette opplegget, men jeg synes det likevel er viktig at elevene får kunnskap om denne måten å gjenvinne energi på som et ledd i temaet «energi for fremtiden»

Forarbeid

I forkant av besøket gjennomgikk elevene generell teori om energi og avfallsbehandling.

Jeg viste de i tillegg filmklippet «avfall, lys og varme», som viser hvordan energiutnyttelse av avfall er en del av løsningen for en bærekraftig fremtid, samt en info-film om prosessen ved bedriften kort tid før besøket.

Elevene fikk i oppgave å besøke bedriftens hjemmeside og skrive en kort skriftlig oppgave om hva Returkraft er. I tillegg laget elevene 5 spørsmål som de ønsket å stille under besøket.

Besvarelsene ble levert på læringsplattformen it's learning.

Gjennomføring i bedrift

Ved mottagelsen på anlegget fikk vi en muntlig presentasjon om bedriften, samt se en film om anlegget. Elevene fikk da anledning til å stille spørsmålene som de hadde laget i forkant.

Deretter fikk elevene en omvisning der de fikk se de ulike prosessene i forbrenningsanlegget.

Elevene ble oppfordret til å ta bilder underveis.

Besøket ble avsluttet med stasjonsoppgaver knyttet til avfallshåndtering og energigjenvinning.

Elevene ble da delt inn i grupper på 2 og 2 og løste oppgaver på ca. 10 stasjoner som bedriften hadde montert i et såkalt «søppelrom». Dette rommet var dekorert med ulike typer avfall.

Oppgavene omhandlet alt fra søppelsortering til energiproduksjon på sykkel. Beste gruppe ble premiert til slutt.

Etterarbeid:

I etterkant av besøket hadde jeg et samarbeid med norsklæreren.

Elevene skulle skrive en kort rapport fra besøket der de blant annet fortalte hvilket læringsutbytte de hadde hatt.

I tillegg fikk elevene velge mellom to oppgaver:

- 1) Skrive et leser-/blogginlegg om viktigheten av rett kildesortering og hvordan returkraft utnytter energien i restavfallet.
- 2) Lage en holdningskampanje (i form av brosjyre, video, PP etc.) til medelever på skolen. Kampanjen skal vise viktigheten av rett kildesortering og hvordan avfall kan være en bærekraftig ressurs dersom vi behandler det på riktig måte.

Evaluering

Elevene syntes de fikk et godt utbytte av besøket. Størst inntrykk gjorde nok den store forbrenningsovnen. Øverst i ovnene var det store glassflater slik at elevene kunne se hvordan forbrenningen forgikk. De kunne også se hvordan metall samlet seg på forbrenningsristen og hemmet forbrenningen, og de fleste lærte nok da viktigheten av å sortere metallavfallet og ikke kaste det i restavfallet.

Ved neste besøk til denne bedriften, skal jeg sende spørsmål om selve energiproduksjonen og varmegjenvinning før besøket, for best mulig forberedelse til besøket.

Oppgavene som elevene skulle gjøre i etterkant, ble gjort både i naturfag- og norsktimene (totalt 2 økter/ 4 timer) og ble vurdert i begge fag. Samtlige valgte oppgave 2. To elever valgte PP-presentasjon, de seks andre laget en informasjonsbrosjyre. Elevene var engasjerte i arbeidet og alle fikk frem hovedbudskapet.

Tekst: Lise Bjerkestrand Skaret

Energiloven i praksis

Navn på skole og samarbeidende bedrift:

Atlanten VGS og Bioforsk

(Tingvoll sol – og bioenergisenter)



Sammendrag

Undervisningsforløpet omfatter undervisning om det grunnleggende innen energi før et besøk på Tingvoll sol- og bioenergisenter. Etterarbeid fra omvisningen leder fram til en vurderingssituasjon. Tingvoll sol- og bioenergisenter er et regionalt kompetansesenter som skal arbeide for å øke interessen for og kunnskapen om sol- og bioenergi, og bidra til bærekraftig energibruk.

Undervisningsforløpet er planlagt for en VG1-klasse på studiespesialisering med 27 elever. De skal reise fra skolen til Tingvoll, som ligger en liten times kjøring unna.

Læreplan

Hovedområder og kompetansemål

- Energi for framtiden:
 - o gjøre rede for ulike bruk av biomasse som energikilde
 - o gjøre rede for forskjellen mellom energikilder og energibærere og en aktuell energibærer for framtiden
 - o gjøre forsøk med solceller, solfangere og varmepumper, forklare hovedtrekk i virkemåten og gjøre enkle beregninger av virkningsgraden
- Forskerspiren:
 - o drøfte dagsaktuelle naturfaglige problemstillinger basert på praktiske undersøkelser eller systematisert informasjon fra ulike kilder

Jeg har valgt å fokusere på hovedområdene energi for framtiden og forskerspiren, da dette undervisningsopplegget foregår på et forskningssenter for fornybar energi i nærområdet.

Tingvoll sol- og bioenergiserter forsøker å løse dagsaktuelle utfordringer knyttet til klima og viser hvordan man kan benytte naturfaglig kompetanse til å løse disse. Senteret sammenstiller ulike fornybare energikilder, og er godt egnet til å belyse bruken av biomasse, og funksjonen til solceller, solfangere og varmepumper. Videre har senteret et framtidsrettet fokus, og formidler positive verdier knyttet til bærekraftig utvikling. Ved å demonstrere bruk av ulike energikilder (sol, vind og vann) og energibærere (biomasse) vil man også komme inn på det kompetansemålet under besøket.

Forarbeid

Med tanke på at Tingvoll sol- og bioenergiserter har solvarmeanlegg og demonstrasjonsanlegg for solstrøm, bør et besøk i høstterminen gjennomføres før midten av oktober.

I planleggingen av undervisningsforløpet vil jeg ta en helt grunnleggende introduksjon til energitemaet før vi skal til Tingvoll, og bruke mer tid med etterarbeidet på skolen. Forsøk med galvanisk element og elektrolyse, og teori om batterier og brenselceller kan gjennomføres på våren. Da kan elevene repetere det meste og sette det i sammenheng med bærekraftig utvikling i et prosjektarbeid.

I løpet av de 3 ukene vi har til rådighet for å forberede til det eksterne opplegget, vil jeg holde fokus på energiloven. Jeg vil starte med en demonstrasjon av en forbrenning og spørre klassen hva de observerer. Da vil det antakeligvis komme fram at det blir lys og varme og jeg kan påpeke at det er to typer energi. Videre vil jeg skrive opp energiloven på tavla og spørre hvor elevene tror energien kom fra, siden den ikke bare kan oppstå. For å unngå misoppfatningen om at energien kommer fra flammen i fyrstikken, vil jeg også demonstrert reaksjonen mellom kaliumpermanganat og glyserol som antenner spontant.

For å utvikle forståelse for hva energiloven innebærer tror jeg det er viktig å ha noen begreper på plass. Det er først og fremst bevegelsesenergi og potensiell energi, men også varmeenergi, elektrisk energi og kjemisk energi.

Jeg vil også gå gjennom forskjellen på energikilde og energibærer, og litt om energi i kjemiske forbindelser med endoterme og eksoterme reaksjoner.

Deretter vil jeg gjennomføre en aktivitet jeg kaller 3-2-1, for å finne ut hvor langt elevene har kommet i forståelsen av energiloven og for å finne på spørsmål til omvisningen på Tingvoll. Denne aktiviteten går ut på at elevene får 5-10 minutter til å skrive tre ord, to spørsmål og en metafor om et tema, denne gangen energiloven eller bare energi. Elevene vil skrive dette på lapper, som jeg tar inn og fordele grupper på 4 elever. I gruppene kan de velge ut hvilke spørsmål de vil stille når de kommer til Tingvoll, og hver gruppe vil få ansvar for å stille minst to spørsmål.

Gjennomføring i bedrift

Akkurat hva som vil bli demonstrert og hvor grundig innføring elevene vil få, er ikke helt avklart, men noe er planlagt i korrespondansen med Ingvar Kvande fra Bioforsk og ut ifra informasjon på hjemmesiden til Tingvoll sol- og bioenergisenter.

Under omvisningen vil hovedfokuset være på hvilke typer energi vi har overganger fra (og til) og hvordan energiloven gjelder i alle tilfellene.

De har eksempler på kjemisk energi, bevegelsesenergi, elektrisk energi og potensiell energi, og med demonstrasjon av overganger mellom disse, kan betydningen av disse begrepene synliggjøres for elevene. De har også eksempler på eksoterme reaksjoner med kompostering og innfangning av CO₂ for å rense biogass. Det vil være fokus på global oppvarming og grønn energi, og forskjellen på effekt (kW) og arbeid/energibruk (kWh).

Det vil bli demonstrasjon av biogass- og flisfyringsanlegg og en oppvarmingsløsning basert på varmepumpe, vakuumsolfangere og vedovn med vannkappe. I tillegg vil det bli presentert et prosjekt om sammenstilling av ulike fornybare energiformer i større systemer for energiproduksjon som fleksibelt utnytter den til enhver tid tilgjengelige energi, med vind-, vann-, sol- og bioenergi i ett og samme system.

Før omvisningen vil jeg påpeke for elevene at de skal holde seg samlet i de inndelte gruppene på 4, og at medlemmene på gruppa må sørge for å stille de to spørsmålene som de har kommet fram til på forhånd.

Etterarbeid

Etter å ha vært på Tingvoll vil jeg gjøre ulike aktiviteter på skolen. Med den samme gruppeinndelingen som hadde vært tidligere (4 elever per gruppe) skal elevene samarbeidet om å lage strukturerte tankekart om det de lærte på Tingvoll. Da må de diskutere hva de mener var det viktigste (som plasseres inn mot midten av tankekartet) og hva som var mindre viktig (som plasseres ut mot kantene på arket). De må også formulere hva som er sammenhengen mellom ulike punkter på tankekartet, og føre dette inn på linjer mellom de ulike punktene.

Med utgangspunkt i tankekartene, vil jeg ta en felles diskusjon med klassen om det er noe mer de lurer på, som vi kunne undersøke mer, eller sende en e-post til Tingvoll.

I den videre undervisningen om energitemaet vil hovedfokuset hele tiden ligge på energiloven og hvor energien kommer fra og hvor den ender opp i ulike energioverføringer.

Jeg vil avslutte temaet ca. 4 uker etter omvisningen, med en skriftlig prøve.

Muligheter og utfordringer ved gjennomføring

Jeg opplevde samarbeidet med Ingvar Kvande ved Bioforsk som svært positivt og ønsker å gjennomføre undervisningsforløpet med elevene på sol- og bioenergiseret.

Tekst: Ellinor Kvamen



Heilt Elektrisk

Skule: Danielsen Ungdomsskule Osterøy

Samarbeidspartner: Ove Normann frå Osterøy Ferjeselskap og prosjektleiar for omlegging til elektrisk drift på Beffen (A/S Bergens Elektriske Færgeselskab).

Danielsen Ungdomsskule ligg 300 meter frå ferjekaia, der Osterøy ferjeselskap skyssar bilar og passasjerar over frå Breistein til Valestrand. Elevane er godt kjent med ferja, og bygdene rundt har stor oppslutning om henne. Ferja er også arbeidsplass til nokre familiemedlemmer i klassa.

I 2008/2009 starta eit arbeid med å gjere ferja om til batteriferje. Prosjektet vart lagt på is i 2013, då dei fekk avslag på søknad om midlar i fylkesutvalet. Ettersom vi skulle jobbe med ei bedrift med tanke på energisparing, fekk eg lyst til å ta kontakt med Ove Normann på ferja. Han viste seg å også vere prosjektleiar for omlegging til elektrisk drift av den vesle passasjerferja Beffen i Bergen. Vi la samarbeidet til 10. trinn.

Kompetansemål som vi jobba, utifrå er kompetansemål i naturfag etter 10. årstrinn, LK 06.

Desse ligg innanfor hovudområda *Fenomener og stoffer* og *Mangfold i naturen*:

- Eleven skal kunne forklare hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare (...) energikilder, og diskutere hvilke miljøeffekter som følger med ulike måter å produsere energi på.
- Eleven skal kunne (...) foreslå tiltak som kan verne naturen for framtidige generasjoner

Som naturfaglærer var det viktig å sette undervisinga og samarbeidet i samanheng med undervising om utslepp av klimagassar, stiging av global gjennomsnittstemperatur og fornybar

energi. I samla klasse hadde vi undervising om dette. Vi hadde litt tavelundeundervising, og lærarstyrt samtale, og såg ein del filmklipp frå Kunnskapsfilm. Vi såg filmene *Klimasystemet*, *Klimaavtaler* og *Tiltak som virker*.

I grupper arbeidde elevane med sjølvvald tema innanfor fornybar energi, men med mogelegheit til å også velje kjernekraft, smartgrid, smarthus og energieffektivisering som tema. Arbeidet skulle dei igjen presentere for kvarandre, og elevane skulle skrivelogg etter kvar naturfagstime. Som avslutting skulle dei skrive ei oppgåve som vart vurdert med karakter. Her skulle dei skrive kvifor det er naudsynt å redusere utslepp, og diskutere tiltak som Norge kan gjere.

I utgangspunktet hadde vi tenkt å bruke omlag 4 veker på dette, frå vinterferie til påskeferie, og avslutte med besøk og undervising av Ove Normann ein måndag etter påskeferien. Etter ein times undervising skulle vi bli med han inn til Beffen i byen, for å prøvekøyre Beffen, få omvising og oppleve ei ekte batteriferje. Dette gjorde vi måndag 13. april.

Ove Normann hadde fått ein klokke time til rådighet, og han snakka litt om prosjektet til Osterøy Ferjeselskap. Ferjeselskapet kunne vore det første i Norge til å drifte med batteribilferje. Det vart derimot Ampere på ferjestrekket Lavik- Oppedal som vart den første elektriske bilferja i Noreg. Under bygging og planlegging av Ampere var det litt kontakt mellom dei to prosjekta, og nokre av ideane frå Osterøy fekk komme til uttrykk på Ampere, mellom anna måten å lade batteriet på gjennom ein pantograf¹. Ove viste oss også ein liter drivstoff, og illustrerte med denne kor kraftfullt og lite lagringskrevjande dette drivstoffet er i forhold til store batteripakkar. Han underviste slik vidare om utfordringar, men også fordelar med batteripakkane, og om brannsikring som trengst ved batteripakkar. Vi fekk høyre litt om straumnettet, og om tilgang på effekt som kan takast ut. I undervisinga vart det også snakka om å ta vare på verda og lokalmiljø, og om reduserte utslepp.

Etter litt mat på skulen, tok vi ferja over til Valestrand, og buss vidare til byen. Vi delte oss i to grupper, og gjekk kvar sin tur ned i Beffen. På førehand hadde vi sett bilete av batteripakkane, og nøyde oss med det, ettersom det var stort arbeid å opne opp ned til pakkane. Vi fekk sett litt

¹ Med atterhald om at underteikna hugsar og har forstått alle opplysningane rett.

av det andre systemet som låg bak seteryggane i båten, og sett på styringseiningane. I tillegg fekk vi høyre lyden i båten, som var ein heilt anna lyd enn det vi er vane med. Nokre av elevane var med på fortøying og praktiske oppgåver på båten. Dagen vart avslutta med eit besøk på Lepramuseet, med eit heilt anna tema enn båt og batteri.

I etterkant var planen at elevane skulle få jobbe med omlegginga til batteriferje og reduserte utslepp gjennom eit rollespel. Nokre av elevane var entusiastiske over denne ideen. Dette kravde litt forarbeid i form for planlegging av roller og situasjon. Til slutt enda det med at undervisningsperioden var over, vi hadde fleire tema i naturfag som vi ikkje hadde arbeidd nok med, og eksamensfaktum og behov for førebuingar slo til med full styrke. Etterarbeidet vart difor valt vekk.

I løpet av besøket til Ove var det nokre store tal som var vanskelege å relatere til. Undervisinga var likevel variert med konkretar og illustrasjonar. Tilfeldig respons frå elevane tilsa at dette engasjerte – her har vi besøk av nokon som har førstehandskjennskap til det han underviser om. Som lærar var det kjekt å observere elevane i undervisningssituasjonen, og sjå interesse og aktiv lytting. Ein del spørsmål vart også stilt. Ove var veldig flink til å formidle, han er flink i møte med folk, og har eit godt lag med ungdommen. Det var veldig kjekt å ha han på besøk.

Turen inn til byen og Beffen var også veldig kjekk. Elevane fekk forhåpentlegvis eit minne, ein reiskap eller knagg, som dei kan henge kunnskapen sin på, anten den kunnskapen som vart tileigna gjennom besøket, eller den kunnskapen som dei seinare vil få om temaet. Det er likevel eit spørsmål om vi tar oss tid til å reise inn igjen med andre elevgrupper, ettersom ressursbruken går utover andre lærarar sine timar. Dette kan likevel forsvareast då somme elevar har større utbytte av praktisk undervising enn teoritung. Ove er positiv til å komme tilbake til oss, og vi er spente og håpefulle til at dette skal la seg gjere. Vi trur det vil vere positivt for elevgruppa.

Opplegget om fornybar energi som samarbeidet vart satt i samanheng med vil eg kanskje endre litt på. Arbeidet med sjølvvald tema har større potensiale for læring i forhold til tidsrom som vart nytta. Eg tenkjer at eg må legge til rette for betre bakgrunnsinformasjon til elevane om fornybar energi. Den avsluttande oppgåva var tung for dei å skrive, og for mange var den lite

lystprega. Mange artiklar var likevel svært interessante å lese, og ein del av elevane viste seg å ha veldig god innsikt.

Etter at opplegget er gjennomtenkt og utført vil det vere interessant å sette dette i samanheng med undervising om batteri, korleis dette fungerer og praktiske forsøk om dette. Dette kan godt koplast saman med pensumet som hos oss ligg på 9. trinn, og slik kanskje danne bru til 10. trinn. Det har vore interessant å arbeide saman med bedrift i dette opplegget, og vi er svært takksame til Ove Normann som så velvillig og engasjerande delte av sin kunnskap og si fritid, og formidla vidare litt av sitt engasjement til ungdommen vår. Prosjektet har vore lærerikt med ei tilnærming som inkluderte læring i klasserommet, men også i vårt lokalmiljø.

Lenker til filmar frå Kunnskapsfilm

Klimasystemet: <http://kunnskapsfilm.no/video/klimasystemet-2/>

Klimaavtaler: <http://kunnskapsfilm.no/video/klimaavtaler/>

Tiltak som virker: <http://kunnskapsfilm.no/video/tiltak-som-virker/>

Tekst: Hanne Beate Hilsen og Line Johnsen



Hanne Beate Hilsen



Line Johnsen

Undervisningsforløp i energi for framtiden og bærekraftig utvikling

Samarbeidspartnere i dette prosjektet er; Åssiden vgs, Drammen drift og Newtonrom i Drammen

Vi har jobbet med varmepumpe og sentrale begrep innenfor energi for. Undervisningsforløpet er tredelt. Alle tre delene i dette opplegget finner dere som vedlegg.

- Del 1 er innledning og introduksjon til tema. Denne delen foregår på skolen. Før besøket på Newtonrom i Drammen og Drammen nærvarmenett gjennomgås aktuelle nøkkelord og teori for å få best mulig utbytte av besøkene. Faglærer har ansvar for denne delen. Tid: ca 30 min
- Del to foregår på Newtonrom i Drammen. Her er det ansatt en egen Newtonlærer. Her får elevene gjennom en forsøksrekke opplæring i hvordan en varmepumpe fungerer og de viktigste prinsippene. (vedlegg 2) Nesten alle delforsøkene kan gjennomføres på skolen dersom du ikke har et Newtonrom tilgjengelig. Elevene leverer rapport fra dette besøket. Tid: ca 180 min

<http://newton.no/rom-modul.aspx?id=1039&modulid=1650>

- Del tre er et bedriftsbesøk til Drammen nærvarmenett på Marienlyst etterfulgt av etterarbeid på skolen. (vedlegg 3) Dersom du ikke har et nærvarmeanlegg i nærheten, kan filmen om varmepumpe på kraftskolen brukes etterfulgt av spørsmål og quiz. <http://www.kraftskolen.no/13-varmepumper/> Tid: ca 210 min

[file:///C:/Users/19076801/Downloads/Nordisk%20Energikommune-A5-enkeltsider%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/19076801/Downloads/Nordisk%20Energikommune-A5-enkeltsider%20(2).pdf) – Drammen nærvamenett.

Læreplanmål vg1 Naturfag

Forskerspiren

- planlegge og gjennomføre ulike typer undersøkelser med identifisering av variabler, innhente og bearbeide data
- og skrive rapport med diskusjon av måleusikkerhet og vurdering av mulige feilkilder

Bærekraftig utvikling

- gjøre rede for begrepet • bærekraftig utvikling
- kartlegge egne forbruksvalg og argumentere faglig og etisk for egne forbruksvalg som kan bidra til bærekraftig forbruksmønster
- undersøke en global interessekonflikt knyttet til miljøspørsmål og drøfte kvaliteten på argumenter og konklusjoner i debattinnlegg

Energi for framtiden

- gjøre forsøk med solceller, solfangere og varmepumper, forklare hovedtrekk i virkemåten og gjøre enkle
- beregninger av virkningsgraden

Evaluerings av undervisningsforløpet.

Vi har erfart at undervisningsopplegget har motivert elevene i større grad enn hvis vi bare hadde vært på skolen. Elevene fikk snakke med eksperter innen fagområdet og mulighet til å stille spørsmål om temaet og dermed gå dypere inn i læringsmålene.

Det at opplæringen i disse temaene foregikk på flere forskjellige læringsarenaer gjorde at flere elever ble engasjert og motivert for læring.

Hus med varmepumpe

I denne øvelsen skal dere bli kjent med varmepumpas utedel og innedel, og hvordan temperaturen på luften inn og ut av varmepumpa endres.



Gruppen må dele seg i to, noen har ansvaret for å lese av temperaturen på «innedelen» og noen har ansvaret for å lese av «utedelen»

Sett varmepumpa på varming ved hjelp av fjernkontrollen

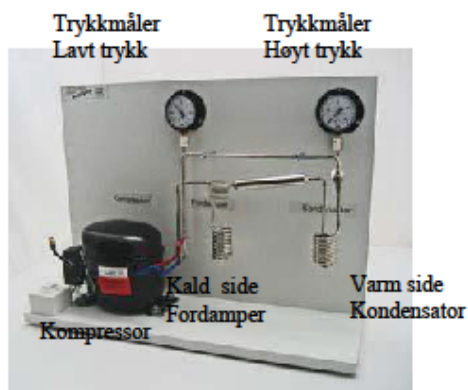
Still inn temperaturen på 28 grader .

Fjernkontrollen

21. oktober 2011
09:09



Modell av varmepumpe



Vi skal finne ut hvor effektiv denne pumpe er ved å bestemme forholdet mellom mottatt varmeenergi på varm side og tilført elektrisk energi. Dette forholdet kaller vi varmefaktoren til varmepumpe.

$$\text{Varmefaktor (V}_T\text{)} = \frac{\text{Mottatt energi}}{\text{Tilført elektrisk energi}}$$

For å finne mottatt energi må vi måle vanntemperaturen på varm side over tid.

For å finne tilført elektrisk energi måler vi elektrisk effekt over tid.

For å se at vi «stjeler» varmeenergi gjør vi også målinger på den kalde siden.

I modellen er det satt en beholder med 1 liter vann rundt spiralen på venstre side (kald side) og en beholder med 1 liter vann på høyre side (varm side).

Du skal gjøre følgende:

1. Noter massen til vannet på kald og varm side i tabellen under (1l vann = 1 kg)
2. Mål temperaturen i begge beholderne, fyll inn i tabellen.
3. Start kompressoren, start klokka og les av effektforbruket på effektmåleren. Fyll inn tabellen.
 - Det er viktig å røre godt med termometeret i beholderne under avlesningene.
 - Les av temperaturen i beholderne på varm og kald side og effekten (W) med 1 minutt mellomrom og fyll inn tabellen.
 - Avslutt målingene etter 4 minutter.



Prosessene i ei varmepumpe

Dere skal gjøre 4 øvelser for å undersøke hva som skjer:

1. ...med en væske når trykket reduseres
2. ...med temperaturen når en væske fordampes
3. ...når vi øker trykket i en pumpe
4. ...når en gass kondenserer

Øvelse 1 – Trykkreduksjon

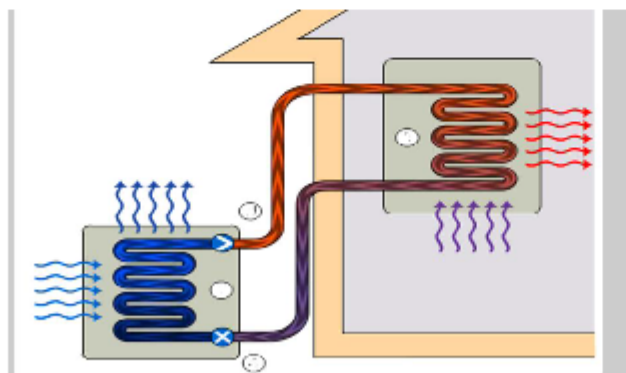
Enkelt forklart er trykk en betegnelse på hvor stor plass en gitt mengde partikler har. Er det høyt trykk har partiklene liten plass, ved lavt trykk har de stor plass.

Inne i varmepumpen er det et kjølemedium. Noen ganger er det flytende, andre ganger er det gass, avhengig av trykket.

Vi skal nå forandre trykket:

- Trekk varmt vann inn i den store sprøyta slik at den er ca 1/4 full og tøm sprøyta for luft.
- Hold fingeren foran sprøyteåpningen og trekk raskt ut stempelet så langt du kan (men ikke helt ut).

1. Observer hva som skjer inne i sprøyta.
2. Hva skjer med vannet i sprøyta?
3. Hva skjer med trykket i sprøyta?
4. Hvor i varmepumpa skjer en tilsvarende prosess?



Besøk på Marienlyst nærvarmenett

Passivhuset Marienlyst skole er tilknyttet et miljøvennlig nærvarmenett som sørger for energiutveksling med Drammensbadet og Marienlystområdets fotball- og skøytebaner.

Fjernvarmenettet driftes av Drammen Drift, med daglig leder Trond Haugen



Før besøket til nærvarmenettet fikk elevene i lekse å lage minst 3 spørsmål.

På bedriftsbesøket hadde kontaktpersonen omvisning på anlegget, informerte om anlegget og svarte på elevenes spørsmål. Se rød «sti» på bilde over. Dette tok ca 60 min. Dette er for øvrig en del av et Lektor 2 opplegg vi laget.

<http://www.lektor2.no/c1336838/uopplegg/vis.html?tid=2057294>

Når vi kom tilbake til skolen skulle eleven jobbe parvis med en muntlig presentasjon.

Kontaktpersonen var sammen med faglærer elevenes veileder i dette arbeidet. Eleven fikk bruke 90 min på skolen.

Presentasjonen vurderes med karakter. Kriterier og læreplanmål er delt ut på forhånd. Til slutt hadde elevene muntlig framføring. De kunne selv velge formen på framføringa. PP, video, brosjyre, plakat el.

Vi brukte naturfagsenterets vurderingskriterier. Se lenke

<http://www.naturfag.no/binfil/download.php?did=3888>

Tekst: Christine Norum Steinsli

Et undervisningsforløp, bioenergi og fjernvarmeanlegg

Dette undervisningsopplegget er gjennomført på Verdal videregående skole i samarbeid med trelastprodusenten InnTre, avdeling Verdal.

Utgangspunktet for dette undervisningsopplegget var artikkelen «Sparer klimaet og seks millioner kroner i året» som stod på trykk i Verdalingen 18.12.14. Denne artikkelen omhandler Tine - meieriet i Verdal. Her står det at Tine i 2013 fikk halvparten av sin energi fra et fjernvarmeanlegg.

Denne energien får de fra trelastprodusenten InnTre, som ligger på samme industriområde. InnTre har bygget et stort fyringsanlegg og et fjernvarmenettverk basert på bioenergi. Fjernvarmeanlegget leverer også energi til blant annet Kværner Verdal og Spenncon. Tidligere ble en stor del av biproduktene fra InnTre (bark, sagflis og avkapp) eksportert til Sverige.

I dette undervisningsopplegget er det brukt 3 timer (60 minutter) på forarbeid, 2,5 timer på bedriftsbesøk og 2 timer til etterarbeid. Samtidig måtte elevene jobbe hjemme med rapportskriving.

I forbindelse med besøket skulle elevene levere en individuell rapport. Her fikk de vurderingen godkjent/ikke godkjent. Elevene gjennomførte også en evaluering av opplegget, egenvurdering og vurdering av undervisningsopplegget.

Læreplanmålene som elevene jobbet med i denne perioden er hentet fra hovedområdene «Energi for framtiden» og «Bærekraftig utvikling». Utgangspunktet for undervisningsopplegget er målet:

- *Eleven skal kunne gjøre rede for ulike bruk av biomasse som energikilde.*

Eleven jobbet også noe med et mål fra hovedområdet «Bærekraftig utvikling»

- *Eleven skal kunne undersøke en global interessekonflikt knyttet til miljøspørsmål.*



Fyringsanlegget på InnTre

Forarbeid:

Det ble satt av 3 timer (3 x 60 minutter) på skolen til forarbeid der elevene skulle forberede seg til besøket.

Time 1

Elevene jobbet med begrepene energi og effektivitet og så på ulike energienheter. Jeg viste 2 filmer fra kraftskolen.no, Film 1 Energi og Film 2 Effektivitet. Elevene jobbet individuelt med oppgaver knyttet til disse emnene. Målet med denne økten var at elevene skulle få forståelse for begrepene energi og effekt og kjenne til ulike energienheter. Dette som et grunnlag for det videre opplegget. Svarene på oppgavene skulle være med i den skriftlige rapporten som hver enkelt elev skulle levere inn etter gjennomføringen av undervisningsopplegget.

Time 2

I denne timen jobbet elevene med begrepet bioenergi. Jeg startet timen med å vise film 11, Bioenergi, fra kraftskolen. Etterpå ledet jeg en økt der vi diskuterte innholdet i filmen. Sammen laget vi en definisjon på begrepet bioenergi. Vi satte opp en oversikt på tavla over ulike typer bioenergi og hvordan de benyttes. Siste del av timen jobbet elevene med oppgaven: *Eksempler på Fast biomasse: Ved hjelp av bilder og tekst skal du forklare disse begrepene: Flis, bark, avkapp.* Dettet skulle også inn i rapporten

Time 3

Elevene fikk utdelt artikkelen «Sparer klimaet og seks millioner kroner i året» som stod i Verdalingen 18.12.14. Vi leste artikkelen sammen. Deretter diskuterte vi disse spørsmålene: *Hvordan kan vi få ut energien i biomassen? Hva dannes? Hva er forbrenning? Hva er forskjellen*

på fullstendig og ufullstendig forbrenning. Siste del av timen jobbet eleven videre med rapporten. Disse oppgavene skulle besvares: Hva er forbrenning? Hva er forskjellen på fullstendig og ufullstendig forbrenning? Bioenergi- CO₂ nøytralt, hva mener vi med det?

Bedriftsbesøk

Det var avsatt 3 timer til bedriftsbesøket, inkludert transport til og fra. Selve besøket på InnTre varte 2,5 timer. Opplegget startet med at en av de ansatte informerte om bedriften og bedriftens arbeid, i tillegg til å fortelle litt om InnTre sine samarbeidspartnere. Det ble også forklart hva et fjernvarme anlegg er, hvordan det er oppbygd og hvordan det fungerer. Informasjonen som ble gitt her var etter bestilling fra meg som lærer. Denne økten varte cirka en time. Etter denne informasjonen fikk vi en omvisning i bedriften der vi fulgte en tømmerstokk fra den ligger ute til den kommer inn i saga og blir til planker og flis. Vi fulgte flisa videre rundt på anlegget til den gikk inn i forbrenningsovnen. Deretter fikk vi omvisning rundt inne i forbrenningsanlegget og var oppe i kontrollrommet. Til slutt fikk elevene en regneoppgave der de skulle regne ut hvor mye energi som kom fram til kunden og hvor mye energi som gikk tapt i ledningsnettet fra fjernvarmeanlegget til kunden.

Etterarbeid:

Det ble satt av en time til etterarbeid hvor elevene skulle jobbe videre med rapporten. Jobben med å ferdigstille rapporten måtte elevene gjøre hjemme. Elevene fikk denne oppgaven: *Etter at dere har vært på besøk i bedriften skal dere ferdigstille rapporten.*

Disse punktene skal være med.:

- *Gi en kort presentasjon av bedriften.*
- *Forklar hva et fjernvarmeanlegg er.*
- *Hva benyttes som energikilde i fjernvarmeanlegget til InnTre.*
- *Skriv litt om hvilke bedrifter som mottar energi fra InnTre.*
- *Hvilke miljømessige fordeler har dette anlegget bidratt til lokalt.*

Frist for innlevering av rapporten var satt til neste naturfag time som var 3 dager senere. Denne timen ble satt av til evaluering. Elevene fikk spørsmål som de skulle svare på individuelt. Deretter ble de tatt ut 4 og 4 til gruppesamtaler. Her er spørsmålene elevene fikk:

Egenvurdering og vurdering av undervisningsopplegget

1. *Var du godt nok forberedt til besøket på InnTre?*
2. *Hva kunne/burde vi gjort annerledes i forberedelsene til besøket?*
3. *Lærte du noe når vi besøkte InnTre? Hva lærte du? Hva lærte du som du ikke kunne lære i klasserommet?*

4. *Lærte du noe av å skrive rapporten? Kunne dokumentasjonen av besøket/ måling av måloppnåelse vært gjort på en annen måte. Kom med forslag.*
5. *Hva er positivt ved å dra på bedriftsbesøk?*

Evalueringsforløpet.

Gjennom gruppesamtalene fikk jeg gode og konstruktive tilbakemeldinger på opplegget fra elevene. Elevene følte seg ikke godt nok forberedt i forkant av besøket. Og de syntes gjennomgangen i starten av besøket gikk over hodet på dem. Her ble det for mye teknisk- og økonomiskinformasjon.

Vi kom fram til at elevene skulle hatt mer informasjon om bedriften og samarbeidsbedrifter på forhånd. Vi skulle også ha jobbet litt med hva et fjernvarmeanlegg er og hvordan det er oppbygd.

Elevene var godt fornøyd med omvisningen. Men det var mye støy og 20 stykker blir mange når alle skal se på alt og høre hva som blir sagt. Ved senere besøk bør elevene deles inn i mindre grupper. Et forslag er å lage en løype med ulike stasjoner. Eksempelvis, en gruppe får omvisning, en gruppe jobber med regneoppgaver og en gruppe intervjuer en ansatt.

Elevene skulle fått oppgavene til rapporten før besøket, det fikk de ikke. De var derimot fornøyd med at sluttproduktet var en rapport og ikke et framlegg. Elevene ønsket imidlertid at rapporten hadde vært et gruppearbeid og ikke individuell.

Elevene setter pris på å komme seg ut av klasserommet. Her er noe av det elevene gav uttrykk for etter besøket: *«Vi får sett ting på ekte, det blir noe annet enn klasserommet», «Vi får se hvordan ting fungerer, jeg ser mere sammenhenger.», «Jeg lærer mer når jeg ser ting i praksis», «Det er viktig å se virkeligheten»*

Tekst: Gjertrud Jensen og Vigdis Jonsen

Skjetlein videregående skole samarbeider med
Skjetlein Grønt Kompetanse senter
(SGK) v/ Martin Solli

Fag Vg1 Naturbruk: Prosjekt til fordypning, Naturfag

Skogen – en kontinuerlig fornybar ressurs. Elever får en innføring i hvordan bruk av trevirke og skogsavfall kan brukes til energiformål. Fra det levende treet til det ender opp som ved, flis eller pellets.

Kompetansemål Naturfag og Prosjekt til fordypning

NAT1001:

Forskerspiren:

- planlegge og gjennomføre ulike typer undersøkelser med identifisering av variabler, innhente og bearbeide

Bærekraftig utvikling:

- gjøre rede for begrepet bærekraftig utvikling
- kartlegge egne forbruksvalg og argumentere faglig og etisk for egne forbruksvalg som kan bidra til bærekraftig forbruksmønster

Energi for framtiden:

- gjøre rede for ulik bruk av biomasse som energikilde
- gjøre forsøk med solceller, solfangere og varmepumper, forklare hovedtrekk i virkemåten og gjøre enkle beregninger av virkningsgraden

Utmark og kulturlandskap LBR3-01:

- utføre arbeidsoppgaver knyttet til skjøtsel, bruk og høsting i skog, utmark og kulturlandskap
- beskrive og bruke planer for drift og skjøtsel av skog, utmark og kulturlandskap ut fra hensyn til økologi og bærekraftig forvaltning

Gårdsdrift LBR3-01:

- forvalte gårdens ressurser etter planer og regelverk, økologi og etiske prinsipper med tanke på økonomisk resultat
- beskrive og vurdere samvirke og andre vanlige selskaps- og samarbeidsformer i landbruket og innen omsetning og foredling
- beskrive faglige organisasjoner og kompetansehevingstiltak i landbruksnæringen

Bakgrunn

I forbindelse med kurset Energilandskapet som vi begge tar ved NTNU, var et av arbeidskravene at vi skulle lage og gjennomføre et undervisningsopplegg. Vi er begge naturfaglærere ved Skjetlein videregående skole. I tillegg er vi lærere på programfag på Vg1. Skjetlein vgs er et gammelt skolegårdsbruk, der hele anlegget i flere tiår har vært basert på oljefyring. I forbindelse med Sør - Trøndelag Fylkeskommunes Miljøfyrtårn satsing, er det derfor fokus på å fase ut denne innen 2020. Målet på sikt er at hele bruket skal over på fornybar og lokalproduserte energikilder, og dermed være selvforsynt med varmeenergi. I og med at skolen er i besittelse av en større skogeiendom på 800 daa, er det naturlig å tenke på mulig ressurstilgang herfra, og utnyttelse av trevirke til bioenergiformål i årene fremover. Skogen er også en del av elevenes læringsarena på naturbruk. Fra treet plantes til det hogges og foredles videre.

Skolen har i tillegg et studieforberedende kurs i Energi og miljø. Denne elevgruppa har jobbet mye rundt temaet fornybar energi. Blant annet produsert bio-olje fra energirike vekster, beregnet energi i ved og jobbet med solenergi. Verdt å nevne er også at vi er i gang med å bygge en "Fornybar energilab", der tanken er å knytte flere fornybare energikilder sammen i et demonstrasjonsanlegg hvor man kan foreta beregninger av energiutbytte m.v. Dette vil komme mange elever til gode i årene fremover.

Samarbeid med bedrift

I tilknytning til skolen ligger Skjetlein Grønt Kompetansesenter (SGK) som vi har valgt å samarbeide med. Vår kontaktperson der har vært Martin Solli. Han er prosjektleder for fornybar energi og har en bred kompetanse på feltet. Solli har blant annet jobbet med en utredning om hvordan skolen skal bli mer fornybar med tanke på mer klimavennlige energiløsninger. Fyring med pellets og flis er noen av løsningene han skisserer. I dag er kompetansesenteret oppvarmet via et pellets fyringsanlegg. I tillegg har skolen overtatt en større pellets-kjel fra en annen kommune, som etter hvert skal tas i bruk. Solli veileder også gårdbrukere og andre aktører innen oppstart med varmeanlegg basert på bioenergi. Dette leder oss over på et bedriftsbesøk vi gjorde i Meldal kommune, hvor elevene fikk et godt innblikk i hele verdikjeden rundt flisproduksjon ved flere aktører. Offentlige som private.



Vedarbeid. Foto: Vigdis Jonsen.

Forarbeid

Elevene hadde gjennom vinteren i prosjekt til fordypning (PFT) og programfaget naturbasert produksjon, vært med på skogsarbeid i form av hogst, kvisting og framkjøring av virke. På vårparten startet vi med hovedtemaet Energi for framtiden i naturfag. I forbindelse med delkapittelet om bioenergi, ble det naturlig å knytte dette opp mot skolens egne skogressurser og hvordan man kan utnytte dette til energiformål. På bakgrunn av det, la vi opp til et bedriftsbesøk knyttet opp mot flisproduksjon i Meldal kommune. På denne måten ønsket vi å gi elevene et bedre grunnlag til selv å se hvordan hvordan de ivareta egne ressurser på en bærekraftig måte. Enten med tanke på at de selv en dag skal overta egen gård som selvstendig næringsdrivende, eller at de jobber som arbeidstaker innen et naturbruksrelatert yrke. I forkant av bedriftsbesøket orienterte vi elevene om studiet vi deltok på og hvordan vi ønsket å involvere dem.



Elev feller tre med motorsag.

Foto: Vigdis Jonsen

Bedriftsbesøk

Meldal kommune er på mange måter en foregangskommune når det gjelder satsing på bioenergi. Ikke minst takket være lokale ildsjeler som gikk sammen og startet flisterminalen Orkla Trebrensel. Orkla Trebrensel tar på seg ulike oppdrag, som blant annet veikantrydding for å holde landskap åpne. I tillegg forsyner de kommunens grunnskole og sykehjem med flis til oppvarming. Elevene fikk et godt innblikk i hele verdikjeden av flisproduksjon. Fra flisvirket ankommer terminalen til det flises, tørkes, lagres og brukes til oppvarming. Vi var også hjemme hos en lokal gårdbruker med eget flisfyringsanlegg og Orkla landbruk som ga oss et innblikk i kommunens bioenergisatsing.

Etterarbeid

Elevene fikk ei læringsøkt om tremåling, der de fikk prøve seg på å måle høyde og diameter, samt beregne kubikk på enkelt trær og skogbestand. Dette for å gi elevene et mer autentisk innblikk i hva kubikk er. Elevene har i programfaget naturbasert produksjon også foretatt målinger av tømmer på oppsamlingsplass. Dette har vært i samarbeid med matematikk. Vi har også hatt noe om at ulike treslag har ulik brennverdi og at tørkeprosessen er avgjørende. I tillegg har vi forsøkt å bevisstgjøre elevene på at skog binder CO₂ og på den måten fått frem klimaregnskapet. Elevene var også med på å plante trær og har på den måten fått være med på hele verdikjeden i skogen gjennom skoleåret.



Planting av trær. Foto: Vigdis Jonsen

På vårparten ble det investert i en flishogger, som elevene fikk prøve. I tillegg ble vi invitert til *Kompetansekafe: Bioenergi –ferdigvarme* på Skjetlein Grønt Kompetansesenter. Et seminar der flere aktører innen bioenergi hadde foredrag. Her lærte vi blant annet om forskjellen på energiutbytte mellom ved, flis og pellets. Skolen har også en plan om å investere i et demoflisfyringsanlegg.



Flishogger. Foto: Vigdis Jonsen

Erfaringer

Vårt inntrykk er at de fleste elevene opplevde dette som en annerledes og spennende læringsarena. Det ble ikke tid til framlegg, som vi hadde planlagt, men elevene leverte logg, og utfra disse må vi si at prosjektet så langt virker vellykket. Elevene ga, gjennom rapportene, inntrykk av økt forståelse for produksjon av fornybar energi.

Mange av de praktiske innslagene som inngår i prosjektet er praksis elevene våre er innom i forbindelse med programfag. Vi mener at hvis vi klarer å få til en bevisstgjøring rundt verdikjeden i skogbruket og miljøaspektet innen lokale ressurser er dette et prosjekt som enkelt vil la seg videreføre. Også for andre lærere.

Med bakgrunn i timeplanen vår, og skolens satsning på FYR (fellesfag, yrkesretting og relevans) valgte vi å legge prosjektet i hovedsak PTF og naturfag. Utfordringen her var at ikke alle elevene hadde begge fagene. Dette var vi selvsagt klar over da vi startet, men vi så for oss at dette kunne løses. Et alternativ var å involvere andre lærere som også hadde disse elevene i prosjektet. Vi planla også å bruke "våre PTF-elever" til å gi ei innføring til de resterende naturfags-elevene i temaet "energi for framtiden". Verken involveringen av andre lærere og elev-til-elev-undervisningen ble av ulike årsaker ikke gjennomført.

Vi ser at tiden ble knapp i forhold til planen vi hadde. Ved å endre rammene for prosjektet, kan det gjennomføres av enkeltlærere og kun knyttes opp mot enkelt fag. Men vi mener et slikt prosjekt egner seg likeså godt til FYR-samarbeid. Da kan det være en fordel å få lagt det inn i et årshjul, slik at tidsrammen og andre involverte kollegaer er på plass.