



NATURFAG

Teknologi



NATURFAGSENTERET
NASJONALT SENTER FOR NATURFAG I OPPLÆRINGA

Nummer **1**

2022



NATURFAG

Leder: Merethe Frøyland	02
INTRODUKSJON	
Hva er teknologi?	04
Teknologi i naturfag	08
SKAPERSKOLEN	
Skaperskolens didaktiske plattform	12
Planleggingsverktøyet boblemodellen	16
Kravspesifikasjon	20
Kreative metoder	24
Skaperlæring – gjøre tenking synlig	28
Lære naturfag i et skaperverksted	32
Et første møte med skaperverksted	36
Skaperlæring forbereder for yrkeslivet	40
PROGRAMMERING	
Programmering og algoritmisk tenking i naturfag	44
Analoge øvelser som introduksjon	48
Programmering – et verktøy med dybde	52
Hvordan berike undervisningen med naturfaglige simuleringer	56
PRIMM – et pedagogisk verktøy for undervisning i programmering	60
Simuleringer og modeller i naturfag	64
KREATIVITET OG TEKNOLOGI	
Kreativ teknologi i værstasjonprosjekt	68
Bokomtaler	72

LEDER

Merethe Frøyland



NATURFAG

Utgitt av
Naturfagsenteret
Nasjonalt senter for
naturfag i opplæringa

Nummer 1/2022

Ansvarlig redaktør
Merethe Frøyland

Redaktør
Aud Ragnhild Skår

Redaksjon
Liv Oddrun Voll
Rannei Solbak Simonsen
Lene Kristin Halvorsen

Layout
Aud Ragnhild Skår

Adresse
Postboks 1106 Blindern, 0317 Oslo

Telefon og e-post
22 85 53 37
post@naturfagsenteret.no

Trykkeri
07

Forsidefoto
Syaibatul Hamdi / pixabay.com

Opplag 3200
ISSN 1504-4564

Kopiering fritt til skolebruk når ikke
annet er spesifisert, men
forbudt i kommersiell sammenheng.

Abonnement er gratis.
naturfagsenteret.no/abonnement

Naturfag finner du i PDF på
naturfagsenteret.no/naturfag

Dette er det sjette nummeret i serien vår om fagfornyelsen 2020. Første nummer i serien handlet om hva god naturfagundervisning er, med utgangspunkt i dybdelæring og progresjon som er de overordnede begrepene i fagfornyelsen. De neste numrene tar for seg kjerneelementene i naturfag. Først ut var *energi og materie*, så kom *kropp og helse*, *jorda og livet på jorda* og *naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter*. Nå er det *teknologi* som står for tur.

Teknologi er egentlig et eget fagfelt på lik linje med matematikk og naturfag, men i læreplanen er teknologi først og fremst definert som et av kjerneelementene til naturfag. I tillegg har matematikk fått et overordnet ansvar for programmering og algoritmisk tenkning, som er en del av teknologi og skal inn i alle fag. Å gi elever kompetanse innen et fag som er blitt så oppstykket kan være utfordrende for en lærer. Med dette nummeret ønsker vi å rydde litt i dette sammensatte faget og vise dere noen veier som er mulige å ta sammen med elevene deres.

Vi starter med å diskutere hva teknologi er. Teknologi har sine egne praksiser og tenkemåter og passer sammen med flere av skolefagene, slik som naturfag, matematikk (programmering) og estetiske fag som kunst og håndverk. Deretter sammenlignes teknologi med naturvitenskap der likheter og ulikheter blir trukket fram.

Videre er nummeret delt opp i tre hoveddeler: Skaperskolen, programmering og KreTek-prosjektet. Skaperskolen handler om å ta skaperkulturen inn i skolekulturen. Dette er et prosjekt Naturfagsenteret har drevet sammen med vitensentrene med støtte fra Sparebankstiftelsen. Første artikkel handler om Skaperskolens didaktiske plattform, deretter blir planleggingsverktøyet til Skaperskolen, boblemodellen, presentert. Til slutt kommer det noen artikler som gjør dypdykk innenfor enkelte deler av den didaktiske plattformen til Skaperskolen.

Neste del av nummeret omhandler programmering og algoritmisk tenkning i naturfag. Vi starter med å presentere en kompetansepakke om temaet som ligger ute på Utdanningsdirektoratet sine nettsider. For noen elever og lærere er dette et helt ukjent tema, og da kan det være fint å starte litt forsiktig og analogt. Det er akkurat dette neste artikkel fokuserer på. De neste artiklene illustrerer hvordan programmering kan brukes til å berike naturfagundervisningen på ulike måter.

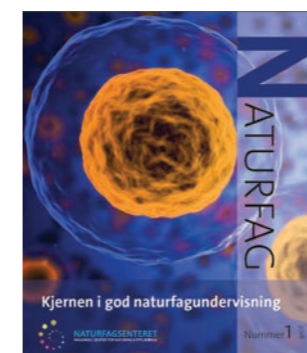
LEDER

Vi avslutter med et annet teknologiprojekt fra Trondheim som også handler om å kombinere teknologi og kreativitet, nemlig KreTek.

Gjennom denne samlingen av artikler håper jeg at du som leser blir inspirert til å jobbe med teknologi og ta i bruk programmering i naturfagundervisningen, slik at barna våre opplever en variert og aktiviserende undervisning, der det handler om å være kreative og skapende i tillegg til å bygge elevers kompetanse.

Lykke til!

Merethe Frøyland



INTRODUKSJON

Hva er teknologi?

Vi er omgitt av menneskeskapt gjenstander og systemer. Alle disse gjenstandene og systemene og kunnskapen om dem kaller vi teknologi. Teknologi spenner fra enkle redskaper til avansert, moderne datateknologi. Vi vil nå se nærmere på hva teknologi er.

Det meste av det vi gjør i løpet av en dag, involverer mange typer teknologi. Dagens barn og unge møter teknologi i hjemmet, på skolen og i fritiden, og langt de fleste er svært aktive brukere av teknologi. Mennesker har til alle tider laget ting. Vi er omgitt av menneskeskapt gjenstander og systemer som datamaskiner, klær, matvarer, bygninger og bøker. Samlingen av slike gjenstander og kunnskapen om dem kaller vi teknologi.¹

En pinne som ligger på bakken, er en del av naturen. Men når et menneske tar den opp og bruker den som et redskap, er det teknologi. Hjulet, kilen og spettet er andre former for enkel teknologi og er blant de første byggeklossene for videre teknologisk utvikling. Teknologi kan utvikles og forbedres, og ny teknologi bygger videre på eksisterende teknologiske prinsipper og teknikker.



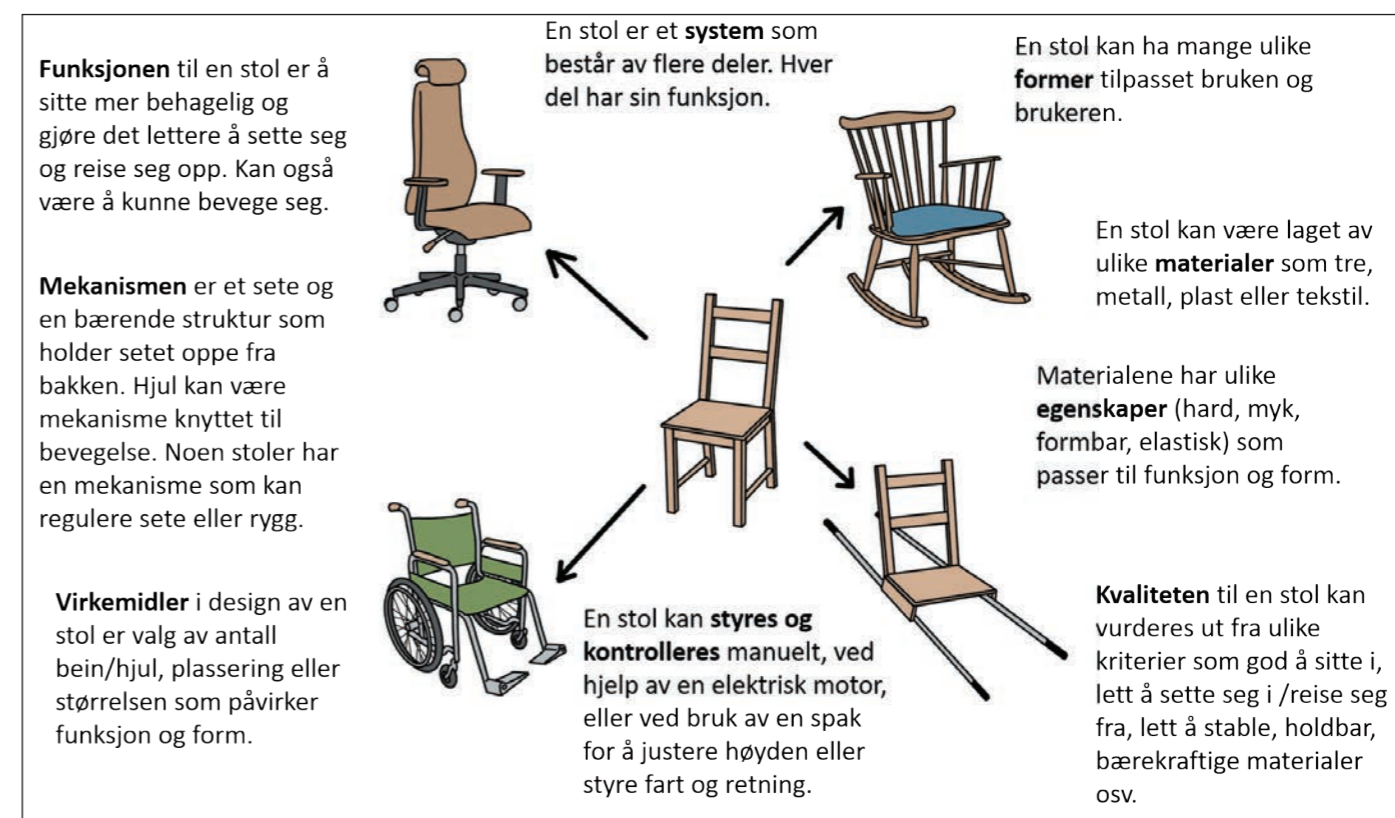
Bruk av teknologi er like gammel som menneskeheten. Ill.: Rim Tusvik



INTRODUKSJON

Produktbegrep	Beskrivelse
Funksjon	Hva produktet skal gjøre og hvorfor.
Mekanisme	Hvordan produktet virker.
Form	Hvordan og hvorfor produktet ser ut som det gjør.
Materialer	Hva produktet er laget av.
Materialegenskaper	Hvilke egenskaper de valgte materialene har, og hvilke egenskaper det gir produktet.
Virkemidler	Deler som påvirker funksjon og form og som kan varieres i antall, størrelse, plassering og form.
System	Hvordan produktet består av flere deler som virker sammen.
Kvalitet	Vurdere produktet opp mot kriterier for et godt produkt.
Styring og kontroll	Gjøre rede for hva som styres og hvordan det styres der det er aktuelt.

Beskrivelser av de sentrale begrepene knyttet til produktområdet av skaperlæring.



Sentrale begreper i teknologi som brukes til å beskrive ulike stoler. Ill.: Elisabeth Killie Kanebog

INTRODUKSJON

Kunnskap om utvikling av teknologiske produkter er kunnskap om prosessen fra idé til et ferdig produkt. Stegene i prosessen, ofte kalt designprosess eller problemløsningsprosess, er i stor grad gjentagende og uavhengig av hva som skal produseres. Det handler om å finne muligheter gjennom å utforske, stille spørsmål og analysere, bruke ulike metoder for idégenerering og idébearbeiding, komme fram til løsninger via feilsøking og problemløsing. Underveis i prosessen blir det tatt en rekke valg for å oppnå så god kvalitet som mulig på det endelige produktet. Et produkt kan i noen tilfeller være en idé om et produkt formidlet gjennom en skisse, en prototyp eller et scenario/storyboard eller det kan være en fysisk gjenstand. Gjennom prosessen øver man på viktige egenskaper som man trenger for å være kreativ i skapende arbeid som vist i boksen under.

Egenskaper i kreativt og skapende arbeid

- å være fantasifull
- å kunne samarbeide
- å være empatisk
- å være nysgjerrig
- å jobbe fokusert
- å være risikovillig
- å kjenne skaperglede
- å være utholdende

Kunnskap om teknologi og samfunn handler om å forstå konsekvensene av den teknologiske utviklingen. Teknologi har gjennom historien preget samfunnet så sterkt at det har gitt navn til historiske epoker som steinalder, industrialder og romalder. Teknologi er viktig for den økonomiske utviklingen og har vidtrekkende konsekvenser for hvordan vi lever. Kunnskap om teknologi innebærer å reflektere over teknologiens muligheter og begrensninger, ta stilling til etiske dilemmaer og forstå hvordan teknologi kan fremme eller hemme en bærekraftig utvikling og kunnskap om salgbarhet, innovasjon og entreprenørskap³.

Skaperverksted og skaperkultur

Et skaperverksted er en arena for å skape og bruke teknologi. Skaperbevegelsen startet i USA og spredte seg raskt til en rekke andre land. I et skaperverksted betyr å *skape* å bruke materialer og verk-

tøy til å lage et produkt som kan være til nytte eller kun til glede. Grunnet for skaperbevegelsen er tilgang til nye digitale verktøy og materialer som vinylkuttere, 3D-printere, mikrokontrollere, servomotorer og dioder sammen med etablerte håndverksteknikker, materialer og verktøy.

Det er ikke rommet eller en samling med verktøy som definerer et skaperverksted, men muligheten til å skape. Skaperkulturen kjennetegnes av glede, fantastiske feil og samarbeid og bygger på en grunnleggende delingskultur. Skaperverksted i skolen gir en arena for å ta i bruk digitale verktøy, det fremmer interesse og læring, og det bygger opp under idéene som kommer til uttrykk i overordnet del av læreplanen.

Teknologi i norske læreplaner

Teknologi som skolefag har en lang tradisjon gjennom håndverksfagene sløyd og håndarbeid. Men i tråd med den teknologiske utviklingen og utbredelse av teknologiske produkter, har behovet for utdanning endret seg.

Teknologi ble etter hvert innført som eget fag i en rekke land. Dette påvirket også skoledebatten i Norge, og det har vært flere utredninger som har konkludert med å anbefale teknologi som eget skolefag. Siden 2006 har teknologi vært en del av grunnskolen i form av det obligatoriske, flerfaglige emnet teknologi og design. I tillegg har ungdomstrinnet fått valgfagene teknologi og design og programmering. Erfaring fra LK06 tydet imidlertid på at den obligatoriske teknologiundervisningen ble systematisk nedprioritert, og at teknologifaget har hatt for liten plass i skolen og læreplanverket⁴.

I LK20 er teknologi ett av fem kjerneelementer i skolefaget naturfag. Artikkelen *Teknologi i naturfag* (se s. 8) gir en mer detaljert beskrivelse av kjerneelementet teknologi og diskuterer likheter og forskjeller mellom fagområdene teknologi og naturfag.

Noter

¹ ITEA (2007) Standards for Technological Literacy : Content for the Study of Technology. Reston, VA: International Technology Education Association. Hentet fra www.iteea.org/File.aspx?id=67767

² Sanne mfl. (2016). Teknologi og programmering for alle. www.udir.no

³ Dahlin mfl. (2013). Teknologi og design i skolen. Cappelen Damm

⁴ Udir (2016). Teknologi og programmering for alle

INTRODUKSJON



Et skaperverksted trenger ikke være et eget rom med mye dyrt utstyr. III.: Elisabeth Killie Kanebog

INTRODUKSJON

Teknologi i naturfag

Fagområdene matematikk, naturvitenskap og teknologi blir ofte omtalt under samlebetegnelsen realfag. Selv om de tre fagområdene har mye til felles, er det også ulike særtrekk som gjør at vi omtaler dem som tre ulike fagområder. I den norske læreplanen for grunnskolen, LK20, er teknologi del av skolefaget naturfag som ett av fem kjerneelementer. Vi skal derfor se nærmere på hva som kjenner utegner fagområdene teknologi og naturvitenskap og hvordan dette kommer til uttrykk i beskrivelsen av kjerneelementet teknologi.

Naturvitenskap i teknologi og teknologi i naturvitenskap

Målet med naturvitenskap er å forstå verden, mens målet med teknologi er å endre verden. En partikkelfysiker arbeider med å forstå egenskapene til de minste byggesteinene i universet, mens en teknolog forsker på hvordan disse egenskapene kan utnyttes i for eksempel en kvantedatamaskin eller et kraftverk som produserer strøm. En biolog forsker på hvordan arvematerialet i celler er bygd opp, mens en bioteknolog vurderer hvordan denne kunnskapen kan utnyttes til genmodifisering av planter slik at de for eksempel tåler kulde, tørke eller sprøytemidler bedre.



En teknolog kan for eksempel forske på å utnytte vann i kraftverk for å produsere strøm. Foto: Quang Nguyen Vinh / pexels.com



Gjennom teknologi søker vi å utvikle hjelpemidler som skal gjøre verden bedre og lettere for oss. Men utvikling av hjelpemidler har alltid en pris, økonomisk, etisk eller miljømessig, og teknologi er derfor i sin natur verdiladet. Kompetanse i teknologi innebærer å kunne vurdere både virkning og bivirkning av hele produktets verdikjede med produksjon, bruk og som avfall.

Fagområdene teknologi og naturvitenskap er ulike, men de er samtidig gjensidig avhengig av hverandre. Teknologi utnytter ulike naturvitenskapelige prinsipper. En ullgenser utnytter egenskapene til ullfibrene og prinsippet om varmeledning og isolasjonsevne, og øl-



En biolog kan for eksempel forske på hvordan arvematerialet i celler er bygd opp. Foto: Ernesto Eslava / pixabay.com

INTRODUKSJON



Dampmaskinen ble utviklet som et teknologisk produkt før man kunne forklare prinsippene naturvitenskapelig. Foto: Erich Westendarp / pixabay.com

brygging og brødbaking er eksempel på bioteknologi som utnytter egenskapene til gjærsoppen. Men det er ikke nødvendigvis den naturvitenskapelige kunnskapen som kommer først. Dampmaskinen ble utviklet som et teknologisk produkt lenge før man hadde kunnskap om partikkelmodellen og kunne bruke den til å forklare fenomenene trykk og faseoverganger. Teknologisk utvikling bygger ofte på praktisk og erfaringsbasert kunnskap.

Samtidig er utvikling av naturvitenskapelig kunnskap avhengig av stadig bedre teknologi. Utvikling av bedre linser til teleskop var en nødvendig forutsetning for å kunne se ut i verdensrommet og endre vårt verdensbilde fra geosentrisk til heliosentrisk. Og moderne naturvitenskap er helt avhengig av avanserte sensorer og målesystemer for å utforske alt fra det aller største og til det aller minste.

Naturvitenskapelige og teknologiske praksiser og tenkemåter – utforskende og skapende

Det store skillet mellom de to fagområdene naturvitenskap og teknologi kommer til uttrykk i formålet med faget. I naturvitenskap søker man å utforske og lage forklaringer, og i teknologi er målet å skape produkter som fyller ulike funksjoner. Resultatet av utforskende aktiviteter i naturvitenskap er kunnskap, og resultatet av skapende arbeid i teknologi er et produkt som fyller en funksjon. Det er viktig å presisere at denne inndelingen ikke betyr at naturvitenskapelig arbeid ikke kan være kreativt og skapende eller

at utforskende aktiviteter ikke har en naturlig plass i teknologisk praksis. Men inndelingen i utforskende og skapende arbeidsmåter gir uttrykk for viktige forskjeller i naturvitenskapelig og teknologisk praksis.

Det amerikanske rammeverket NGSS¹ beskriver naturvitenskapelige praksiser (scientific practices) som det forskere gjør for å utforske den naturlige verden og teknologiske praksiser (engineering practices) som det ingeniører gjør for å designe og lage systemer. Engelskspråklige land skiller mellom teknologi (technology) og ingeniørkunst (engineering), men på norsk er ikke skillet like tydelig, og ingeniørkunst er integrert i begrepet teknologi.

Teknologiske praksiser og tenkemåter i kjerneelementet teknologi

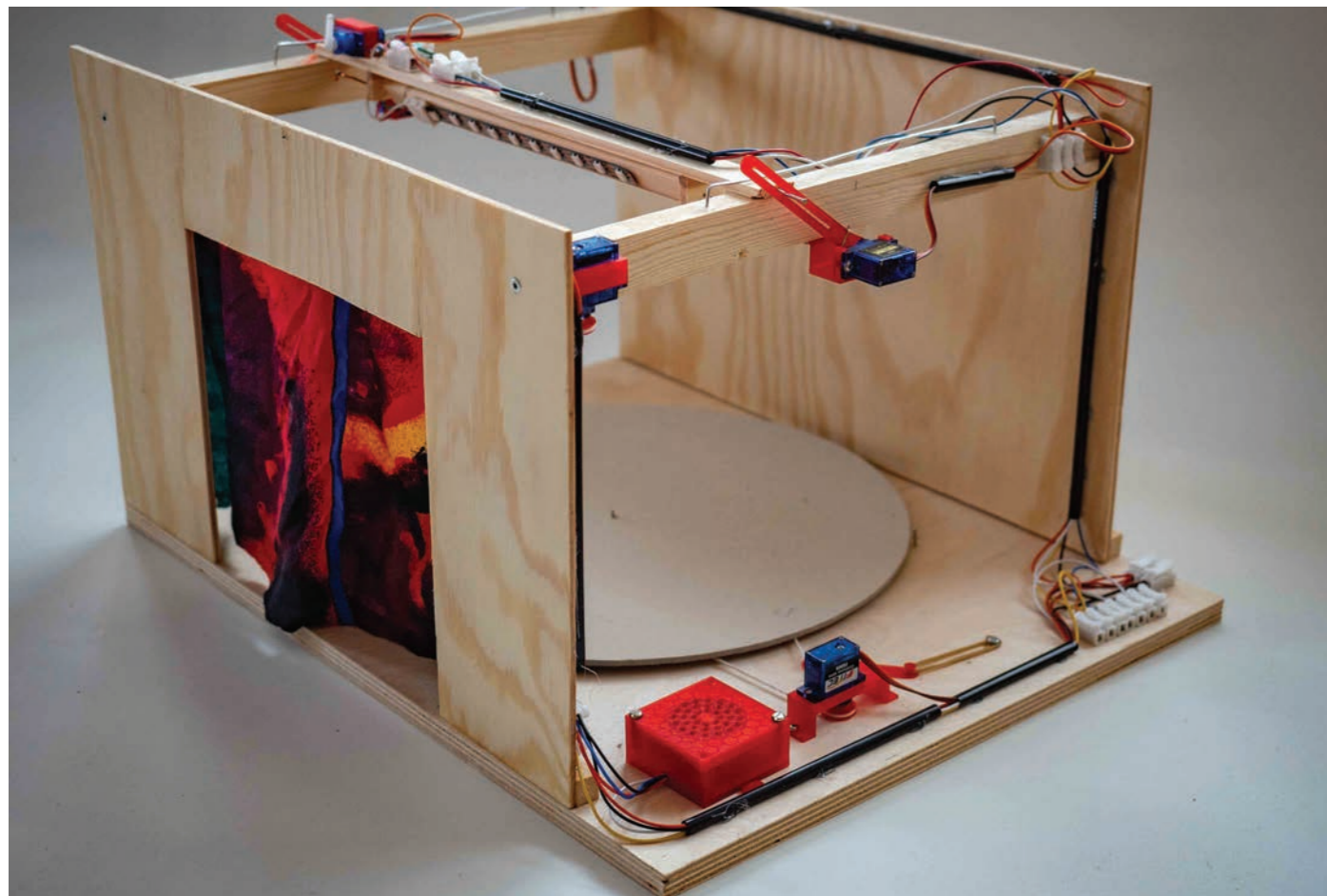
I LK06 var teknologi og design et tverrfaglig emne i fagene naturfag, kunst og håndverk og matematikk. I LK20 er fagområdet teknologi plassert inn i naturfaget som ett av fem kjerneelementer. Kjerneelementet teknologi beskriver ikke hvilke teknologier elevene skal arbeide med. I stedet beskrives teknologiske praksiser som å programmere og modellere og å tenke kreativt og nyskapende. Kjerneelementet teknologi er beskrevet i LK20, og på neste side er denne beskrivelsen delt inn i punkter der vi har uthevet sentrale verb første gang de opptrer i teksten.

INTRODUKSJON

- Elevene skal **forstå, skape og bruke** teknologi, inkludert programmering og modellering, i arbeid med naturfag.
- Gjennom å bruke og skape teknologi kan elevene kombinere erfaring og faglig kunnskap med å **tenke kreativt og nyskape**.
- Elevene skal **forstå** teknologiske prinsipper og virkemåter.
- De skal **vurdere** hvordan teknologi kan bidra til løsninger, men også skape nye utfordringer. Kunnskap om og kompetanse innenfor teknologi er derfor viktig i et bærekraftsperspektiv.
- Arbeid med kjerneelementet teknologi skal **kombineres** med arbeid knyttet til de andre kjerneelementene.

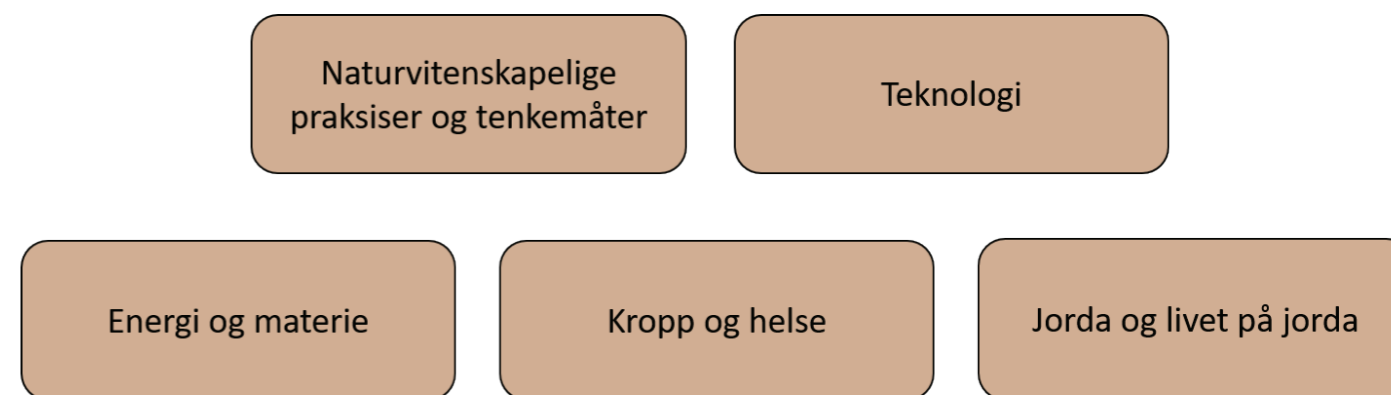
For å kunne forankre egen naturfagundervisning i kjerneelementet er det viktig å forstå og tolke innholdet. Basert på vår kunnskap om og erfaring med teknologi og teknologiundervisning tolker vi verbene i læreplanen på følgende måte:

Å **forstå** teknologi innebærer å kunne analysere et teknologisk produkt og forklare hvordan det virker. Det betyr å begrunne valgene som er gjort knyttet til design, materialvalg, produksjon og bruk av produktet og vurdere kvaliteten på løsningene. Det innebærer også å se sammenheng mellom teknologiske mekanismer og virkemåter og naturvitenskapelige forklaringsmodeller.



Modell av et mekanisk teater som eksempel på å tenke kreativt og nyskape og bruke programmering, 3D-printing og praktiske ferdigheter. Foto: Petter Brodal

INTRODUKSJON



To av de fem kjerneelementene har fått en overordnet rolle i LK20.

Å **skape** teknologi innebærer «å gjøre» teknologi og å **tenke kreativt og nyskape**. Det handler videre om å få anledning til å trene den kreative muskelen og utvikle kreative egenskaper.

Å **bruke** teknologi innebærer å utvikle teknologiske ferdigheter som bare kan tilegnes gjennom øving. Det betyr at elevene må få trene på å bruke ulike verktøy, materialer og teknikker gjennom praktiske oppgaver som er tilpasset alder og forutsetninger. Programmering har elementer av den samme praktiske kunnskapen som også må tilegnes gjennom øving. Elevene trener på praktiske ferdigheter ved å designe og lage teknologiske produkter.

Å **vurdere** teknologi betyr å ha kunnskap om teknologi og samfunn. Det innebærer å reflektere over teknologiens muligheter og begrensninger, ta stilling til etiske dilemmaer og forstå hvordan teknologi kan fremme eller hemme en bærekraftig utvikling. Det betyr også å ha kunnskap om salgbarhet, innovasjon og entreprenørskap.

Å **kombinere** teknologi med andre kjerneelementer innebærer å «finne naturvitenskapen» i et teknologisk produkt eller prosess. Dette er ikke alltid helt enkelt.² I et teknologiprojekt er elevene opptatt av å finne praktiske og gjennomførbare løsninger på det de skal lage, og de er ofte ikke opptatt av de naturvitenskapelige forklaringene som ligger til grunn. Men vi mener likevel at praktiske oppgaver både er engasjerende og kan legge et godt grunnlag for videre arbeid og læring i naturfag.

Kjerneelementer i LK20

Kjerneelementene er ment å fremheve det viktigste innholdet og hva elevene skal lære i faget. To av kjerneelementene, naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter og teknologi, har fått en overordnet rolle ved at arbeidet med disse to kjerneelementene skal kombineres med arbeid knyttet til de andre kjerneelementene. Dette er illustrert i figuren over.

Læreplanen i naturfag (LK20) inneholder to fagområder: naturvitenskap og teknologi. Etter vår mening kan kjerneelementet teknologi betraktes som en beskrivelse av teknologiske praksiser og tenkemåter. Det innebærer at naturfaglige praksiser og tenkemåter i skolen består av to deler: naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter og teknologiske praksiser og tenkemåter.

I beskrivelsen av begge de to kjerneelementene om praksiser og tenkemåter står det at «arbeidet med kjerneelementet ... skal kombineres med arbeid knyttet til de andre kjerneelementene». Læringsressurser og aktiviteter i naturfag må derfor legge til rette for denne kombinasjonen. Praktiske og skapende erfaringer med teknologi kan både bidra til utvikling av teknologisk kompetanse og gi et viktig praktisk erfaringsgrunnlag for videre arbeid med de andre kjerneelementene i naturfag.

Noter

- 1 Next Generation Science Standards www.nextgenscience.org
- 2 Dahlin mfl (2013). Teknologi og design i skolen. Cappelen Damm



SKAPERSKOLEN

Skaperskolens didaktiske plattform

Skaperkultur kjennetegnes av praktisk skapende arbeid med materialer og verktøy, eierskap og valgfrihet. I prosjektet Skaperskolen samarbeider Naturfagsenteret og vitensentrene om å ta skaperkultur inn i klasserommet. Skaperskolens didaktiske plattform er et sett med verdier, prinsipper og verktøy som ligger til grunn for alle ressursene som er utviklet i prosjektet.

Læring gjennom laging

I skolen skal elevene lære ferdigheter og kompetanser for framtidig liv og yrkesliv. Ressursene i Skaperskolen er utviklet fra spørsmålet: Hva kan elevene lage for å lære dette? Læring er målet, og læringen skjer gjennom praktiske aktiviteter. Ofte skjer læring mest gjennom tenking inne i eget hode. Du leser noe, svarer på spørsmål eller skriver en oppsummering. Men den beste forutsetning for læring er at du er engasjert i en meningsfull aktivitet utenfor eget hode. For eksempel lage en skisse for å forklare noe eller bygge en modell. Det gjør aktiviteten virkelig og egnet til å dele med andre¹. Vi lærer gjennom å teste ut ideene våre, og kunn-

skapsbygging skjer best gjennom å lage og bygge ting som er håndgripelige og delbare.

Det å lage og skape kan være grunnleggende meningsfylt og gi stor mestringfølelse. Alle delene i kroppen styres fra hjernen. Men hvor stor plass de ulike kroppsdelenes våre tar i hjernen, er ikke proporsjonalt med størrelsen på kroppsdelen. Hendene opptar en uforholdsmessig stor plass og forskerne tror at årsaken til gleden ved praktisk arbeid er at så mye av hjernebarken blir stimulert når hendene er sysselsatt².

Skaperskolen

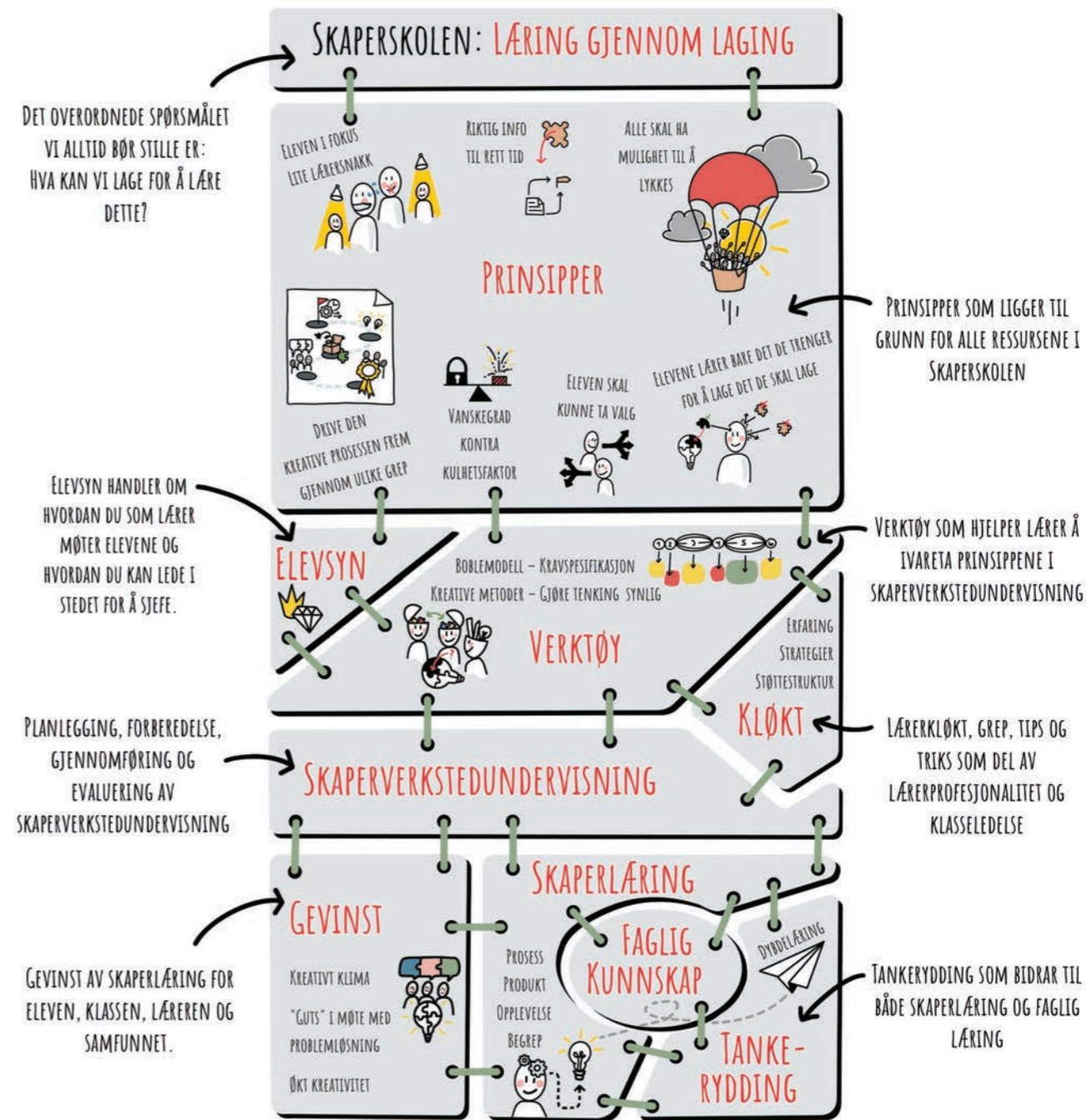
Skaperskolen er et samarbeidsprosjekt mellom Naturfagsenteret og ti av landets vitensentre. Prosjektet er finansiert av Sparebankstiftelsen. Målet med prosjektet er å ta skaperverkstedet inn i skolen gjennom utvikling av ressurser og kurs for lærere og skaperfestivaler for barn og unge. På skaperskolen.no finnes det undervisningsressurser for lærere innen teknologi, programmering og skapermetodikk.

Undervisningsoppleggene er tverrfaglige, legger vekt på praktisk skapende arbeid og bruk av ulike materialer, teknikker og verktøy. I arbeid med ulike oppdrag jobber elevene med alt fra prototyping i plastilin til elektroniske komponenter, digitale verktøy og programmering.

Et skaperverksted i skolen handler ikke om det fysiske rommet eller mengden dyrt utstyr og verktøy. Det handler om en kultur for å skape og dele og om læring gjennom laging. Skaperkulturen er leken og interesserevet, og aktivitetene er kjennetegnet av samarbeid, at man deler kunnskap, materialer og verktøy og av praktisk læring og utforskning.

Skaperskolens didaktiske plattform bygger på forskning om læring gjennom praktisk arbeid. Den består av prinsipper og verktøy som støtter læreren i gjennomføring av praktisk arbeid i klasserommet. Alle undervisningsressursene i Skaperskolen gir praktiske eksempler på bruk av prinsipper, verktøy og grep fra den didaktiske plattformen.

SKAPERSKOLEN



Oversikt over Skaperskolens didaktiske plattform.

SKAPERSKOLEN

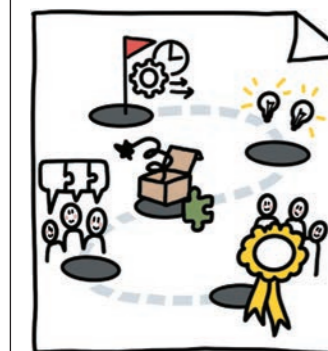
Grunnleggende prinsipper for Skaperskolen:



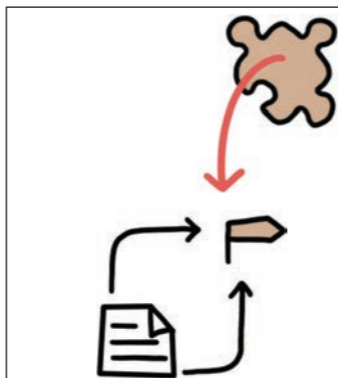
Alle skal ha mulighet til å lykkes
Oppgavene bør ha lav inngangsterskel og stor takhøyde. Det skal være utfordringer for alle og tilstrekkelige støttestrukturer til at alle kan oppleve mestring.



Vanskegrad og kulhetsfaktor på oppdraget må balanseres
Det er mer motiverende å yte en ekstra innsats når prosess eller produkt er engasjerende og gir mening. Vanskelige oppgaver som krever en ekstra arbeidsinnsats for å løses, bør få en spesielt relevant og engasjerende ramme.



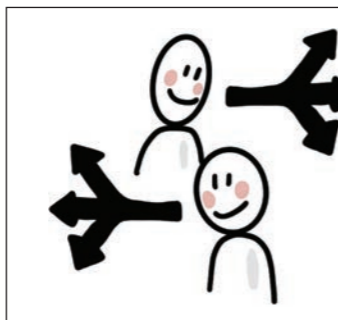
Den kreative prosessen drives fram gjennom ulike grep
En kreativ prosess trenger struktur og rammer. Skaperskolen benytter ulike metoder for å strukturere og drive den kreative prosessen framover.



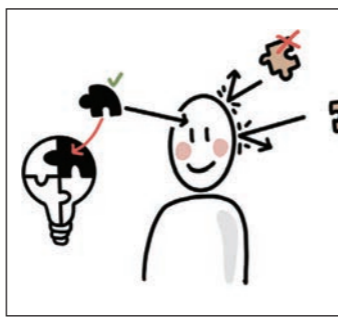
Riktig informasjon til rett tid
Det bør ikke gis for mye informasjon på en gang. Den informasjonen som trengs bør gis når den trengs.



Elevene i fokus og lite lærersnakk
Så mye som mulig av tiden skal gå til elevaktivitet. Læreren styrer prosessen og gir nødvendig praktisk og faglig informasjon.

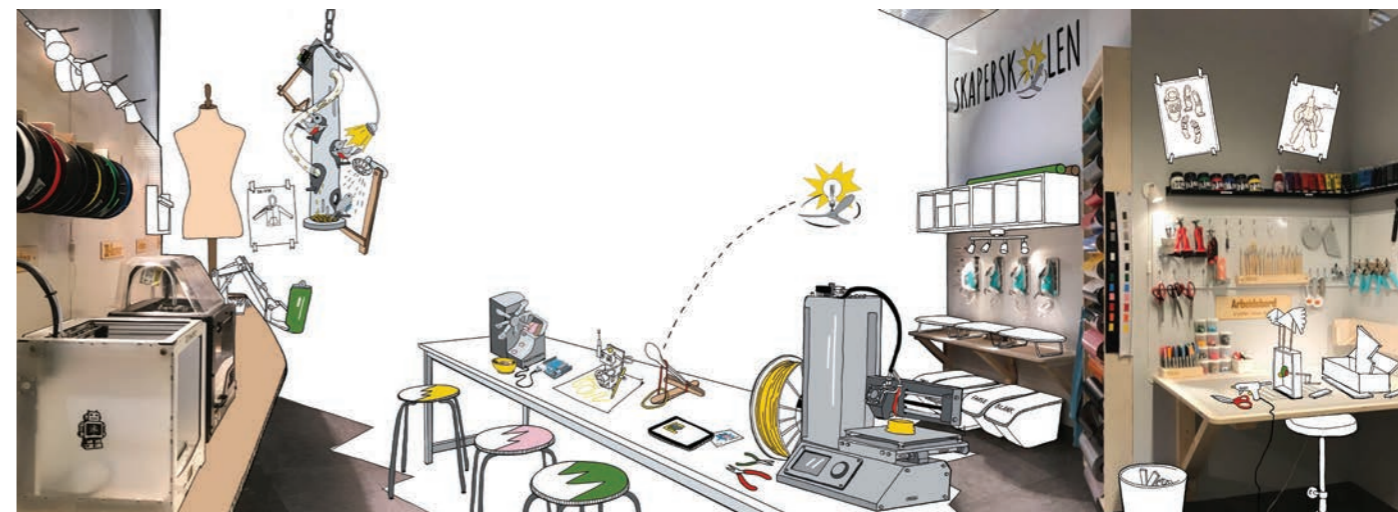


Eleven skal kunne ta valg
Valgfrihet bidrar til eierskap og engasjement. Elevene bør oppleve å ha kontroll og kunne ta valg.



Elevene lærer bare det de trenger for å lage det de skal lage
Bare relevant fagstoff bør introduseres. Den praktiske erfaringen kan brukes til faglig læring i etterkant.

SKAPERSKOLEN



Et skaperverksted legger til rette for kreativitet.

Gevinster ved skaperlæring

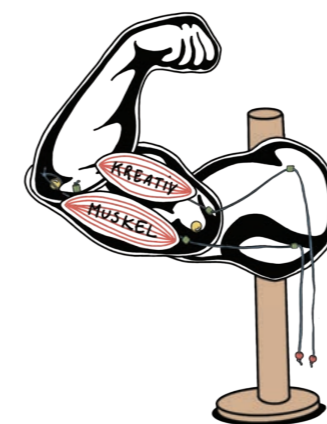
Kreativt klima. Det er et mål for Skaperskolen å støtte læreren i å etablere et kreativt klima i klasserommet. Er klassemiljøet preget av konkurranse eller redsel for å gjøre feil, hemmes kreativitet. Du som lærer kan gjøre en rekke grep for å fremme et kreativt klima som vil bidra til et bedre miljø og større fellesskapsfølelse i klassen. Men det tar tid å endre en kultur, og det kreative klimaet må også omfatte læreren. Læreren må by på seg selv og gå fram som et godt eksempel, både når det gjelder å dumme seg ut og å våge å feile (se artikkel om kreative metoder på s. 24).

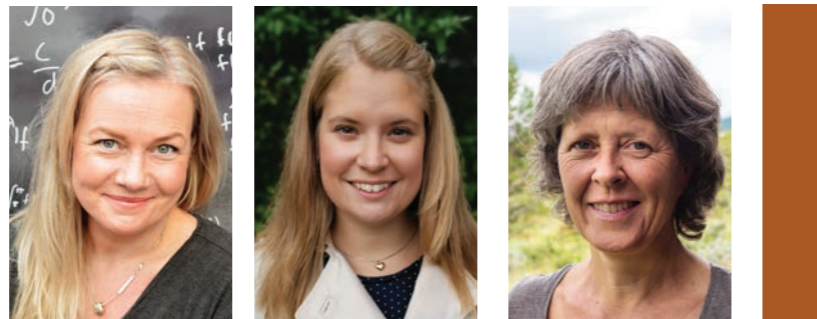
Pågangsmot i møte med problemløsning. Kompetanse i problemløsning er sterkt avhengig av erfaring og kunnskap innen et fagområde. Du er ikke nødvendigvis en god problemløser innen søm og tekstil selv om du er det innen programmering. Gjennom Skaperskolen kan elevene erfare problemløsning innen ulike emner og fagområder. Et kjennetegn på et skaperoppdrag er at det er like mange ulike løsninger som det er elevgrupper. Det er et mål for Skaperskolen at elevene utvikler en positiv holdning til problemløsning. Som Pippi sa: «Dette har jeg ikke gjort før, så det får jeg sikkert til.»

Økt kreativitet. Gjennom Skaperskolen ønsker vi at elevene skal få trent «den kreative muskelen». Vi blir mer kreative ved å lære oss kreative metoder og trene på kreativ tenking. Med en godt trent kreativ muskel, vil du komme raskere fram til bedre løsninger, også på dagligdagse utfordringer³ (se artikkel om kreative metoder på s. 24).

Noter

- 1 Martinez, S. L., & Stager, G. (2019). Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom. Torrance, CA: Constructing modern knowledge press
- 2 Blakemore, S. J., & Frith, U. (2005). The learning brain: Lessons for education. Blackwell publishing.
- 3 Lerdahl, E. (2017). Nyskapning. Arbeidsbok i kreative metoder. Gyldendal Akademisk





SKAPERSKOLEN

Planleggingsverktøyet boblemodellen

Planleggingsverktøyet boblemodellen er utviklet for å hjelpe læreren med å ivareta prinsippene i skaperskolens didaktiske plattform. Boblemodellen bidrar til å strukturere en tydelig stegvis prosess som veksler mellom elevfrihet og mer lærerstyrt arbeidsøkt og å inkludere grep for å drive den kreative prosessen videre. I denne artikkelen gir vi også konkrete tips til hvordan du som lærer kan gjennomføre skaperverkstedundervisning og dermed gå «fra kaos til kos».

I et skaperverksted skal elevene arbeide selvstendig og ha mulighet til å påvirke sluttresultatet. Arbeidet bør gi mening for elevene slik at de ønsker å yte en ekstra innsats. Men hvis oppgavene er for åpne og mangler rammer, kan det lett føre til kaos.

Boblemodellen

Boblemodellen er et hjelpemiddel både i planlegging og gjennomføring av et skaperoppdrag, for å ivareta prinsippene i Skaperskolens didaktiske plattform (se artikkel på s. 12).

Modellen er en visuell representasjon av undervisningen, der stegene i prosessen blir visualisert med bobler i ulike farger og former. Den gir et umiddelbart overblikk over prosessen som elevene skal følge gjennom opplegget, den viser når elevene jobber styrt av lærer og når de jobber mer på egen hånd. På den måten bidrar boblemodellen til større bevissthet om balanse mellom styring og elevfrihet. Den gir prosessen en innramming og gjør det lettere å legge inn grep for å veilede elevene fra start til slutt.

Planleggingsverktøyet har fått navnet sitt på bakgrunn av boblene vi tegner opp for de ulike delene av et undervisningsopplegg. Hver boble representerer en aktivitet eller fase i prosjektet. Boblene angir ikke tidsbruk, men illustrerer hvilken type aktivitet som foregår i klasserommet.

Det er viktig at hvert steg i prosessen ikke varer for lenge og forstyrrer flyten i arbeidsprosessen. I møtepunktet mellom boblene

samler læreren elevens oppmerksomhet og gir ny informasjon som leder elevene videre i den kreative prosessen. Figuren på neste side viser boblemodellen for undervisningsopplegget *Oppfinnerverksted*. Figuren illustrerer hvordan boblene viser til ulike faser eller aktiviteter i et prosjekt. Form og farge illustrerer type aktivitet og grad av elevfrihet.

Form og farge på boblene

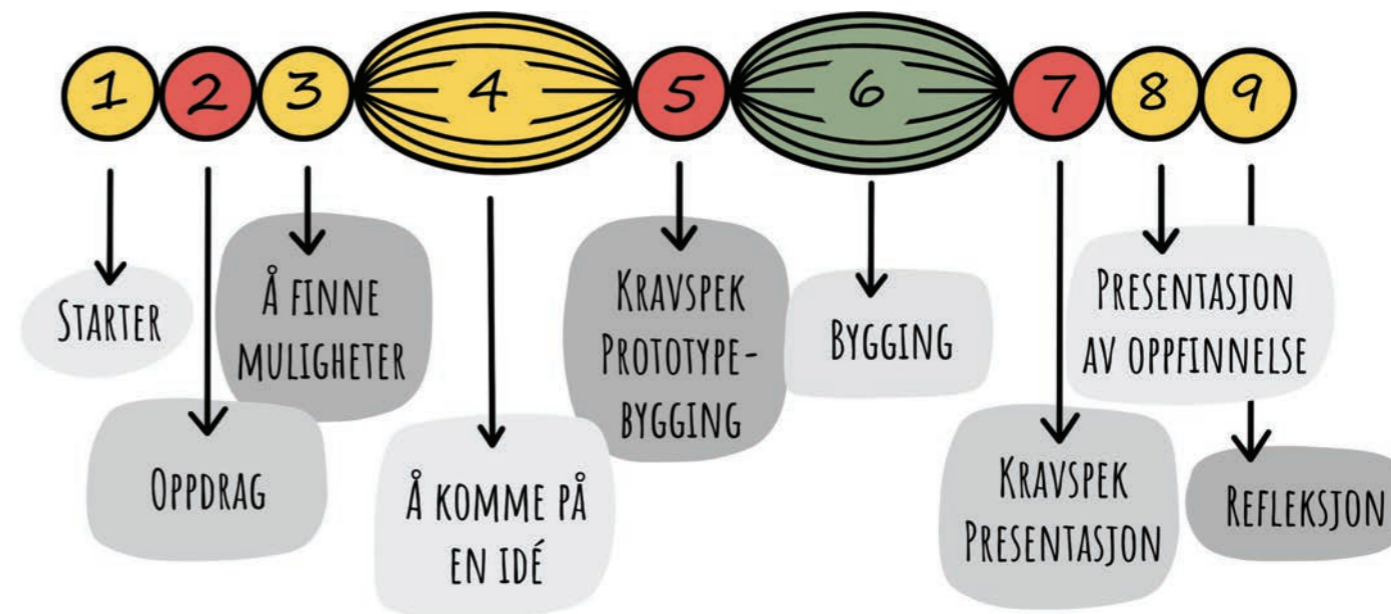
Boblemodellen bygges opp av to typer bobler, de små og runde og de større boblene som ser ut som meloner. De små boblene illustrerer aktiviteter der elevenes oppmerksomhet er rettet mot lærer eller mot samme type aktivitet. De store boblene illustrerer aktiviteter hvor elevene arbeider individuelt eller i gruppe.

Fargen på boblene viser grad av lærerstyring og elevenes valgfrihet. De små boblene kan være gule eller røde, men aldri grønne. De store boblene kan være gule eller grønne, men aldri røde.

De små, røde boblene er helt lærerstyrt. Dette kan for eksempel være når elevene får deler av kravspesifikasjonen eller annen nødvendig informasjon fra lærer. Disse boblene bør ikke vare for lenge.

De små, gule boblene kjennetegnes ved at læreren har lagt tydelige føringer for aktiviteten, slik at det er lite valgfrihet. Alle elevene gjør det samme med minst mulig innblanding fra læreren. For eksempel kan det være at elevene følger en manual med ferdighetsøvelser eller viser fram et produkt og får respons fra medelever.

SKAPERSKOLEN



En stor, gul boble viser en aktivitet der elevene har fått klare rammer og en bestemt metode. En stor, grønn boble viser en aktivitet der elevene arbeider selvstendig for å løse oppdraget og oppfylle kravspesifikasjonen. Elevene må ikke følge en bestemt metode eller prosess gitt av læreren.

Boblemodellen ivaretar prinsippene i Skaperskolen

I artikkelen om Skaperskolens didaktiske plattform (se s. 12) presenterte vi prinsippene for Skaperskolen. Boblemodellen er utviklet som et verktøy for å sikre at vi ivaretar prinsippene i planlegging og gjennomføring av skaperverkstedundervisning:

Alle skal ha mulighet til å lykkes. Boblemodellen hjelper deg med å se hvilke ferdigheter og kunnskap elevene må ha for å mestre oppdraget. Den gjør det enklere å planlegge hvilke instruksjoner som trengs, hvilke støttestrukturer elevene trenger for å mestre oppgaven og når disse bør komme i prosessen.

Riktig informasjon til rett tid. Boblemodellen gir oversikt over arbeidsprosessen og alle aktivitetene. Dette gjør det lettere å se hvilken informasjon som må komme når og hvilken opplæring som

må til for å lykkes i neste boble. Hvis informasjonen ikke brukes i boblen etter, må den vente til senere.

Elevene i fokus og lite lærersnakk. Mange små røde bobler betyr at det er for mye lærersnakk. Kan eleven lære på en annen måte? Prøv å gjøre de røde boblene gule ved å tenke på hva elevene kan gjøre for å lære.

Elevene skal kunne ta valg. Boblemodellen bidrar til at vi må planlegge for at elevene kan ta bevisste valg. Det er gjennom bevisste valg at det skjer læring (se artikkel om skaperlæring på s. 28). Møtepunktene mellom boblene er steder i prosessen der elevene må ta avgjørelser som påvirker sluttresultatet.

Elevene lærer bare det de trenger for å lage det de skal lage. Vi kan bruke boblemodellen til å sjekke at informasjonen som gis i de små boblene er nødvendig for det eleven skal lage. Hvis ikke, bør det droppes for å redusere «lærersnakk». Det du ønsker at elevene skal lære, må komme til uttrykk i kravspesifikasjonen (se s. 20).

Den kreative prosessen drives fram gjennom ulike grep. Boble-

SKAPERSKOLEN

modellen er kartet som viser den kreative prosessen. I skaperverkstedundervisning skal elevene ledes gjennom en kreativ prosess fra start til slutt. Boblemodellen bidrar til bevissthet om de ulike fasene og hvilke grep og metoder du som lærer bør bruke for å styre prosessen (se s. 24).

Vanskegrad og kulhetsfaktor på oppdraget må balanseres. Når vi planlegger skaperverkstedundervisning, bør vi alltid spørre oss: Er elevenes oppdrag engasjerende nok til at elevene vil yte innsatsen som trengs for å komme i mål? Har elevene støttestrukturene som trengs for å lykkes og oppleve mestring? Hvis svaret er ja, er det balanse mellom vanskegrad og kulhetsfaktor.

Skaperverkstedundervisning

Det kan være utfordrende både for læreren og elevene å forholde seg til elevfriheten og de åpne rammene som er i et skaperverksted. Læreren kan oppleve å miste kontrollen, og elevene kan bli usikre fordi sluttproduktet og veien dit ikke er klart fra starten av. Heldigvis er det noen grep vi kan gjøre for å sette rammer for arbeidet og strukturere prosessen:

Bruk av startere. En starter er en kort og leken aktivitet i starten av et undervisningsopplegg. Den brukes til å få elevenes oppmerksomhet og vekke engasjement. Aktiviteten kan være knyttet til det faglige temaet i oppdraget, men det er ikke nødvendig. Startere kan også brukes underveis i et opplegg eller når det er naturlige stoppunkter, for eksempel etter en pause eller i starten av en ny undervisningsøkt. Startere skal stimulere til tenking, kreativitet, samhold og skape tillit i et kreativt og leket miljø. Målet er å gi en god start på timen for alle elevene. Starteren er en aktivitet som er gøy og som alle skal mestre. Startere gjør at alle elevene kan glede seg til timen, fordi de vet at det skjer noe gøy hver time. Det vil også gi motivasjon for å komme tidsnok til timen. Mange av starterne er samarbeidsoppgaver som fremmer gruppefølelse, gir klassen noe felles å snakke om og lager et godt miljø hvor kreativitet og skaperglede kan vokse.

Unngå for mye informasjon og innblanding. I skaperverkstedundervisning gjelder regelen «mindre oss, mer dem». Hver gang lærer ønsker å bryte inn i en læringsaktivitet, bør spørsmålet være: er det mulig for meg å gjøre eller si mindre?! Vi bør søke å unngå for mye informasjon, for mye instruksjon og for mye innblanding. Ofte kan det lærer ønsker å si, gjøres om til en aktivitet der elevene

lærer det de trenger gjennom aktiviteten fremfor at lærer forklarer og snakker. I stedet for å bruke mye energi på å tenke ut de gode eksemplene og forklaringene, kan man fokusere på å lage gode aktiviteter der elevene lærer. Dette vil typisk være de gule boblene i boblemodellen.

Gå strafferunder. Elevene bør få rett informasjon til rett tid. Derfor er mange små og korte beskjeder spredd ut gjennom hele opplegget. Dette er beskjeder som er kritiske for elevene for å komme videre og finne sin egen vei i de grønne boblene. Dersom du ser at du har glemt å gi viktig informasjon, er det bedre å «gå strafferunder» enn å avbryte hele klassen og forstyrre flyten i arbeidet. En strafferunde er å gå rundt til alle elevgruppene med den viktige informasjonen du glemte å gi til hele klassen i fellesskap.

Støttestrukturer. Det er en vanskelig balanse mellom for mye styring og støtte fra læreren og det å la elevene stå fast og finne løsningen selv. I en skaperverkstedsaktivitet skal elevens stemme komme tydelig frem, og støttestrukturene må derfor ikke være for styrende. Er de for styrende, vil de begrense elevene og hindre dem i å ta valg underveis. Gode støttestrukturer kan elevene støtte seg til når de trenger det for å strukturere prosessen, hjelpe til med å ta valg, legge til rette for samarbeid og overkomme hindre for å komme i mål med oppgaven. Etter hvert som elevene blir trygge på måten man jobber på i et skaperverksted, vil de trenge færre støttestrukturer fra lærer, og de kan i større grad lene seg på egne evner og andre medelever. Det å kunne bygge sine egne støttestrukturer er et av de langsiktige læringsmålene i et skaperverksted.

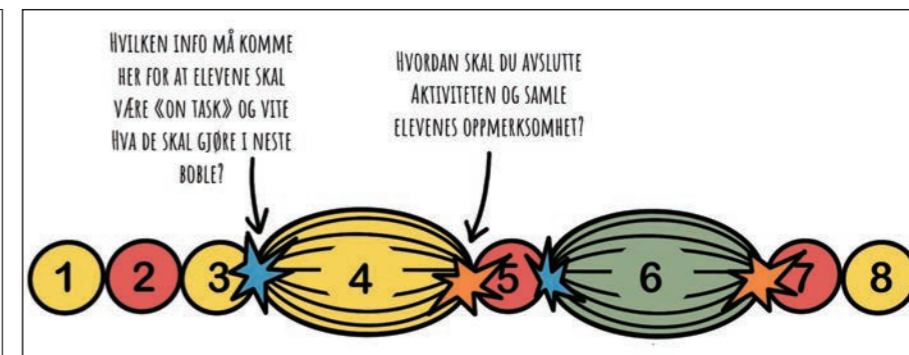
Lytt til lyden i klasserommet. Når skal man egentlig avbryte en aktivitet? Det er viktig at elevene får nok tid til å jobbe med oppgaven, slik at de føler de mestrer den, men for lang tid vil gjøre elevene ufokuserte og demotiverte. Et triks kan være å lytte til lyden i klasserommet. Idet du setter elevene i gang med aktiviteten i en grønn boble, vil lyden stige. Engasjerte elever lager mye lyd! Når de fordyper seg og konsentrerer seg om oppdraget, blir det ofte en mer dempet mumling i rommet. Når lyden stiger igjen, kommer den gjerne fra ufokusert støy, og samtalen dreier seg om andre ting. Idet lyden er på vei opp for andre gang, er det lurt å stoppe elevene og gå til neste steg av prosessen. Da er de ofte klare for et nytt grep.

Kritiske punkter. I alle opplegg er det noen kritiske punkter. Hvilken informasjon er nødvendig for at elevene skal komme videre

SKAPERSKOLEN



Eksempel på en starter.



Kritiske punkter i en skapende prosess.

uten at det blir kaos? Hvilke grep kan jeg gjøre for å samle klassen etter en periode med selvstendig arbeid? Det er i disse punktene det kan gå galt i et skaperverkstedsopplegg, og det kan være lurt planlegge disse ekstra nøye, særlig de første gangene. Et tips er å bruke boblemodellen i gjennomføringen. Tegn inn de kritiske punktene, og skriv stikkord slik at du husker alle beskjedene som må gis. Det finnes mange ulike strategier for å samle klassen og få oppmerksomheten, f. eks. klapping, blinke med lyset, rim og regler. Bruker de utstyr som går på elektrisitet, som loddebolter eller limpistoler, kan du ta støpselet ut av stikkontakten når du mener aktiviteten er over og tiden er ute.

Endre arbeidsstasjoner. Det å avbryte noen i en kreativ flyt er vanskelig. Har dere mulighet til det, kan det være lurt å dele klasserommet inn i ulike soner. Ta elevene bort fra arbeidsbenkene når du skal gi beskjeder. Har de ikke arbeidet foran seg, kan de heller ikke fortsette, og de må dermed rette oppmerksomheten mot deg. Er det mye forstyrrelser mellom gruppene i idemyldringen, kan du sette elevene under pultene. Dette gir følelsen av å sitte i en hule, det er spennende og annerledes og gjør også at lydnivået går ned.

Kreativt klima. Gjennom hele den kreative prosessen må det være en kreativ og leken stemning, der elevene føler seg viktige og trygge. Uten dette er det vanskelig å tørre å ta risiko, gjøre feil og komme med ideer til løsninger. Det er du som sørger for et godt kreativt klima. Det kan du blant annet gjøre ved å innta en «jahloldning». Prøv å gi en positiv og støttende respons på elevenes forslag, selv om det kanskje er litt utenfor det du opprinnelig hadde tenkt. Det er en fordel om du som lærer kan gå foran med et

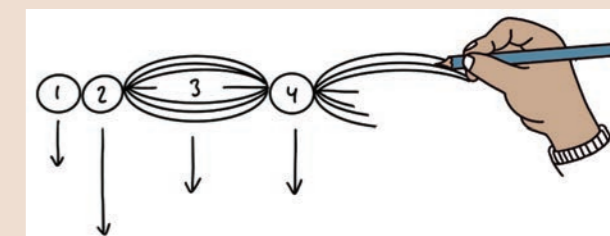
godt eksempel. Det er lov å dumme seg ut, by på seg selv og ikke ta seg selv så høytidelig.

Noter

1 Martinez, S. L., & Stager, G. (2019). Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom. Torrance, CA: Constructing modern knowledge press

Fordeler ved å bruke boblemodellen

- Prosjektet deles inn i ulike faser, noe som gir et overblikk.
- Du får en oversikt over når du bør gi beskjeder og informasjon.
- Fargekoder gir en økt bevisstgjøring rundt grad av elevfrihet i opplegget.
- Det er lettere å se hvor det er nødvendig med støttestrukturer for å sikre mestring.
- Engasjementet holdes oppe gjennom hele prosjektet.



SKAPERSKOLEN



Kravspesifikasjon

Å lage for å lære er essensen i alt vi gjør på Skaperskolen. Det vi ønsker at eleven skal lære, må gjenspeiles i det elevene skal lage. Hva kan elevene lage for å lære det vi ønsker de skal lære? Kravspesifikasjonen styrer det elevene skal lage, og gjennom kravspesifikasjonen må vi skape et behov for den kunnskapen vi ønsker elevene skal lære. Vi vil her bruke undervisningsopplegget *Trehytte* som eksempel på hvordan dette kan gjøres.

Kravspesifikasjon i Skaperskolen

De fleste undervisningsoppleggene i Skaperskolen inneholder kravspesifikasjoner som gjelder produktet, prosessen og/eller presentasjon av produktet. En kravspesifikasjon setter rammer for det skapende arbeidet og sier noe om hvordan et produkt skal se ut, hvordan det skal utvikles, hvilke behov det skal dekke og/eller hvilken teknikk det skal utformes med.

Kravspesifikasjon er en egen tekstsjanger med korte, presise og bydende setninger. Et kjennetegn ved en god kravspesifikasjon er at kravene er entydige. Vi bør unngå krav som at «produktet skal ha et pent utseende», noe som er subjektivt, lite målbart og ikke entydig.

En kravspesifikasjon bør:

- ha en overskrift
- være kort og rett på sak
- være entydig, målbar og objektiv
- ha et bydende språk
- ha krav delt inn i grupper, gjerne punktvis

Kravspesifikasjon styrer læring

Kravspesifikasjonen kan være en viktig del av lærerens planlegging når elevene skal lære gjennom å arbeide praktisk. Det vi ønsker elevene skal lære, kommer til uttrykk gjennom kravspesifikasjonen. Ønsker vi at elevene skal lære programmering, må kravspesifikasjonen til produktet inneholde krav om elementer

som skal programmeres. Ønsker vi at elevene skal lære om egenskaper til ulike materialer, må utforskning av ulike materialer være en del av prosessen. En kravspesifikasjon setter rammer for det skapende arbeidet og sier noe om hva som er oppdraget til elevene, krav knyttet til produktet og til prosessen.

Del opp kravspesifikasjonen

Kravspesifikasjonen kan med fordel deles opp slik at elevene får «rett info til rett tid» og bare blir presentert for de kravene som er relevante for den aktuelle fasen av arbeidet. Ved å presentere oppgaven for elevene gjennom et oppdrag i stedet for en lang liste med krav, kan vi hindre at det blir for mye informasjon i starten. Resten av kravspesifikasjonens innhold kommer som informasjonsdrøpp underveis i prosessen rett før elevene har behov for opplysningene.



Det kan være lurt å dele opp kravspesifikasjonen for å unngå at «rullegardina går ned».

SKAPERSKOLEN

I undervisningsopplegget *Trehytte* er kravspesifikasjonen delt i tre deler som blir presentert for elevene etter hvert som de er relevante (se boks til høyre). Det gjør kravspesifikasjonen håndterbar for elevene, og de får bare den informasjonen og de rammene de trenger for å komme videre i prosessen.

Innholdet i en kravspesifikasjon

Kravspesifikasjonen sier noe om hva vi skal gjøre. Det kommer til uttrykk i form av et hovedoppdrag eller som flere små oppdrag undervegs i skaperoppdraget. Kravspesifikasjonen setter rammer for oppdraget i form av tilgjengelig tid og ressurser, og den kan inneholde funksjonelle krav til produktet og eventuelt krav til prosessen.

Kravspesifikasjonen bør inneholde formål med undervisningsopplegget, der det faglige nivået kommer til syne i oppdraget. Produktkrav handler om teknologi, materialer og mekanisme. Mens prosesskrav handler om tid, presentasjon av produktet og metodevalg.

I *Trehytte* er formålet med undervisningsopplegget at elevene skal designe og bygge en modellhytte beregnet for en bruker. Krav til produktet er at modellen skal kunne festes til et minitre som elevene får tildelt. Prosesskrav er at modellen skal bygges innen en tidsramme som settes av lærer, det stilles krav til presentasjon av idé, design, byggeprosess og beskrivelse av det ferdige produktet, og at elevene må ta valg om bruker, brukertilpasning, form og bruk av materialer.

Justeringsmaskinen – tilpasse kravspesifikasjon til læring

Kravspesifikasjonen styrer hva vi ønsker elevene skal lære i et skaperskoleprosjekt og kan justeres for å tilpasses til de læringsmålene vi ønsker elevene skal arbeide med. Justeringsmaskinen (se neste side) er et verktøy som illustrerer hvilke ulike variabler vi kan justere for å tilpasse kravspesifikasjonen i ønsket retning. Den kan brukes for å tilpasse undervisningsoppleggene på Skaperskolen. no slik at de kan brukes på andre trinn enn det de er planlagt for, tilpasse oppdraget til egen elevgruppe, til ressursene vi har til rådighet, hva vi ønsker elevene skal lære og hvilke fag vi ønsker å arbeide med i opplegget. I tillegg kan justeringsmaskinen brukes i planlegging av egen skaperverkstedundervisning for å leke seg med ulike tilpasninger og justeringer.

Kravspesifikasjon til *Trehytte*

Oppdrag

Dere skal designe og bygge en modell av ei trehytte tilpasset dere selv. Modellen skal festes til et minitre.

Bygg modell

Tid: 90 min

- Modellen skal bygge på skissen og være tilpasset brukeren.
- Materialene skal forestille virkelige materialer.
- Hytta skal festes i minitreet.

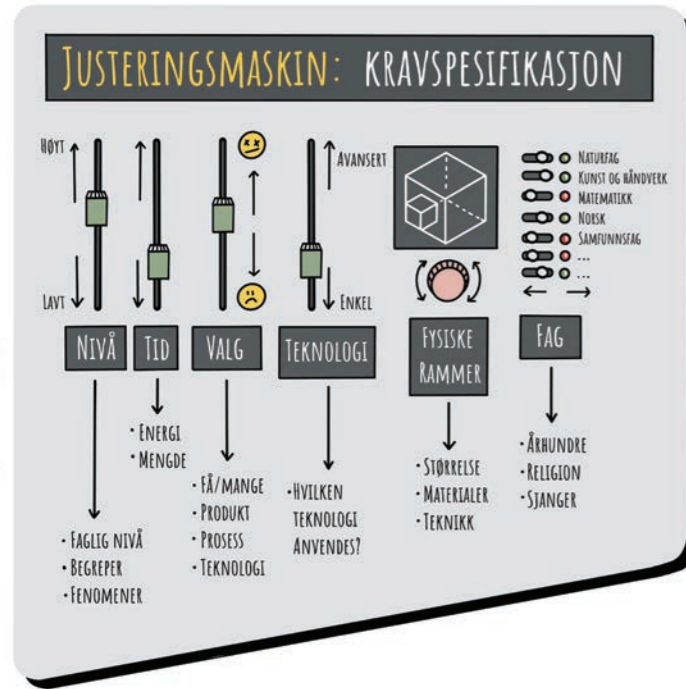
Utstilling og presentasjon

- Oversikt over hvilke bruker-, material- og utformingskort dere valgte.
- Skissene dere har tegnet og hvordan prosessen har vært.
- Beskriv hvordan hytta er tilpasset brukeren.
- Beskriv hvordan dere festet hytta til trestammen.



Foto: Skaperskolen

SKAPERSKOLEN



Vi bruker undervisningsopplegget *Trehytte* for å illustrere mulige måter å bruke justeringsmaskinen. De ulike variablene er ikke uavhengige. Endrer du én variabel, får det konsekvenser for de andre variablene.

Nivå. Vi kan senke eller heve nivået på opplegget ved for eksempel å legge til eller trekke fra krav. Vi kan senke nivået ved å begrense hvilke materialer som er tilgjengelige og spesifisere hvilken festeteknikk som skal brukes. Vi kan heve nivået ved å legge til krav som at hytta skal tåle en vekt med en gitt tyngde, at den skal være i en gitt målestokk eller at det skal legges inn lys i hytta.

Tid. Jo lengre tid vi bruker på et prosjekt, jo større kan vi gjøre det og flere fag kan trekkes inn. Det er viktig at tida er avpasset etter hvor mye vi forventer av elevene. Erfaringsmessig er det bedre at elevene har litt dårlig tid enn at de har for god tid.

Valg. Hvilke valg elevene kan ta, må sees i sammenheng med elevgruppa, hvilket trinn elevene er på og hvor mye erfaring elevene har med å jobbe med skaperverkstedaktiviteter. Det handler om

mengden valg, men også om på hvilke områder de kan ta valg. Husk at jo flere valg elevene kan ta når det gjelder produkt, teknikk, materialer og teknologi, jo mer krever det av elevene og av deg som lærer. Vær sikker på at elevene mestrer det de kan velge eller at du legger opp til tilstrekkelige støttestrukturer. Da slipper du å løpe rundt for å hjelpe elever som holder på med helt ulike teknikker, materialer eller teknologier.

Teknologi. Ved å endre hvilken teknologi vi bruker kan vi gjøre et undervisningsopplegg mer eller mindre avansert. I *Trehytte* kan vi legge inn ulike elementer:

- Vi kan legge inn et krav om at elevene skal lage en heiseanordning som kan heise de som eier hytta opp og ned fra hytta. Dette gjør at elevene må forstå trinsesystem. Eventuelt kan heisen drives av en motor og styres elektronisk.
- Vi kan be elevene legge inn lys i hytta.
- Vi kan be elevene programmere en microbit til å sensorstyre lys, fjernstyre og lage heis, åpne og lukke dører eller lage innbruddsalarm, termometer i hytta eller jordskjelvalarm.
- Vi kan fortelle at det kommer en inntrenger som de må beskytte seg mot. Hvordan ser hytta ut da?

Fag. I matematikk kan det legges inn krav om grunnflate, takhøyde og eventuelt takhøyde ut fra størrelsen på personen(e) som skal bruke hytta. I norsk kan det være aktuelt å skrive en tekst med historien om hytta og den som bor i hytta. I samfunnsfag kan elevene ta stilling til om hyttene kan settes sammen til et hyttesamfunn. Hvilke bygg trengs i et slikt samfunn, hvem bor der, hvilke regler har de osv. Det kan for eksempel beskrives et scenario der havstigningen har ført til at folk må bosette seg i trærne.

Spørsmål når du skal lage en kravspesifikasjon:

- Hvilke rammer er det lurt å sette i oppdraget?
- Hvilke krav bør du legge i formulering av oppdraget?
- Hvilke valgmuligheter får elevene gjennom oppdraget?
- Kan du dele opp kravspesifikasjonen?
- Når i prosessen er det hensiktsmessig at de ulike delene av kravspesifikasjonen kommer?
- Har jeg lagt inn krav som elevene ikke har kompetanse til?
- Hvilke støttestrukturer trenger elevene for å kunne løse oppdraget?



Foto: Skaperskolen



SKAPERSKOLEN

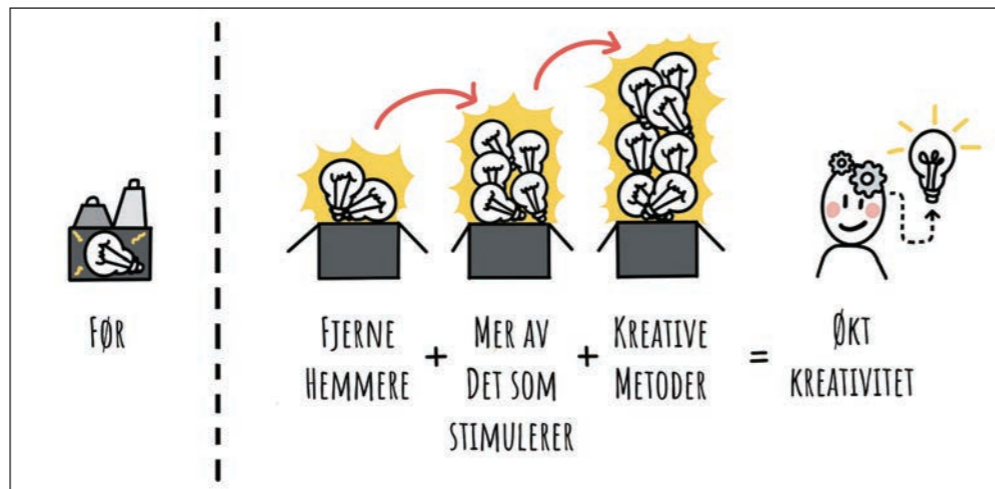
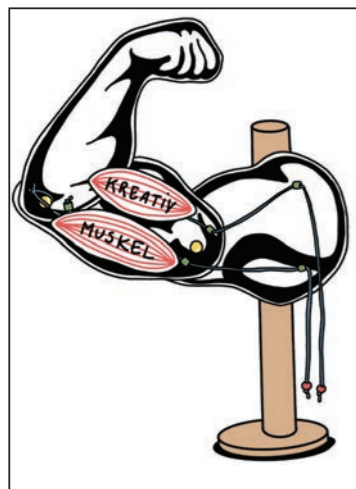
Kreative metoder

I følge overordnet del av læreplanen skal elevene tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter til å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger. Ferdighetene som er omtalt i læreplanen omfatter blant annet kreative ferdigheter. Men hva er kreative ferdigheter og hvordan kan elevene trene på det i skolen? Her vil vi presentere hvordan elevene gjennom Skaper-skolen kan bruke kreative prosesser og metoder for å trene den kreative muskelen.

Kreativitet knyttes gjerne til bestemte yrker som ofte beskrives som «kreative yrker» og mange tror at kreativitet er en mystisk nådegave som noen har fått. Men kreativitet er ikke knyttet til person eller profesjon. Kreative ferdigheter har man bruk for i nesten alle yrker, og både bønder, ingeniører, leger og lærere trenger å være kreative. Gode kreative ferdigheter er verktøy i møte med problemer der man må finne de gode løsningene. Kreativitet er ikke en forutbestemt egenskap, det er heller snakk om en «muskel» som alle har¹. Denne muskelen kan trenes gjennom å fjerne det som hemmer kreativiteten, gjøre grep som fremmer kreativitet og benytte kreative prosesser og metoder i «åpne, skapende opp-

gaver». Her spiller du som lærer en viktig rolle. Som figuren under til høyre viser øker kreativiteten og idétilfanget for hvert grep som gjøres. Den beste måten å utvikle kreativiteten til deg selv og elevene på, er at du som lærer gjør mer av det som stimulerer kreativitet og minimerer/fjerner det som hemmer, se tabellen på neste side.

Benytter du kreative metoder i tillegg, vil kreativitet og antall ideer øke ytterligere². Det handler om å bruke metoder for å få fram flest mulig ideer uten å vurdere dem som gode eller dårlige (utsette vurdering) og bearbeide ideene før elevene velger hvilken idé de vil gå videre med (utsette valg).



SKAPERSKOLEN

Faktorer som fremmer kreativitet	Faktorer som hemmer kreativitet
<ul style="list-style-type: none">• Lagfølelse og delingskultur• Lov å gjøre feil• Belønne de som tar risiko• Gi rom for feiling og utprøving• Oppmuntre til annerledes tenking• Leken og trygg atmosfære• Synliggjøre den enkeltes bidrag• Godt sosialt miljø• Interessante oppgaver• Godt sammensatte grupper med passe størrelse	<ul style="list-style-type: none">• Konkurransesituasjoner• Arbeid for ytre belønning• Fasisvar – frykt for å gjøre feil• Krav om og behov for enighet• Autoriteter• Gruppepress• Konflikter og motsetninger• Dårlig sosialt miljø (grupper kommuniserer dårlig, uvennskap, motvilje, utrygghet)• Automatisk nei• Vekt på evaluering og vurdering• Overvåking

Etablere et kreativt klima

Et kreativt klima er nødvendig for at kreativiteten skal blomstre. I mange klasser er elevene opptatt av «rett svar» og er redd for å svare feil.

A person who never made a mistake never tried anything new.
Albert Einstein

Skaperkulturen ønsker å løfte fram feil som noe positivt, og sammen med andre grep vil det bidra til å etablere et kreativt klima i klasserommet. Å endre klima og kultur i klasserommet tar tid. Det gjelder å være raus med både seg selv og elevene, minne seg selv på at det er lov å feile og så prøve en gang til.

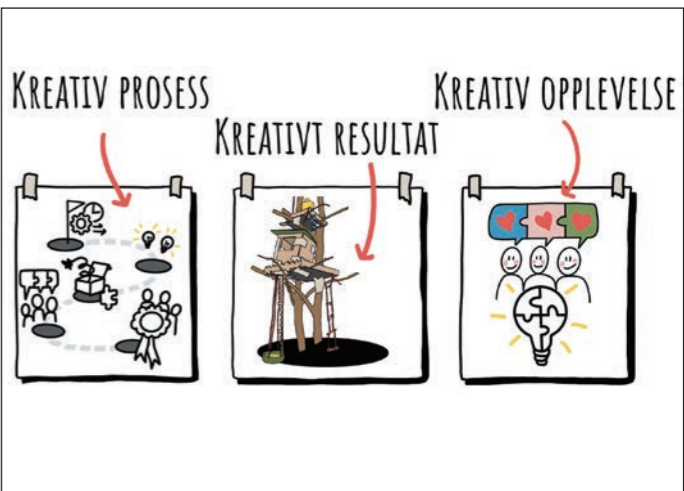
Kreative metoder

Kreativitet omfatter både en kreativ prosess, et kreativt produkt og en kreativ opplevelse. Kreative metoder innebærer «kunsten å planlegge det som ikke kan planlegges». Hensikten er både å stimulere til flere ideer og mer kreative løsninger og å sette rammer som gjør at vi går fra en kaosprosess til en prosess med mål og mening. I et skaperverksted skal prosessen til elevene oppleves som fri. Men det betyr ikke at elevene helt fritt selv kan velge hva de skal gjøre, det er viktig å gi elevene tydelige rammer og metoder/teknikker som de kan benytte seg av underveis. Dette bidrar til ret-

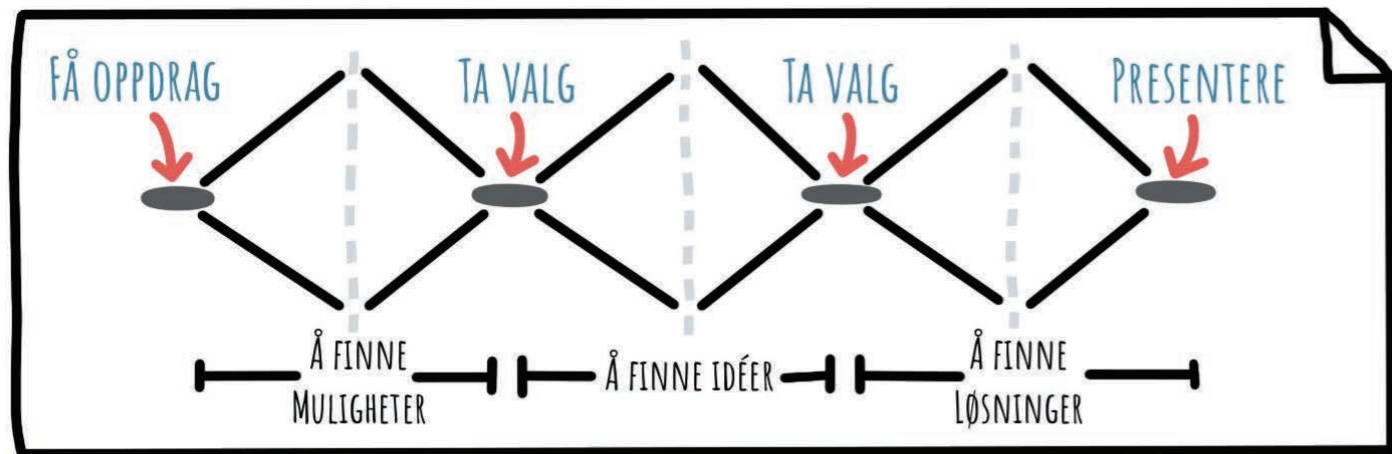
Grep for å skape et kreativt klima:

- Fantastiske feil. Kommuniser tydelig at det er bra å ta en risiko, gjøre feil og lære.
- Forvent kvalitet og at elevene mestrer. Mestringstro er viktig for å kunne utfolde seg kreativt.
- Stor takhøyde. Gå fram med godt eksempel og vær ærlig på at «dette har jeg aldri gjort, men vi klarer det nok sammen».
- Øvelse gjør mester for både deg og elevene. Ikke forvent suksess på første forsøk.
- Det er lov for læreren å dumme seg ut!
- Vær raus, engasjert og le masse.
- Vær tydelig på at sammen er vi gode, vi utgjør en gruppe hvor alle hører til.
- Legg til rette for deling av idéer og at elevene alltid må utvikle ideer sammen i grupper.
- Møbler rommet, og skap et kreativt klasserom som passer til aktiviteten.

ning og struktur i prosessen, samtidig som at elevene kan gjøre valg innenfor rammene. Den kreative prosessen fra start til slutt handler om å ta valg. Det innebærer å utforske og velge muligheter, å finne, bearbeide og velge ideer og å utforske, eksperimentere og velge løsninger og til slutt å velge hvordan prosessen og resultatet skal presenteres for andre.



SKAPERSKOLEN



Finne muligheter

Et skaperskoleopplegg starter ofte med et oppdrag eller en kravspesifikasjon. Den første delen av prosessen handler om å utforske og forstå oppdraget eller kravspesifikasjonen, stille spørsmål om muligheter og begrensninger og analysere eksisterende løsninger på lignende problem. Det handler om å se mulighetene innenfor begrensningene.

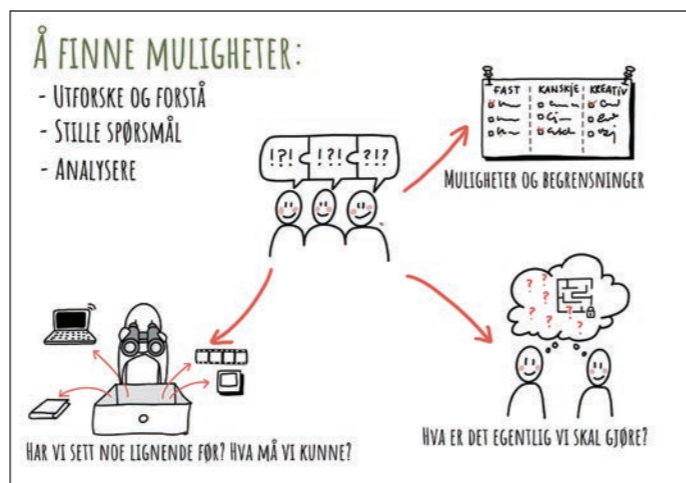
Finne og bearbeide ideer

I skaperskolens undervisningsopplegg bruker vi ulike metoder for å hjelpe elevene til å finne og bearbeide ideer. Idéer popper sjelden opp av intet. Alle har vi vel kjent på følelsen av å sitte med et blankt ark eller en haug med materialer og lurt på hva i all verden man skal lage. Idéer må komme fra noe.

Idégenereringsmetoder hjelper elevene til å komme på idéer, og i Skaperskolen benytter vi ofte metoden tvungen kobling. Metodene er ment som en hjelp for elevene, ikke en tvangstrøye.

Finne løsninger

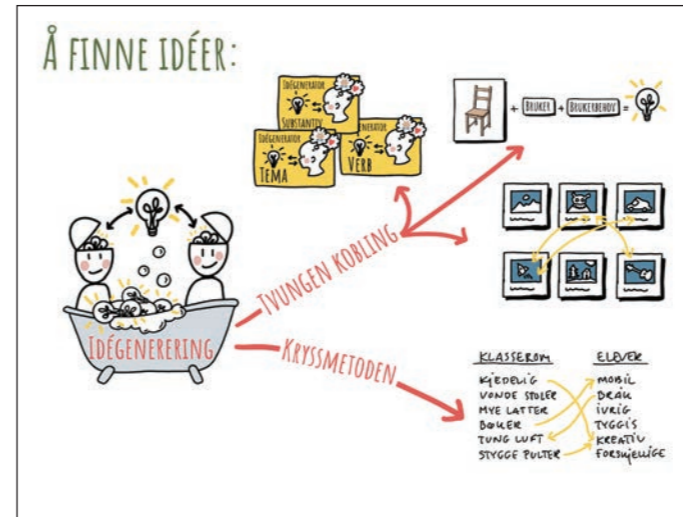
I den siste fasen lager elevene et produkt som er deres svar på oppdraget. Det innebærer ofte mye prøving, feiling og fikling før elevene velger de endelige løsningene. Fikle er norsk oversettelse av det engelske begrepet tinkering. Å fikle er en av grunnpillarene i skaperkulturen og handler om å gjøre forandringer på noe for å forbedre det³. Det handler om å gjøre forbedringene på en litt tilfeldig og ustrukturert måte, og det handler også om en positiv



Utforske, stille spørsmål og analysere

- Har vi lest nøye og forstått oppdraget?
- Hvilke faste rammer er lagt?
- Hva må vi kunne eller avklare (kunnskaper, teknikker, tilgjengelig verktøy og materialer)?
- Hvilke muligheter har vi og hvor i oppgaven kan vi være kreative?
- Har vi sett noe lignende før?
- Har vi tidligere erfaringer?

SKAPERSKOLEN



holdning til aktiviteten. Det er ofte et element av fikling når man skal finne løsning på et praktisk oppdrag. Det er sjelden rett fram å gå fra idé til ferdig produkt, og det er mange små og store problemer som må løses underveis. Fikling gir mange muligheter for bedre tenking og bedre læring.

Å presentere en løsning handler om å fortelle om produktet til andre og skape en delingskultur i klassen gjennom å dele ideer, løsninger og fantastiske feil med hverandre.

Eksempel på metoder for å bearbeide og videreutvikle ideer

- Spørsmål til ideen: Stille spørsmål og tvinge elevene til å tenke gjennom ideen sin ytterligere.
- Slå sammen: Finne det beste fra flere ideer og slå sammen.
- Legg til-trekk fra: Legge til noe eller trekke fra noe.
- Virkemidler: Endre antall, størrelse, plassering eller form på noen elementer.
- Scenario: Sette produktet inn i et scenario. Hva skjer hvis ...?



I opplegget Rom for hvem presenteres et rom der det er installert lamper. Foto: Magnus Killengreen

Noter

- 1 Lerdahl, E. (2017). Nyskapning. Arbeidsbok i kreative metoder. Gyldendal Akademisk
- 2 Forsth, L., Nordvik, B. (1995). Kreativ undervisning. Aquarius Forlag
- 3 Martinez, S. L., & Stager, G. (2019). Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom. Torrance, CA: Constructing modern knowledge press



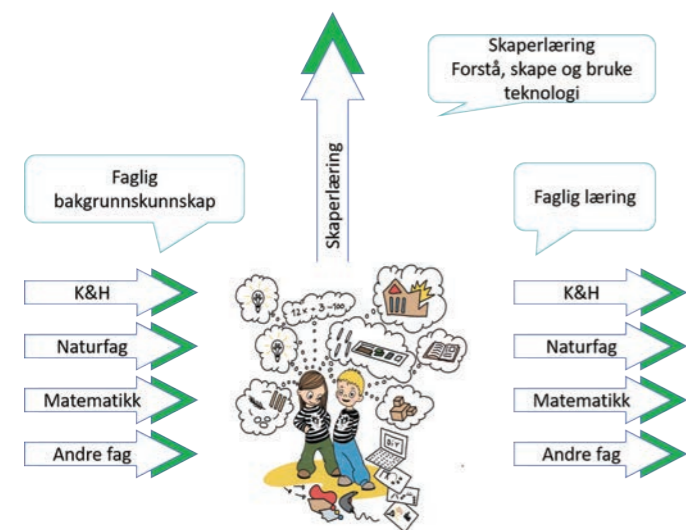
SKAPERSKOLEN

Skaperlæring – gjøre tenking synlig

Skaperlæring handler om kunnskap som elever kan lære og ferdigheter elever kan øve på som er felles for skapende aktiviteter. Det dreier seg om kunnskaper og ferdigheter som er nødvendige for å forstå, skape og bruke teknologi. Vurdering av skaperlæring handler om å gjøre elevenes tenking synlig og at elevene får anledning til å øve opp «tenking om tenking om egen gjøring».

Skaperlæring og faglig læring

Prosjektene i Skaperskolen har varierende faglig tema og profil. I *Skyggeby* utforsker elevene egenskaper til lys og skygge ved å bygge med ulike materialer. I *Trehytte* lager elevene en hyttekonstruksjon ved å bruke ulike materialer og verktøy og i *Interaktivt kort* designer og programmerer elevene interaktive kort til en gitt mottaker. Figuren under illustrerer at hvert prosjekt må settes inn i en faglig sammenheng og at faglig læring avhenger av tema og må arbeides videre med i de aktuelle fagene.



Skaperlæring har progresjon fra 1.–10. trinn. Faglig læring avhenger av tema for hvert prosjekt.

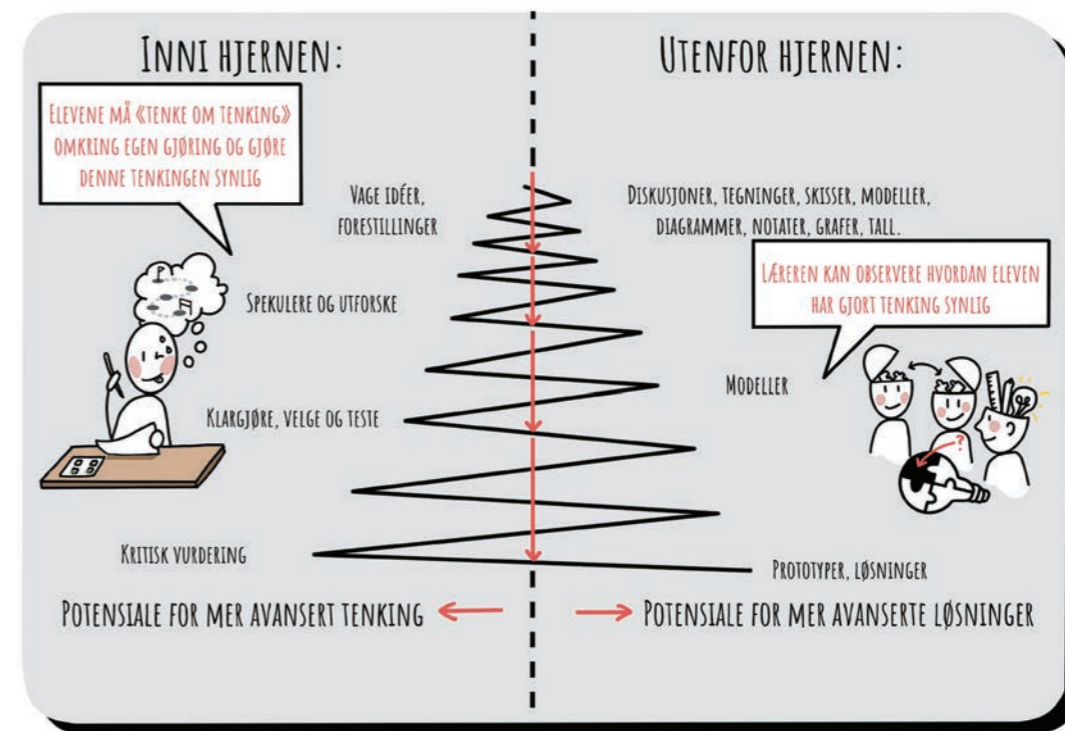
Skaperlæring bygger på fagområdet teknologi og er felles for alle prosjekter i Skaperskolen. Det dreier seg om å øve på og tilegne seg teknologiske praksiser og tenkemåter med progresjon gjennom hele grunnskolen, fra 1. til 10. trinn, som vist i figuren.

Skaperlæring – Hva skal vurderes?

Skaperlæring er nært knyttet til den skapende prosessen i utvikling av et teknologisk produkt. Vi definerer skaperlæring som kunnskaper og ferdigheter knyttet til de tre områdene produkt, prosess og opplevelse. Produktkunnskap handler om det du har laget og problemet du har løst. Prosesskunnskap handler om hvordan du fikk det til. Personkunnskap handler om hvordan du hadde det mens du holdt på, for deg selv og i samarbeid med andre. Kunnskap i teknologi handler også om å forstå konsekvensene av den teknologiske utviklingen og hvordan teknologi kan fremme eller hemme en bærekraftig utvikling. Vi har ikke inkludert dette elementet som del av skaperlæring fordi det i mindre grad er knyttet direkte til den skapende prosessen. Hva du har laget, hvordan du jobbet og hvordan du hadde det vil variere fra prosjekt til prosjekt, og gir dermed et variert erfaringsgrunnlag med ulike ferdigheter og kunnskaper. Den ferdigheten elevene kan trene på, som kan være likt fra prosjekt til prosjekt, er å fortelle om hva de har laget, hvilke valg de gjorde undervegs og hvordan de hadde det mens de holdt på.

Vi må øve for å bli gode, og det gjelder også for skaperlæring. Produktene som lages og teknikkene og materialene som brukes, vil ofte variere fra prosjekt til prosjekt. Det vil ikke alltid være mulig å la elevene få trene på de samme praktiske ferdighetene fra et

SKAPERSKOLEN



Læring skjer i vekselvirkningen mellom prosesser i og utenfor hjernen.

prosjekt til et annet. Vi må derfor finne noen generelle kunnskaper og ferdigheter som elevene får øvd på og utviklet gjennom hele utdanningsløpet. Det er ikke gjøring i seg selv som fører til læring, men refleksjon over det vi har gjort. Det gjelder også når vi lærer en ferdighet. Å bruke verktøy til å koble en elektrisk krets eller å klippe ut en figur i papir, handler både om motoriske ferdigheter og om kunnskap om hvordan vi bruker verktøy. For å bli god, må vi kunne reflektere over hva vi gjør og hvorfor vi gjør det. For å kunne reflektere, trenger vi relevante begreper.

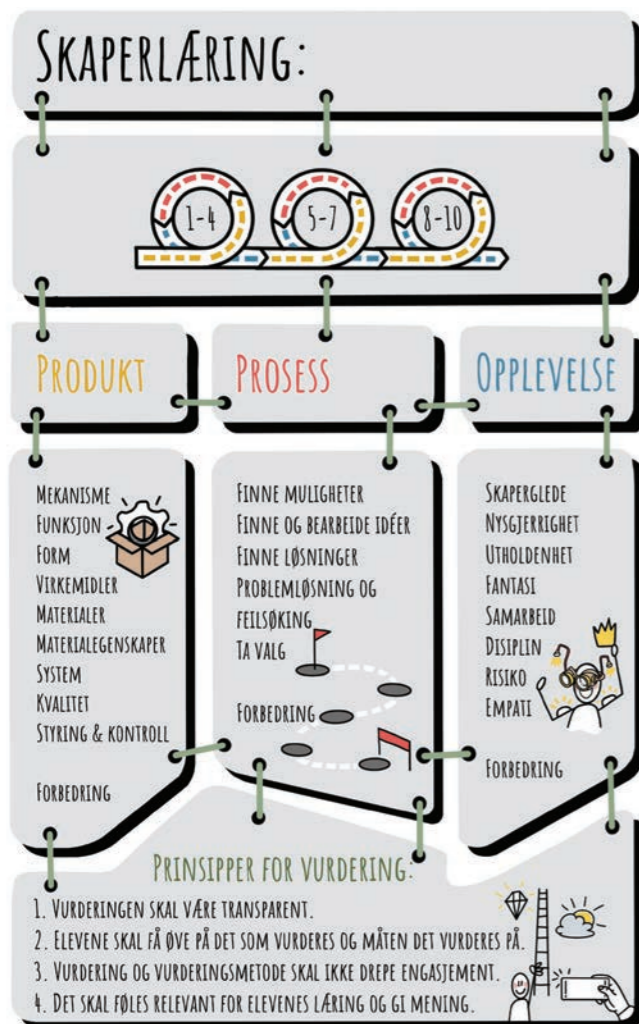
Gjøre tenking synlig

Mye av skolens læring er basert på å kunne tilegne seg og gjengi etablert kunnskap. I Skaperskolen er alle produktene unike, og alle elever erfarer sin egen prosess og har sin egen, individuelle opplevelse av det de har gjort. I en skapende prosess veksler vi mellom å tenke og å gjøre som illustrert i figuren over. Metatenking om denne vekselvirkningen kan bidra både til bedre tenking og mer avanserte løsninger. Elevene eier kunnskapen om sitt eget produkt

og om sin egen prosess og opplevelse. I Skaperskolen er det svært sjelden noen fasitsvar. Undervegs i prosessen med å lage produktet har elevene gjort en rekke valg. Det er lærerens oppgave å bidra til å gjøre denne tenkingen synlig og til at den enkelte får dele sin tenking med resten av klassen. Produktet som elevene har skapt, er et hjelpemiddel i å kommunisere tenking.

Vi kan ikke tenke uten å tenke på noe. Og vi kan ikke tenke om tenking uten å tenke om tenking på noe. Det vi ønsker er at elevene skal trene på metatenking gjennom «å tenke om egen tenking om egen gjøring» og kommunisere dette til medelever og lærer. Vi ønsker at elevene skal trene på å gjøre sin tenking synlig gjennom å fortelle om eget produkt og egen prosess og opplevelse. Læreren må stille spørsmål som bidrar til å synliggjøre «tenking om egen tenking om egen gjøring». Til dette trenger elevene et språk. Vi har valgt ut noen sentrale begreper innen de tre kategoriene produkt, prosess og opplevelse, som elevene gradvis bør tilegne seg og få trening i å bruke. Disse begrepene er vist på figuren på neste side.

SKAPERSKOLEN



Produktbegrepet er nærmere beskrevet i artikkelen om teknologi (s. 4), og kategoriene produkt, prosess og opplevelse er beskrevet i artikkelen om kreative metoder (s. 24). Læreren kan stille spørsmål for å gjøre elevenes tenking rundt disse begrepene og prosessene synlig. Eksempler på slike spørsmål er vist i boksen til høyre. Spørsmålene må tilpasses elevenes alder og erfaringsbakgrunn.

Prinsipper for vurdering

Den overordnede delen av læreplanen slår tydelig fast at elevene skal ha medvirkning i skolehverdagen. De skal erfare at de

Eksempel på spørsmål som gjør tenking synlig

Produkt

- Hva er funksjonen til denne oppfinnelsen?
- Hvilket problem løser den?
- Hvordan virker den, hvilke mekanismer trengs for å få den til å virke?
- Hvilke virkemidler har dere brukt, og hvordan bidrar dette til å løse problemet for brukeren (antall, størrelse, plassering, form)?
- Hvordan er formen tilpasset brukeren og brukerbehovet?
- Hvilke deler består oppfinnelsen av, hva er funksjonen til delene og hvordan er de satt sammen til et system?
- Hvilke materialer bør oppfinnelsen lages av?
- Hvorfor tenker dere at den bør lages av disse materialene, hvilke egenskaper har de som gjør dem egnet?
- Blir oppfinnelsen styrt automatisk eller manuelt?
- Trenger oppfinnelsen å bli kontrollert på noen måte (av/på, mye/lite, fort/langsom), i tilfelle hvordan blir den kontrollert?

Prosess

- Hvordan kom dere på ideen?
- Hvilke andre ideer hadde dere enn den dere valgte?
- Hvorfor valgte dere den ideen?
- Hvilke endringer gjorde dere på ideen underveis?
- Hvilke problemer støtte dere på da dere laget produktet, og hvordan løste dere disse?
- Tilfredsstiller produktet kravspesifikasjonen?
- Kunne dere gjort noe annerledes for å fylle kravspesifikasjonen bedre?

Opplevelse

- Hvordan fordelte dere oppgavene mellom dere?
- Hva var dine oppgaver, og var du fornøyd med eget og de andres bidrag?
- Hva likte du godt å gjøre, og hva likte du ikke?
- Hvordan kom dere videre hvis dere stod fast eller ble lei?
- Hvordan planla dere tida for å komme i mål?
- Hvilke ideer er dere spesielt fornøyd med?
- Hva prøvde dere på som dere var usikre på om dere kom til å få til?
- Hvordan tilpasset dere produktet til brukeren og brukers behov?

SKAPERSKOLEN

blir lyttet til, at de har reell innflytelse og at de kan påvirke det som angår dem¹. Vurdering er noe av det som angår elevene aller mest. I tillegg står det i forskriften til opplæringsloven at elevene skal delta i vurdering av eget arbeid og reflektere over egen læring og faglige utvikling. Når elevene skal delta i vurderingsarbeidet og ha en reell medvirkning, må de ha det nødvendige begrepsapparatet. De må både ha et utvalg av begreper som de aktivt bruker og forstå betydningen av disse begrepene.

De fleste vil sikkert være enige i at hensikten med skolen er å lære, men det er likevel ikke alltid at det som foregår på skolen gir mening for eleven. I Skaperskolen ønsker vi at vurdering både skal invitere til reell elevmedvirkning og gi mening for eleven. Vi har derfor utarbeidet noen prinsipper for vurdering av skaperskoleprosjekter:

Vurderingen skal være transparent. Elevene må vite hva de blir vurdert på og få anledning til å påvirke kriteriene de blir vurdert etter.

Elevene må få øve på det som skal vurderes og måten det vurderes på. Et dilemma med dette prinsippet er at det i skaperskoleprosjekter er vanskelig å øve på praktiske ferdigheter fordi ferdighetene som anvendes varierer fra prosjekt til prosjekt. Felles for alle prosjektene er dokumentasjonen av den praktiske arbeidsprosessen. Det kan være en fare for at dette «akademiserer» også

den praktiske delen av skolen. Men for at elevene skal få anledning til å øve på det som skal vurderes og måten det vurderes på, må elevene bli vurdert, inkludert sluttvurdert, på de elementene som er felles for alle prosjektene og som de har anledning til å øve på gjennom hele skoleløpet. Praktiske ferdigheter kan være gjenstand for vurdering dersom elevene får mulighet til å øve på dem, enten i naturfaget eller i andre fag.

Vurdering og vurderingsform skal ikke drepe engasjement. Det er et mål i Skaperskolen at elevene skal erfare skaperglede, engasjement og mestring, og da må ikke vurdering ha en form som dreper dette engasjementet. Selv om innholdet i å dokumentere en arbeidsprosess har noen faste elementer, kan elevene få valgmuligheter knyttet til vurderingsform. Vurderingsform må tilpasses elevenes alder og erfaringsbakgrunn. Tabellen under viser et eksempel på progresjon i vurdering fra 1.–10. trinn.

Vurdering skal oppleves relevant for elevenes læring og gi mening. Mening og relevans er en forutsetning for læring. Elevene må oppleve at det de lærer og blir vurdert på gjennom skaperskoleprosjektene, er relevant for dem og at det gir mening. Elevene bør tas med på råd og delta i diskusjoner om vurdering og vurderingskriterier, og læreren bør sikre at elevene kjenner betydningen av de begrepene som brukes og hva vurderingen innebærer.

Noter

¹ Sandanger, S., Johannessen, M. (2021). Reell elevmedvirkning. Fagbokforlaget

Progresjon fra 1.–10. trinn	
1.–4. trinn	Introduksjon av begreper gjennom samtale Her bør læreren introdusere de sentrale teknologibegrepene for elevene gjennom samtaler om produktet. Når elevene forteller om det de har laget og hva det skal brukes til, kan læreren fortelle elevene at hva noe skal brukes til kalles funksjon. Det elevene har brukt til å lage produktet, kalles materialer, og disse materialene har noen egenskaper.
5.–7. trinn	Trene på å gjøre tenking synlig og anvende begreper med hjelp av lærerstyrt dialog Læreren kan hjelpe elevene til å anvende teknologibegreper ved hjelp av veiledende spørsmål som inneholder relevante teknologibegreper og som bidrar til tenking om tenking og egen gjøring.
8.–10. trinn	Dokumentere produkt, prosess og opplevelse Ungdomstrinnet skiller seg fra barnetrinnet gjennom at skaperlæring ikke bare innebærer å trene på å gjøre tenking synlig, men det skal også lede fram mot en sluttvurdering. Vi tenker at grunnlaget for vurdering bør være dokumentasjon av produkt, prosess og opplevelse, inkludert argumentasjon og begrunnelse for egne valg. Elevene bør bli kjent med, og få anledning til å påvirke, vurderingskriteriene så tidlig som mulig og få trene på dokumentasjonsformen gjennom hele ungdomstrinnet.

SKAPERSKOLEN

Lære naturfag i et skaperverksted

I Skaperskolen lærer elevene gjennom å lage. Ved å endre på kravspesifikasjon, valgmuligheter og oppdrag, kan man velge hvilke fag og tema som inkluderes i skaperverkstedsoppleggene. Vi skal i denne artikkelen se på hvordan skaperverkstedundervisning kan brukes til videre læring i naturfag.

Faglig læring i skaperskoleprosjekter

All undervisning i skolen har som mål å bidra til læring, dette gjelder også for skaperundervisning. Det kan være utfordrende å planlegge for faglig læring gjennom praktiske teknologiprosjekter. En norsk studie¹ har sett på hvordan naturvitenskap og matematikk kom til uttrykk i teknologiprosjekter. Studien fant at fagene i praksis var fraværende til tross for at lærer hadde planlagt at de skulle inkluderes på ulike måter. Elevene fant ofte andre måter å løse problemene på, som de anså som mer hensiktsmessige, enn det som var planlagt for av lærerne.

Et prinsipp i Skaperskolen er at elevene bare lærer det de trenger å lære for å lage det de skal lage. Er det en bestemt ting du som lærer vil at elevene skal lære seg, må oppdraget eller kravspesifikasjonen være formulert slik at elevene trenger denne kunnskapen eller disse ferdighetene for å komme i mål med oppdraget. Det vil variere fra prosjekt til prosjekt hvilken faglig kunnskap elevene trenger for å løse oppdraget. Hvis ikke elevene har nødvendig kunnskap på forhånd, må du planlegge og legge til rette for at elevene tilegner seg dette undervegs.

Praktiske prosjekter kan bidra til faglig læring i fag, selv om ikke fagene kommer direkte til uttrykk i den praktiske aktiviteten. Den praktiske aktiviteten kan legge et godt erfaringsgrunnlag som kan utnyttes i videre faglig læring i fagene.

Sette praktiske aktiviteter inn i en læringskjede

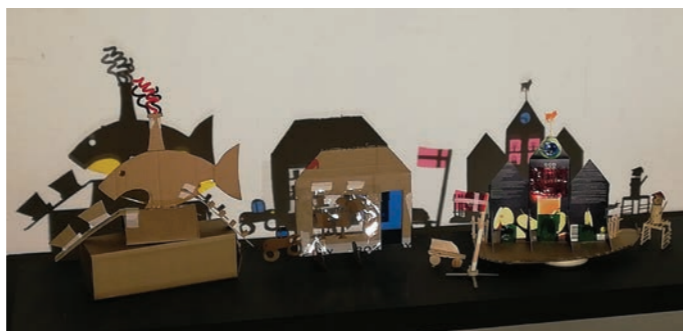
Skaperskolens mål er at elevene skal lage for å lære. Det vil si at elevene også skal lære, ikke bare lage. Pål Kirkeby Hansen har sagt

følgende om det faglige innholdet i praktiske teknologiprosjekter:

Det enkelte prosjekt kan godt betraktes som et morsomt avbrudd i den daglige skolerutinen, men det må bli mer enn bare en happening, der eneste mål er å lage en gjenstand som fungerer. Alle prosjekter bør settes inn i en læringskjede som er nøye planlagt.²

Med læringskjede mener vi nødvendig for- og etterarbeid i ulike fag knyttet til en praktisk aktivitet. Forarbeid er kunnskap som er nødvendig for å gjennomføre aktiviteten. Etterarbeid vil si å legge til rette for faglig refleksjon som kan føre til læring. De praktiske erfaringene kan brukes som grunnlag for faglig refleksjon og knyttes opp mot fagteori³.

Bildet under viser et eksempel fra undervisningsopplegget *Skyggeby*. I dette prosjektet utforsker elevene hvordan skygger dannes og



Eksempel på en skyggeby. Foto: Skaperskolen

SKAPERSKOLEN



hvilken gjennomsiktighet ulike materialer har. Denne erfaringen kan i etterkant utnyttes i samtaler om egenskapene til lys som naturvitenskapelig fenomen.

Skaperskolen er tverrfaglig

Praktiske aktiviteter kan settes inn i læringskjeder i ulike fag avhengig av profilen til prosjektet. Du kan bruke kravspesifikasjonen til å variere et prosjekt for å rette det inn mot de fagene du ønsker å legge vekt på (se artikkel om kravspesifikasjon på s. 20). De fleste av undervisningsoppleggene bygger på kjerneelementet teknologi i læreplan for naturfag. Design er en sentral del av all teknologiutvikling og teknologi er derfor nært knyttet til faget kunst og håndverk. Mange prosjekter kan også danne grunnlag for videre læring i matematikk, samfunnsfag eller andre fag.

En læringskjede i naturfag kan være innen kjerneelementet teknologi eller det kan knyttes til andre kjerneelement i faget. I LK20 står det at arbeid med kjerneelementet skal knyttes til arbeid med de andre kjerneelementene. Vi vil derfor se eksempel på hvordan en praktisk aktivitet i teknologi kan settes inn i en læringskjede der målet er naturvitenskapelig læring.

Dybdelæring og tankerydding

Dybdelæring innebærer blant annet å organisere kunnskap hierarkisk. Det vil si å gruppere sammen ulike erfaringer og kunnskaps-

elementer rundt noen sentrale begreper eller fenomener. Eksempel på slike begreper i naturfag er evolusjon, kjemisk reaksjon, plattetektonikk, energi, partikler og krefter. Vi kaller det tankerydding når vi sorterer og knytter ulike erfaringer og kunnskaper sammen med kjente begreper og tidligere erfaringer.

I Skyggeby får elevene praktisk erfaring med hvordan ulike materialer forholder seg til lys. Noen materialer er gjennomsiktige, noen har farge og noen er ikke gjennomsiktige. Dette påvirker hva slags skygger som dannes. Dette er et fint erfaringsgrunnlag for å samtale om fenomenet lys, og innholdet i samtalen kan tilpasses elevenes forkunnskaper og alderstrinn. Erfaringen kan eventuelt brukes til å introdusere naturvitenskapelige begreper som refleksjon, absorpsjon eller transmisjon (gjennomsinnelighet), den kan brukes til å samtale om hvordan vi sanser lys, hvor lys kommer fra eller at lys er en form for energi. Den praktiske erfaringen fra Skyggeby må settes i en læringskjede og kobles til andre erfaringer knyttet til fenomenet lys. Sammen bidrar alle erfaringene til organisering av kunnskap og dybdelæring.

Eksempler fra Skaperskolens undervisningsopplegg

På de neste sidene skal vi se nærmere på tre undervisningsopplegg fra Skaperskolen og hvordan de kan inngå i en læringskjede i naturfag.

Skyggeby, 1.–4. trinn

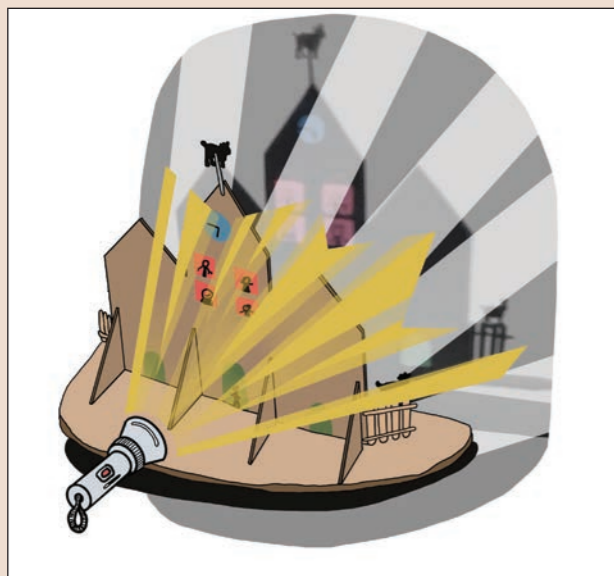
I dette undervisningsopplegget skal elevene i fellesskap lage en by med skygger. De utforsker lys og skygge, leker kreativt og skapende med ulike materialer og undersøker hvordan det gir liv til klassens skyggeby. Opplegget er beregnet på 1.–4. trinn, men kan også tilpasses eldre elever.

Forarbeid:

Opplegget kan gjennomføres uten forarbeid i fag.

Etterarbeid:

Opplegget gir elevene en praktisk erfaring med fenomenet lys og hva som skjer når lys treffer ulike materialer. Erfaringen kan brukes til å samtale om og beskrive observerbare kjennetegn til de ulike materialene og diskutere ulike måter å sortere materialene etter egenskaper (kompetansemål etter 4. trinn). Erfaringen kan også være utgangspunkt for samtale om lys som energiform, hvor energien kommer fra og hva som skjer med energien når lysstråler treffer ulike typer materialer. Det er mulig å introdusere og samtale om naturvitenskapelige begreper som refleksjon, absorpsjon og transmisjon. Samtalen må tilpasses elevenes alder og forkunnskaper.



Rom for hvem, 5.–7. trinn

I dette undervisningsopplegget skal elevene designe et rom for en kjent karakter fra en film, bok eller sang. De lærer om elektrisitet, slik at de kan legge inn lamper i rommet. Ved hjelp av micro:bit kan ulike elektriske komponenter i rommet styres. Elevene leker med lys, farger og programmering i designprosessen. De andre elevene skal prøve å gjette hvem som bor i rommet.

Rom for hvem er integrert med undervisningsopplegget *Elektrisitet* på naturfag.no. I naturfag arbeider elevene med kompetansemål fra kjerneelementene naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, energi og materie og teknologi i læreplan for naturfag på en integrert og sammenhengende måte.

Forarbeid:

Elevene arbeider utforskende med sentrale elektrisitetbegreper og eventuelt introduksjon til programmering i økt 1–10 i *Elektrisitet*.

Etterarbeid:

I økt 12 i *Elektrisitet* skal elevene oppsummere det de har lært, gjennomføre en fagprøve-quiz og ta fagbrev som modellhuselektrikere.



Bildesign, 8.–10. trinn

I dette undervisningsopplegget skal elevene se hvem som skaper og designer klassens stiligste bil som også triller lengst. Her kreves det en del utforskning, prøving og feiling. Elevene får utforske krefter og energioverføring på en kreativ og skapende måte.

Bildesign gir elevene trening i å jobbe skapende og tverrfaglig med kunst og håndverk og naturfag. Elevene designer og bygger en bil med melkekartong som utgangspunkt og kroker som hjul. De trekker tema og spesifikke krav til utforming av bilen sin og får utforske materialers egenskaper og energiomdanning mens de bygger og tester.

Bilen dyttes i gang av en kule som elevene triller ned et skråplan. Undervisningen legger opp til flere diskusjoner om energi. Til slutt skal de konkurrere om hvilken bil som ruller lengst og presentere sine tanker om hvordan designet påvirket hvor langt bilen rullet.

Det er viktig at elevene tester ofte slik at de erfarer hvordan designet påvirker hvor langt bilen triller. Her kan lærer gå rundt å be elevene forklare valgene de tar for å få bilen til å rulle lengst mulig.



Forarbeid:

Elevene bør ha noen forkunnskaper om energi, energi-begreper og ulike energiformer.

Etterarbeid:

Etter aktiviteten kan klassen diskutere energibevaring og -omdanning, fra den kjemiske energien lagret i maten du spiste, arbeidet du gjorde da du løftet kula, overgangen stillingsenergi til bevegelsesenergi i kula, overføringen til bilen og «energitapet» langs hele veien.

Aktiviteten kan utvides til at elevene tester flere kuler med ulik vekt og/eller slipper dem fra ulike høyder på skråplanet. Da kan elevene diskutere hva som påvirker stilling- og bevegelsesenergi, regne på det og bruke dette til å diskutere energiregnskapet.

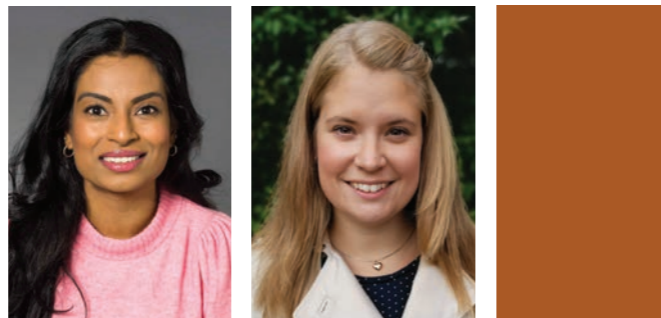


Testing av energioverføring. Foto: Vitensenteret Sørlandet

Noter

- Bungum, B., Esjeholm, B. T., & Lysne, D. A. (2016). Students' Use of Science and Mathematics in Practical Projects in Design and Technology. In *Insights from Research in Science Teaching and Learning* (pp. 45-58). Springer, Cham.
- Hansen, P.K. (2008). Teknologi og design: Hva, hvorfor og hvordan. Et fagdidaktisk veiledningshefte HiO-notat 2008 nr.11.
- Dahlin, Svorkmo & Voll (2013). Teknologi og design i skolen. Cappelen Damm

SKAPERSKOLEN



Et første møte med skaperverksted

Skaperverksted byr på en ny og annerledes erfaring og kan oppleves kaotisk i starten. Både lærer og elever må derfor bli vant til denne undervisningssituasjonen, en prosess der begge parter må få tid og mulighet til å lære. Gevinsten er selvstendige, kreative, aktive elever, der lærer er veileder og tilrettelegger for læring.

Det er onsdag ettermiddag, og vi – Rannei og Suba – har rigget oss til for å holde skaperskolekurs for lærerne på Anna Krefting skole i Bærum kommune. Lærerne møter til kurssamling etter en lang dag med undervisning. Mange har tankene på elevsaker som må løses, foreldre som må kontaktes og undervisningsplaner for de neste dagene. For å være verdt tiden må innholdet i kurset være engasjerende, inspirerende og høyst relevant for praksisen i klasserommet.

Med disse rammene setter vi i gang. På samme måte som Skaperskolens undervisningsopplegg er kursene for lærerne også planlagt etter Skaperskolens prinsipper (se artikkel på s. 12). Lærerne skal være i aktivitet gjennom kurset – de skal prøve ut elevaktiviteter og reflektere rundt didaktikken bak oppleggene. Lærerne skal dessuten ha det gøy og forlate kurset med energipåfyll og inspirasjon til å gjennomføre Skaperskolens undervisningsopplegg.

Vi har begge bakgrunn som lærere, men med litt ulik undervisningsstil. Rannei elsker tilsynelatende kaotiske timer, der elevene er høyt og lavt. Naturfagstimene hennes har hatt høy elevaktivitet, med ulik grad av struktur og styring. Hun har undervist flere år i skaperverksted, der hun bruker mye tid på å planlegge timen på forhånd, slik at det er elevene som må jobbe, ta valg og finne muligheter innenfor de satte rammer. Suba har undervisningserfaring med realfag på videregående. Hun har stått mye ved tavla og hatt faglige gjennomganger med elevene sine. Hun har brukt mye tid på interessevekkere og demonstrasjoner for å engasjere elevene i de teoritunge fagene. Timene har variert mellom oppga-

veløsing, små prosjekter, laboratorieforsøk og feltarbeid. Selv om det har vært variasjon i måten elevene har jobbet på, så har det vært en klar styring av aktivitetene og en klar tanke om hva sluttresultatet skal være, både når det gjelder kunnskap og ferdigheter.

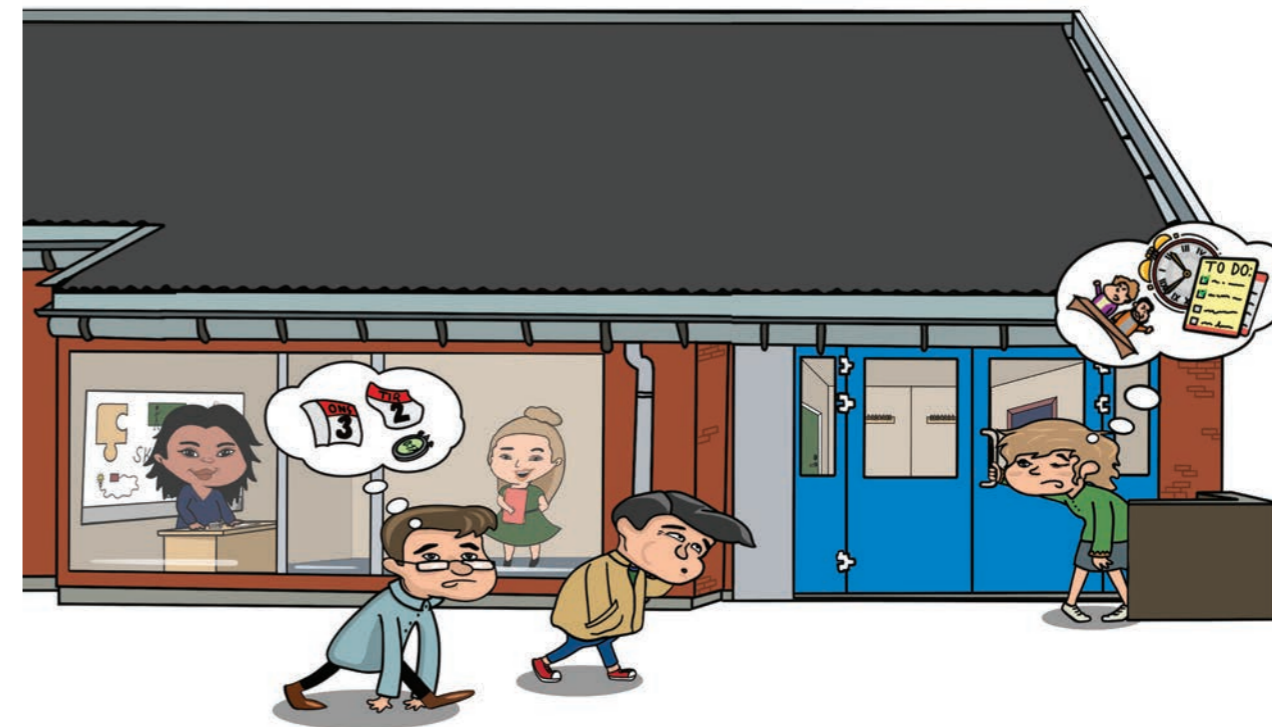
Mange lærere kan kjenne seg igjen i Subas måte å undervise på, og stiller seg nok mange av de samme spørsmålene rundt Skaperskolens undervisningsform: *Hvordan kan man vite at elevene lærer det man har planlagt at de skal lære? Hvordan kan man hjelpe og støtte elevene når de jobber med ulike løsninger på oppdraget? Hvordan skape struktur i undervisningen med så mye elevfrihet?*

Første møte med skaperverksted

På Anna Krefting skole har Suba ledet lærerne gjennom opplegget *Skyggeby*. Dette var første gang hun skulle lede et skaperverkstedsopplegg i sin helhet. Etter gjennomføring er håret blitt bustete, og svetten renner. – For en kaotisk opplevelse! Dette gikk ikke helt som planlagt. Læreren er uvant, det er en annen flyt i undervisningen og en ny måte å styre gruppen. Den nye arbeidsformen gjør at selv en dreven lærer som Suba ble usikker på hvilken rolle hun skulle ta som leder. Suba som vanligvis både er strukturert og tydelig, rotet med beskjeder, glemte viktige instruksjoner og følte hun mistet oversikten.

Den største utfordringen under utprøvingen var å huske på alle de viktige grepene i undervisningsopplegget. Et slikt grep i opplegget *Skyggeby* er at elevene trekker bygg- og materialkort og bruker kortene til å idemyldre rundt hva slags bygg de skal lage. Kortene

SKAPERSKOLEN



Lærere på vei til kurs etter en lang arbeidsdag. Illustrasjon: Edvard Solbak Simonsen

er altså vesentlige for å komme i gang med oppdraget. Etter introduksjon satte Suba lærerne i gang med å idemyldre *uten* å dele ut kortene. Noe føltes feil, og bak henne hørte hun et lite kremt fra Rannei som smilte lurt med kortene i hånden. Lærerne var allerede i gang med å diskutere oppdraget, riktignok noe frustrerte, siden det å bare komme opp med en idé fra ingenting er nokså vanskelig. For ikke å stoppe lærerne som var på vei inn i en kreativ flytsone, måtte Suba ut på «strafferunde» til ett og ett bord hvor hun måtte informere og dele ut kort. («Strafferunder» i skaperverkstedet er når lærer må gå rundt til en og en gruppe og gi en beskjed som ble glemt. Dette er fordi man ikke skal avbryte elevene med mindre det er høyst nødvendig og planlagt som et naturlig samlingspunkt i prosessen.)

Hvordan kunne et så viktig nøkkelgrep som idemyldringskortene bli glemt? I Skaperskolen er et viktig prinsipp at elevene bare får den informasjonen de trenger, og helst akkurat når de trenger den.

Suba er vant med å gi elevene oppgaven i sin helhet i tidlig fase av opplegget, og så la elevene jobbe med oppgaven en gitt tid. I Skaperskolens undervisningsopplegg er det planlagt inn en del sentrale grep underveis, som får den kreative prosessen til å flyte og gjør at elevene er i aktivitet uten at lærer trenger å si og informere om alt. Informasjonen innføres gjerne rett før elevene har behov for den, litt etter litt utover i opplegget. Dette krever øvelse. Siden det kan bli en del beskjeder og instruksjoner å holde styr på gjennom opplegget, er Ranneis beste tips til Suba å bruke boblemodellen neste gang (se artikkel på s. 16), ikke bare i planleggingen, men også som huskeliste og kjøreplan i gjennomføringen.

Å lykkes på sikt: øving, åpenhet og forberedelser

På Anna Krefting skole forteller Suba lærerne at hun skjønner at skaperverksted kan virke annerledes og kaotisk. Det er ikke noen tvil om at det er en annen arbeidsform enn det man stort sett er vant til. For å gjøre undervisningssituasjonen mindre overvel-

SKAPERSKOLEN

Suba og Ranneis fem tips for ferske lærere i skaperverkstedet:

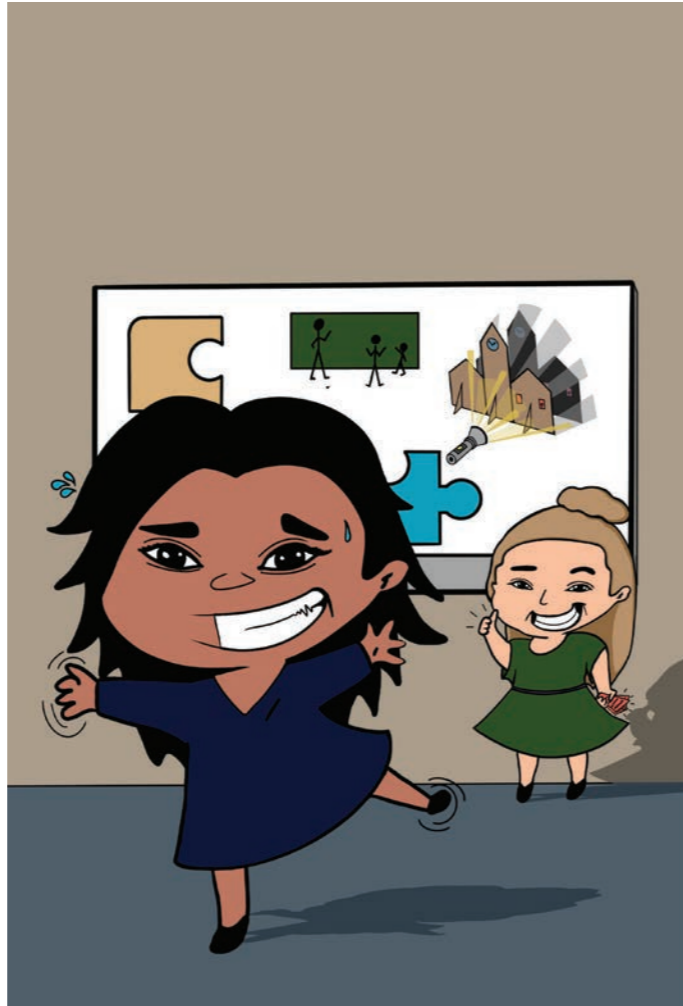
- Vær ærlig med elevene om at dette er et eksperiment, og at du tester ut en ny måte undervise på.
- Gå strafferunder når du glemmer beskjeder (det kommer du til å gjøre). Unngå å rope ut glemte beskjeder, men gå heller til en og en gruppe og formidle beskjedene i ro og orden.
- Si ja til nye forslag og ideer fra elevene så langt det lar seg gjøre (f.eks. hvis en elev vil inkludere annet utsyr enn det som er planlagt eller en gruppe kommer opp med en idé uavhengig av idémuldringsmetoden du har planlagt). Elever som får lov til å tenke utenfor boksen kommer opp med mye bra!
- Gi deg selv lov til å feile og ha noen kaotiske timer.
- Begynn i det små, ikke sett i gang med to-ukers prosjekter som det første du gjør.

de for både elevene og lærerne, anbefaler hun å ta skaperverkstedet gradvis inn i undervisningen. Ikke begynn med de aller største oppleggene som involverer mange fag og avanserte ferdigheter. Begynn heller med små oppdrag og aktiviteter.

Hvorfor sette av tid til skaperverkstedundervisning?

Suba har gjennomført flere skaperopplegg siden kurssamlingen på Anna Krefting skole, og kommet i mål med mer og mer av frisyren i behold. Strafferunder blir det færre og færre av. Øvelse gjør virkelig mester! Skaperverkstedet er en arena for å gjøre elevene mer aktive i egen læringsprosess. I stedet for at læreren skal fortelle, forklare og demonstrere fagstoff for å sikre læring hos eleven, må elevene i skaperverksted være aktive fra start til slutt. Nettopp derfor mener vi det det viktig og nyttig å inkludere Skaperskolens undervisningsform inn i undervisningen.

Gjennom de didaktiske prinsippene i skaperskoleoppleggene skapes det behov for kunnskap hos elevene, kunnskap som de er avhengige av for å løse oppdraget og for å fullføre produktet sitt. Læreren trenger ikke å si og forklare alt, det man har tenkt å si, kan ofte gjøres om til en aktivitet. Ved hjelp av nøkkelgrepene i den kreative prosessen styres elevene uten at de merker det, og lærer får bedre mulighet til å ta veilederrollen med overblikk over elevene og gi rett støtte tilpasset den enkelte elev eller gruppe.



Første gang man tester ut et skaperverkstedsoopplegg kan man bli både svett og bustete på håret. Illustrasjon: Edvard Solbak Simonsen

Vi mener ikke at all undervisning skal være undervisning i skaperverksted, men at dette bør være en del av et bredt undervisningstilbud. Variasjonen skaperverkstedet gir, treffer ikke minst mange av de elevene som ikke har noen forventning om å lykkes. Gjennom skaperskolens undervisningsopplegg får de en dag, eller en time, med alt fra en positiv og inkluderende starter, til skreddersydde støttestrukturer, kreative metoder og muligheter til å utvikle eierskap og stolthet over det de har laget.

SKAPERSKOLEN



God stemning på kurs. Det å skape gir både glede, mestringsfølelse og stolthet. Dette gjelder både for elever og lærere. Illustrasjon: Edvard Solbak Simonsen



SKAPERSKOLEN

Skaperlæring forbereder for yrkeslivet

Prinsippene for vurdering av skaperlæring er sterkt inspirert av vurdering av helhetlig yrkeskompetanse slik det ble praktisert i arbeidslivsfag av lærer Ann-Christin Holtet på Aursmoen ungdomsskole. Vi vil her presentere likheter og forskjeller mellom metode for vurdering i Skaperskolen og yrkesfaglig vurdering i arbeidslivsfag og hvordan begge forbereder elevene for yrkeslivet.

Pila som vurderingsmetode i arbeidslivsfag

Arbeidslivsfag på ungdomstrinnet kan velges som alternativ til fremmedspråk eller fordypning i engelsk, norsk, samisk eller matematikk. Målet med arbeidslivsfag er å gjøre ungdomstrinnet mer praktisk og gi elevene et bedre grunnlag for å velge videre yrkesfaglig utdanning. Arbeidslivsfag bidrar til at praktiske og organisatoriske ferdigheter verdsettes og anerkjennes og at elevene får praktisk erfaring med å løse arbeidsoppdrag i et arbeidsfellesskap. Elevene deltar i verdiskaping gjennom å levere tjenester og produkter både internt på skolen og for eksterne oppdragsgivere.

Pila er navnet på et verktøy som er utviklet for å gi eleven full oversikt over innholdet i en yrkesfaglig arbeidsprosess. Helhetlig yrkeskompetanse kan beskrives som evne til å planlegge, begrunne, gjennomføre, vurdere og lære av faglig arbeid, selvstendig og i samarbeid med andre.¹ Verktøyet kan brukes til å gi eleven innsikt i de ulike fasene i en arbeidsprosess og hva de blir vurdert på. Pila er utviklet for bruk i yrkesfag, og Ann-Christin Holtet har tilpasset den til bruk i arbeidslivsfag på ungdomstrinnet.²

Pila beskriver faser som er til stede i alle praktiske arbeidsoppgaver uansett hvilket yrke eller fagområde det dreier seg om. Det kan være alt fra å planlegge å gjennomføre hårklipp for en kunde, planlegge, lage og servere et måltid eller å installere et elektrisk anlegg. Med en fast ramme for dokumentasjon og vurdering av alle typer arbeidsoppgaver blir det enklere for eleven å motta underveisvurdering fra veileder og å kunne bruke veiledningen på å utvikle egne ferdigheter og kompetanse undervegs i prosessen.

Arbeidslivsfag på Aursmoen ungdomsskole

Da lærer Ann-Christin Holtet startet opp med arbeidslivsfag på Aursmoen ungdomsskole i 2010, hadde hun erfaring med å bruke Pila innen yrkesfagspedagogikk og ønsket å tilpasse metoden til bruk i arbeidslivsfag. Hun ønsket at elevene gjennom hele ungdomstrinnet skulle trene på den oppgave- og dokumentasjonsformen de ville møte på eksamen. Alle oppgavene elevene fikk, var bygget opp etter samme format og dokumentasjon av alle oppgaver skulle inneholde de fem fasene i Pila.

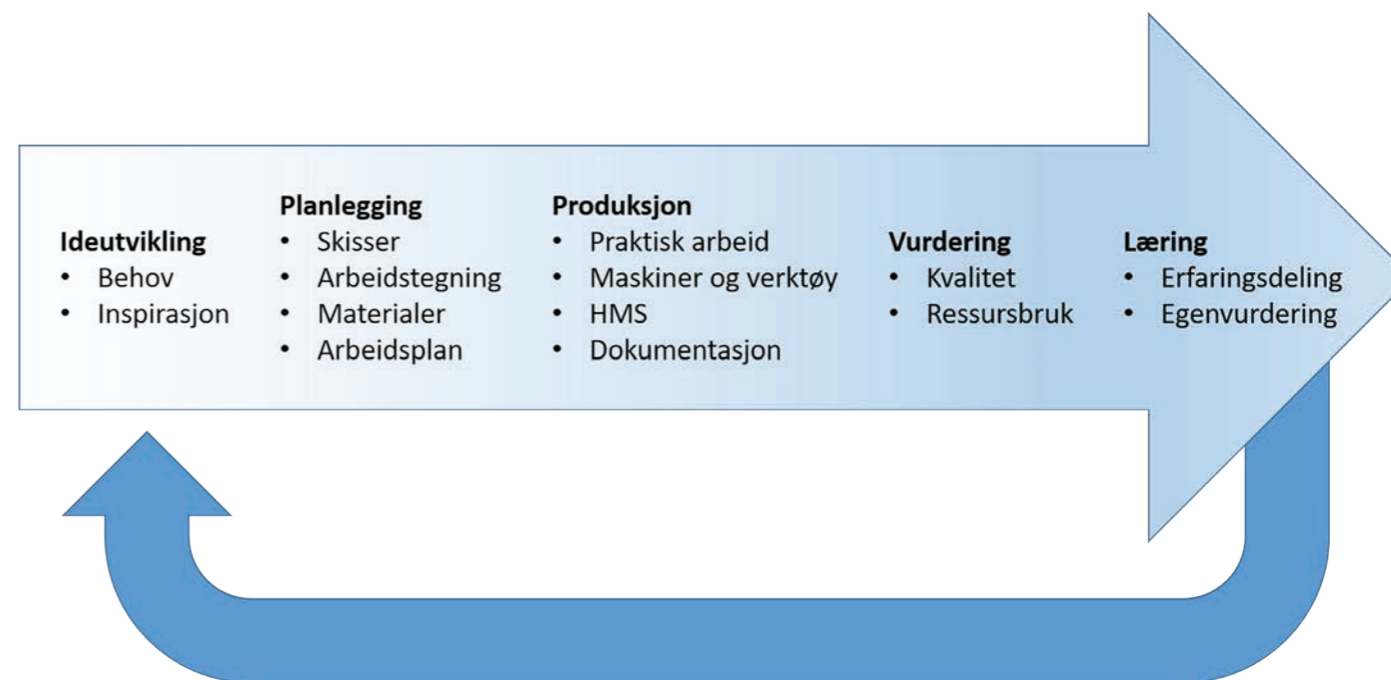
På 8. trinn (se tabell på neste side) fulgte alle elevene i stor grad det samme løpet og fikk erfaring med små og store arbeidsoppgaver fra flere ulike yrkesretninger. Elevene ble introdusert for Pila som metode allerede på høsten 8. trinn og konsentrerte seg om å dokumentere og få tilbakemelding på en og en fase. Målet etter 8. trinn var å få erfaring med å dokumentere alle de fem fasene i en arbeidsprosess.

På 9. og 10. trinn fikk elevene i større grad velge arbeidsoppgaver fra yrkesretninger de selv var interessert i. Dokumentasjon av arbeidsoppgavene var basert på Pila, men elevene valgte hvilken fase de ville arbeide spesielt med, og få tilbakemelding på, i hver oppgave.

Erfaringer fra bruk av Pila i arbeidslivsfag

I arbeidslivsfag på Aursmoen ungdomsskole var det et mål at elevene skulle trene på dokumentasjon, ikke bare produksjon. Elevene lærte å gjennomføre, dokumentere og vurdere en arbeidsprosess,

SKAPERSKOLEN



Hele prosessen med å løse en praktisk arbeidsoppgave kan oppsummeres i de fem fasene i Pila. Ill.: Ann-Christin Holtet

Progresjonstrapp fra 8.–10. trinn, arbeidslivsfag Aursmoen ungdomsskole 2010–2013	
Etter 8. trinn	Elevene <ul style="list-style-type: none"> • gjennomfører arbeidsoppgaver fra ulike yrkesfaglige programfag • blir kjent med ulike yrkesfaglige utdanningsforløp • øver på å dokumentere egne oppgaver og få med alle fem fasene, jobbe i grupper, vurdere eget arbeid og presentere
Etter 9. trinn	Elevene <ul style="list-style-type: none"> • velger noen yrkesretninger de ønsker å se nærmere på • øver på å dokumentere alle fem fasene og velger ut hvilken fase de vil arbeide spesielt med • prøver ut ulike yrker og deres produksjon/tjenester • kontakter og samarbeider med lokalt næringsliv/VGS
Etter 10. trinn	Elevene <ul style="list-style-type: none"> • fordyper seg i å gjennomføre og dokumentere arbeidsoppgaver fra noen programfag/yrker • starter egen elevbedrift • trener på å jobbe etter kravspesifikasjon og vurdere egne og andres oppgaver

SKAPERSKOLEN



Oppussing av klasserom krever verktøy. Foto: Ann-Christin Holtet

uansett arbeidsoppgave og yrkesretning. De lærte å bruke en kravspesifikasjon og å vurdere i hvilken grad den ble oppfylt.

Ann-Christin erfarte at metoden var et godt virkemiddel for å tilrettelegge for ulike elever og ulike nivåer. Noen elever skjønte prinsippene i dokumentasjonsmetoden ganske fort, mens andre kunne bruke mer tid på de enkelte fasene. Alle elevene fant sin måte å dokumentere på, også de elevene som hadde problemer med å skrive. Alle elevene skjønte hensikten med å øve på dokumentasjon, og vurderingen ga mening for dem. De fikk også trening i å presentere for hverandre og å vurdere og gi veiledning på hverandres oppgaver.

Da elevene kom til eksamen og avsluttende vurdering, var de trygge på både å lese oppgavetekster og å gjennomføre og dokumentere praktiske arbeidsoppgaver. Dette hadde de trent på fra 8. trinn. Elevene var motiverte og tok selv initiativ til å utfordre seg i nye oppgaver. Elevene ble mer bevisst på hvilke oppgaver som ventet dem i arbeidslivet og så nytteverdien av de ulike fagene de hadde på skolen. Elevene har i ettertid gitt uttrykk for at de lærte mye av årene med arbeidslivsfag og at de har fått bruk for det de lærte i senere yrkesfagutdanning og arbeidsliv.

Ann-Christin erfarte at bruk av Pila som verktøy og arbeidsmetode var dybdelæring i praksis. Elevene fikk trening i en metode som kunne brukes på alle arbeidsoppgaver, uansett fagområde. Det bidro til å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse for begreper, metoder og sammenhenger i yrkesfaglige arbeidsprosesser. Med

Pila som verktøy og arbeidsmetode ble eleven kjent med dokumentasjonsmetoder som brukes i arbeids- og næringsliv slik de vil møte det i sommerjobber, i læretiden eller i arbeidslivet som ferdig utdannet.

Arbeidslivsfag og skaperlæring forbereder for yrkeslivet

Erfaringene fra arbeidslivsfag med ett felles format for dokumentasjon uansett arbeidsoppgave, har vært til stor inspirasjon for dokumentasjon og vurdering i Skaperskolen. Gjennom undervisningsoppleggene i Skaperskolen erfarer elevene å lage et produkt som løser et problem og å synliggjøre for seg selv og andre hvordan de har tenkt undervegs. Elevene trener på å dokumentere produkt og prosess og å bruke relevante begreper til å beskrive egen opplevelse undervegs. I Skaperskolen deltar elevene i en skapende prosess som resulterer i et teknologisk produkt. I arbeidslivsfag gjennomfører elevene praktiske arbeidsprosesser som resulterer i et produkt eller en tjeneste. Hensikten med de to arbeidsmåtene er ulike, men det er likevel mange fellestrekk i erfaringene elevene får og vurderingsformene som kan anvendes.

Både ved å bruke Pila som dokumentasjonsform i arbeidslivsfag og ved å dokumentere skaperlæring, får elevene kjennskap til et prosessverktøy for dokumentasjon og vurdering av praktiske arbeidsmåter. Vurdering i skaperlæring er inndelt i produkt, prosess og opplevelse og i arbeidslivsfag i ideutvikling, planlegging, produksjon, vurdering og læring. Begge metodene har til felles at de kan anvendes til å dokumentere en arbeidsprosess uavhengig av hva slags produkt eller hvilken type produksjon som skal dokumenteres.

I begge vurderingsmåtene er det et prinsipp at elevene blir kjent med vurderingsformen som er grunnlag for sluttvurdering og får anledning til å øve på vurderingsformen. Begge vurderingsformene inneholder et begrenset sett med begreper som elevene blir kjent med og får trene på å bruke. Begge vurderingsmetodene omfatter dokumentasjon av praktiske arbeidsprosesser og legger et godt grunnlag for yrkeslivet, enten elevene velger studieforberedende eller yrkesfaglig studieretning.

Noter

- 1 Haaland, G. (2018). Vurdering i yrkesfag: helhetlig yrkeskompetanse. Pedlex.
- 2 Holtet, A.-C., Lindstad, S. (2017). Elevbok i arbeidslivsfag. Fagbokforlaget



Foto: Ann-Christin Holtet



Programmering og algoritmisk tenking i naturfag

Korleis kan programmering gjere naturfagundervisninga rikare? I naturfagmodulen i kompetansepakka *Programmering og algoritmisk tenking* prøver naturfaglærarane i kollegiet ut praktiske eksempel som så blir utgangspunkt for refleksjon rundt dette spørsmålet.

Kompetansepakka *Programmering og algoritmisk tenking* blei gjort tilgjengeleg for alle på kompetanse.udir.no i samband med fagfornyninga, der programmering kom inn i dei nye læreplanane. I tillegg inneheld kompetansepakka modular i matematikk, i kunst og handverk og i musikk. Alle desse fagmodulane byggjar på fellesmodulen som gir eit felles fagleg grunnlag for å diskutere strategien for å arbeide med programmering og algoritmisk tenking på eigen skole. Kompetanseutviklingstilbodet er skreddarsydd for profesjonsfagleg utviklingsarbeid inspirert av blant anna realfagsløyper.no.

I denne artikkelen vil vi trekke ut nokre av elementa i naturfagmodulen for 1.–10. trinn i kompetansepakka, for å framheve ulike måtar programmering kan vere eit godt pedagogisk verktøy på, stimulere til problemløysing og skaparglede hos elevane, opne for fleire måtar å lære på og gi oppleving av å meistre i naturfag.

Programmering er nemnd fleire stadar i naturfaglæreplanen – i kjerneelementet teknologi, i kompetansemål og i grunnleggande ferdigheiter (sjå boks s. 47). Elevane skal bruke programmering når dei skal lage teknologiske system og til å utforske naturfaglege fenomen. I naturfagmodulen har desse to bruksområda fått kvar sin del. Så la oss starte med å sjå på dei.

Å lage teknologiske system

System er eit nøkkelomgrep i naturfag. I tillegg til f.eks. økosys-

tem, system i kroppen, cella som system osv. skal elevane også jobbe med teknologiske system frå småskoletrinn til ungdomstrinn.

Eit teknologisk system inneheld ulike komponentar, for eksempel ein sensor som kan registrere noko (input) eller ein motor som kan gjere noko (output). I tillegg er det gjerne ei eller anna form for datamaskin som køyrer eit program som kontrollerer og styrer systemet. Ein mikrokontrollar er ein slik liten datamaskin vi kan programmere til å fungere saman med knappar, skjerm, motorar, sensorar, høgtalarar, lysdiodar osv. Mikrokontrollarar finst i stadig fleire produkt vi omgir oss med, blant anna bilnøklar, kvitevarer, dør- og portopnarar, automatiske såpedispenserar, trafikkllys, elsyklar og dronar.

Micro:bit er eit eksempel på ein mikrokontrollar laga spesielt for bruk i skolen. Du finn omtale av fleire på skaperskolen.no/mikrokontrollere. Micro:bit kan vi programmere med dra-og-slepp-blokkar, så inngangsterskelen er låg.

Ein aktivitet deltakarane gjennomfører i modulen og som dei så skal prøve ut på eigne elevar, er å lage eit produkt i eit smarthus. Når vi programmerer, bygger vi gjerne på kode som allereie finst. I oppgåva med smarthus kan slike kodeeksempel vere korleis vi kan programmere ein servomotor, ein fjernkontroll, ein kodelås og ei lyslenke. Kodeeksempla blir støttestrukturar for å kunne tilpasse kode og sette han saman på nye kreative måtar i eit smart pro-



Ein bilnøkkel kan innehalde ein mikrokontrollar som gjer at vi kan sende beskjed om å opne bilen. Foto: Erik Mclean / pexels.com

dukt som for eksempel ein garasjeportopnar eller ein iskremrobot. Eigne val og kjensla av at ein sjølv har moglegheit til å påverke sluttresultatet vil gjerne gi auka motivasjon og bidra til større ut-hald undervegs.

I kompetansemåla om teknologiske system er programmering berre nemnd i målet for mellomtrinn, men det vil kunne vere ein styrke også å bruke det i arbeidet med måla om teknologiske system på både småskole- og ungdomstrinn. Når vi sjølve må tenke ut og programmere eit teknologisk system, vil vi få god oversikt over delane i systemet og innsikt i korleis dei verkar saman. Program-



Eksempel på programmering av micro:bit for å utforske reaksjonshastigheit. Faksimile frå YouTube, youtu.be/DgJ-SoqoEMs

meringa blir ein måte å gjere tenking om systemet synleg og vil vere ein støtte når ein skal forklare systemet sitt til andre.

Utforske naturfaglege fenomen

På ungdomstrinnet skal elevane bruke programmering til å utforske naturfaglege fenomen. Dette målet opnar for fleire måtar å bruke programmering på:

1. Elevane programmerer eit verktøy (teknologisk produkt) dei brukar i ei utforsking / eit eksperiment, for eksempel ved å lage eit program/apparat som måler reaksjonsfart. Ei slik tilnærminga vil kunne kombinere både kjerneelementa teknologi og naturvitenskaplege praksisar og tenkemåtar med dei andre kjerneelementa. Dette kan sjølvsagt gjere undervisninga meir krevjande å gjennomføre, men kan også vere ein fin måte å synleggjere skilnadar mellom teknologi og naturvitenskap og korleis dei er avhengig av kvarandre.

2. Elevane programmerer ein modell (lagar ei simulering) av eit naturfagleg fenomen, for eksempel partikkelmodellen eller naturleg utval. I ei digital simulering kan vi bygge ein modell av verkelegheita, som vi så kan studere for å sjå korleis systemet verkar. I naturfag er simuleringar nyttige fordi dei gir moglegheiter for å etterlikne og illustrere naturvitenskaplege prosessar. Digitale simuleringar er også gode hjelpemiddel for å visualisere fenomenet det ikkje er mogleg å observere i verkelegheita (f.eks. fordi dei er for små/store, for langt unna, for farlege eller for langsame/raske). Det

PROGRAMMERING



Kven er du mest samd med? Grubleteikning om programmering i naturfag, henta frå naturfagmodulen i kompetansepakka.

ligg mange simuleringar av naturfaglege fenomen ute på nettet. I desse kan vi utforske fenomenet gjennom å endre ulike variablar, for eksempel ved å dra i ulike spakar eller ved å skrive inn verdiar.

I naturfagmodulen er ein av aktivitetane å lage ein enkel smittemodell i Scratch. Scratch er eit gratis verktøy for å programmere som er mykje brukt i skolen. Prinsippet vi bygger opp smitte-modellen etter, er at vi lagar ein prikk – i smitte-modellen er det ein person – og så lagar vi mange klonar av den same prikken. Ved å programmere den opphavlege prikken med eigenskapar som vil skje med eit visst sannsyn – for eksempel å bevege seg rundt, vere smitta eller bli smitta dersom ein møter ein annan – vil alle dei klona prikkane (personane) også få den same koden. Dermed kan vi køyre simuleringa og sjå kva som skjer når vi endrar på ulike verdiar for sannsyn eller kor mykje prikkane skal bevege seg.

Prinsippet i smitte-modellen kan brukast for å programmere si-muleringar av mange andre fenomen også. Prikkane kan vere partiklar, mikroorganismar, dyr osv. Når elevane programmerer, vil dei straks sjå resultatet av koden sin og på den måten få rask tilbakemelding. Dessutan er det mange måtar å utforme modellen sin på. Her er det ikkje noko fasitsvar. Modellane vil alltid vere forenklingar, og elevane bør bli utfordra på å gjere greie for styrkar og avgrensingar til modellane sine.

Algoritmisk tenking i naturfag

Algoritmisk tenking er den norske omsettinga av engelske *computational thinking* og er ein problemløysingsmetode som har mykje til felles med korleis vi elles jobbar i naturfag. Sjå berre på desse eksempla av kjenneteikn på algoritmisk tenking:

- bryte ned komplekse problemstillingar til mindre delproblem
- sjå etter mønster og samanhengar

PROGRAMMERING

- organisere og analysere data på ein logisk måte
- avgrense og skilje ut kva som er viktig og kva som er irrelevant
- representere data ved hjelp av symbol
- generalisere og lage modellar
- lage ein strukturert plan ved hjelp av presise steg-for-steg-prosedyrar

For mange lærarar er programmering noko nytt, og vi er mange som fort kan bli litt stressa av det tekniske som følger med. I starten av naturfagmodulen prøver derfor deltakarane først ut nokre aktivitetar utan programmering der dei klassifiserer som-marfuglar og lagar presise instruksjonar. Gjennom å samtale med kollegaer om korleis tenke- og arbeidsmåtane i algoritmisk tenking overlappar med kjende naturvitskaplege og teknologiske praksisar og tenkemåtar ein allereie jobbar med i faget, vil ein kunne møte

det nye fagområdet med eit heva blikk, og det kan verke mindre framand. Med denne tilnærminga vil ikkje programmering vere eit isolert fagområde i naturfaget, men ein arena der elevane både får nytte fagkunnskap og mange ulike praksisar i faget. Programmering blir da også eit pedagogisk verktøy som opnar for fleire måtar å lære naturfag på og kan gi meistringskjensle til fleire elevar.

Om programmering i læreplanen for naturfag

I kjerneelementet teknologi:

Elevane skal forstå, skape og bruke teknologi, inkludert programmering og modellering, i arbeid med naturfag. Gjennom å bruke og skape teknologi kan elevane kombinere erfaring og fagleg kunnskap med å tenke kreativt og nyskapande.

I kompetansemål:

Etter 7. trinn:

- utforske, lage og programmere teknologiske system som består av delar som verkar saman

Etter 10. trinn:

- bruke programmering til å utforske naturfaglege fenomen

I grunnleggande ferdigheiter:

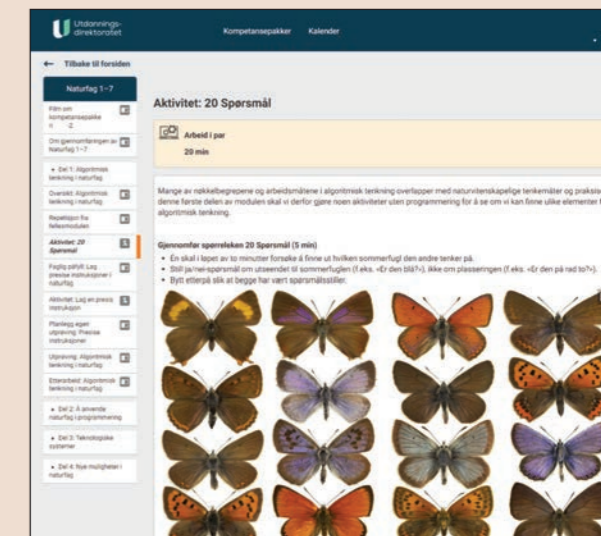
Digitale ferdigheiter i naturfag er å kunne bruke digitale verktøy til å utforske, registrere, rekne ut, visualisere, programmere, modellere, dokumentere og publisere data frå forsøk, feltarbeid og andre sine studium.

Kort om kompetansepakka

Kompetansepakka er laga for grunnskolen (1.–10. trinn) og vidaregåande trinn. Kompetansepakka er ikkje eit komplett programmeringskurs, men vil bidra til å gi lærarane ei forståing av kva programmering er og korleis dei kan arbeide med programmering i faga sine med utgangspunkt i kompetansemåla. Vi tilrår å starte med fellesmodulen før modulane i dei ulike faga. Naturfagsenteret har utvikla naturfagmodulen.

Her finn du kompetansepakka:

kompetanse.udir.no > Støtte til arbeid med læreplanverket > Programmering og algoritmisk tenking



PROGRAMMERING

Analoge øvelser som introduksjon

Programmering er ukjent for mange lærere og elever. Hvor starter vi når vi skal lære elevene om programmering? I jungelen av ulike programmeringsspråk og -verktøy, hva er det hensiktsmessig at elevene lærer om programmering på skolen?

I dag finnes det programmerere i de fleste bedrifter som lager løsninger og utarbeider mer effektive it-systemer. Dette stiller krav også til de øvrige ansatte i bedriften som må jobbe med programmerne. Grunnleggende kjennskap til programmering gjør det lettere å kommunisere med de som programmerer. Dette er noe av bakgrunnen for at programmering er kommet inn i læreplanene. Men programmering kan også være et nytt verktøy for å variere undervisninga og et godt utgangspunkt for å lage spennende og engasjerende aktiviteter.

Grunnstrukturene i programmering

Det finnes tusenvis av ulike programmeringsspråk, og vi vet ikke hvilke programmeringsspråk som blir dominerende i fremtiden. Derfor er det hensiktsmessig å la elevene bli kjent med grunnstrukturene i programmering. Dette er det som er felles for mange av programmeringsspråkene, uavhengig av syntaksen og oppbygging av språket. Det å kjenne til grunnstrukturene i programmering gjør at elevene raskt kan sette seg inn i nye programmeringsspråk, vet hvilke muligheter programmering gir og blir gode problemløser som kan bruke programmering som verktøy i problemløs-

Grunnstrukturene i programmering

- Programmeringsspråk – skrive og lese en kode
- Løkker – gjentakelse i programmering
- Variabler – betydning og bruk av variabler som kan lagre og endre verdi
- Villkår – startvilkår, betingelser og utfall (hvis-setninger)

ning. Vi skal beskrive noen enkle aktiviteter og peke på hvilke av grunnstrukturene i programmering det trenes på.

Skrive og lese en kode

Til aktiviteten trenger du lego/multilinks. Hvert elevpar bygger en valgfri figur og skriver en kode eller instruks for hvordan man bygger figuren. Deretter demonterer de figuren og gir brikkene og koden til et annet elevpar, som følger koden og prøver å bygge figuren.

I aktiviteten vil alle elevparene skrive ulike instruksjoner. Noen vil bruke fulle setninger, andre tall og symboler, andre igjen vil kanskje bruke farger (se illustrasjon øverst på neste side). Mulighetene er mange, og hver strategi har sine fordeler. Etter bygging kan elevene sammenligne og evaluere de ulike kodene, og analysere hva som fungerer og ikke med de ulike instruksene. Finner de noe som er likt med alle kodene? Slik er det med programmeringsspråk også, de har noen likheter, men også sine unike fordeler.

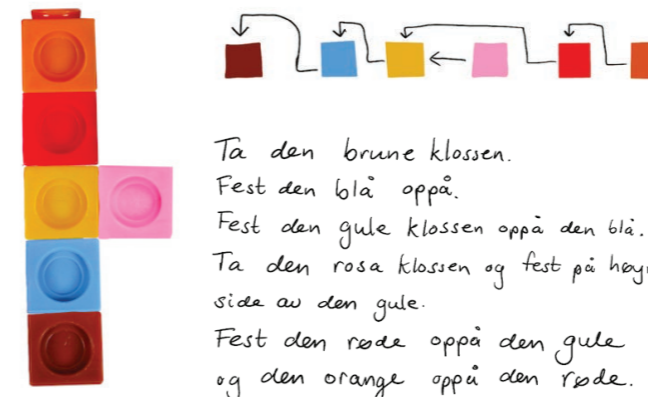
Forbedre gjentakende instruksjoner: Puslespill

Til denne aktiviteten trenger du puslespill og sovemasker. I grupper på tre må én elev være byggmester som skal pusle med bind for øynene, og to hjelpere skal gi instruksjoner for hvordan byggmesteren skal pusle. Det er kun byggmesteren som får lov til å ta på brikkene.

I starten vil elevene oppleve at det går sakte og at det er frustrerende å ikke kunne ta brikkene og gjøre det selv. Men etter hvert vil de finne ut hvilke type beskjeder som fungerer bedre enn andre,



PROGRAMMERING



To ulike koder skrevet for å gjenskape figuren. Den ene koden bruker kun symboler og farger, den andre har mer utfyllende instruksjoner gjennom fulle setninger.

og dermed spisse instruksene, og gjøre dem presise, korte og gjentakende. Her kan byggmesteren fortelle om hvordan instruksene endret seg og hva som fungerte og ikke. Kan elevene skrive et sett med instruksjoner som vil være nok til å pusle et helt puslespill?

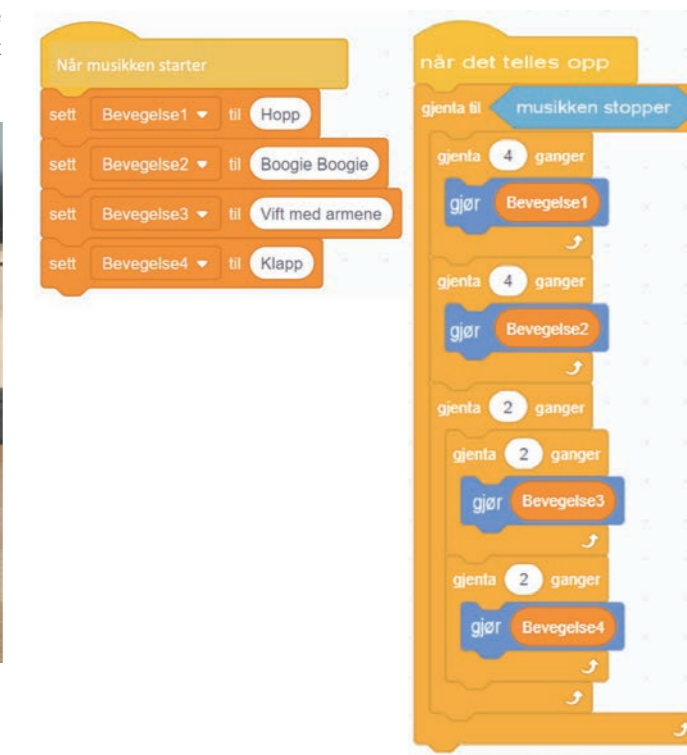


Byggmesteren pusler uten å se brikkene, men må lytte fokusert på instruksjoner fra sine to medelever. Foto: Subashini Parameswaran Ruben

Dansekode

Programmering kan læres analogt og med hele kroppen. Gjennom fysisk aktivitet kan elevene lære om algoritmer, løkker og variabler. Koden under er et slikt eksempel. Koden starter med å definere fire variabler, dette skjer med en gang musikken starter. Koden med bevegelser starter når det telles opp. Dette er to eksempler på startvilkår, altså betingelser som sier når deler av en kode skal starte. Løkka «gjenta til» er også en vanlig struktur i programmeringsspråk, og i dette tilfellet sier den at så lenge det er musikk, skal elevene følge koden. Løkkene «gjenta X ganger» brukes til å fortelle hvor mange ganger hver bevegelse skal gjentas. I stedet for at bevegelsene står i koden, bruker vi variablene som er definert som bevegelser. Dette er en fin introduksjon til bruk av variabler.

Dansekode er et eksempel som det er fint å vise tilbake til når elevene skal lese og skrive kode selv. Elevene kan følge en kode, og deretter lage sin egen kode ved å endre på verdien på bevegelsesvariablene og gjentakelse i løkka.



PROGRAMMERING

Hvis-setning, vilkår og betingelser








Vilkår, betingelser og hvis-setninger er kraftige verktøy i programmering, og disse åpner opp for mye kreativitet og systematiske måter å dekomponere problemer på til en rekke av hendelser og konsekvenser. Vi kan jobbe med hvis-setninger uten å bruke datamaskin, noe som gir elevene mulighet til å bli godt kjent med konseptet, før de i tillegg må lære seg detaljer med et nytt programmeringsspråk. Hvis-setninger brukes når vi får ulike utfall avhengig av hvilke betingelser vi setter for at en hendelse skal skje eller ikke. Når vi planlegger et program, må vi ha oversikt over hvilke hendelser som er mulig, og deretter hvilken betingelse som utløser hvilken hendelse.

Nesten alt som kan sorteres innenfor naturfagene kan struktureres med hvis-setninger. Vi skal se på et enkelt eksempel, der vi lager en algoritme som viser hvilket småkryp vi har funnet ved å telle hvor mange bein det har. Denne type programmer ligger bak apper som identifiserer og viser ulike arter ut fra gitte kriterier. For å lage dette programmet må vi skaffe oss kunnskap om hvor mange bein ulike småkryp har. Før vi kan lage betingelsene, må vi altså avgrense og definere problemet før vi tenker ut løsninga. Vi velger å bruke fire ulike betingelser: 8 bein, 6 bein, flere enn 8 bein og ingen bein. Hvis-setninga blir da:

- Hvis** antall bein er 8 bein
 Så Det er en edderkopp.
- Ellers hvis** antall bein er 6 bein
 Så Det er et insekt.
- Ellers hvis** antall bein er mer enn 8 bein
 Så Usikker på hva det er, det kan være et skrukettroll, skolopender eller tusenbein.
- Ellers hvis** antall bein er 0
 Så Usikker på hva det er, det kan være en snegle.

Oversikt over oppsett for hvis-setninger:

- Hvis** betingelse 1
 Så hendelse 1
- Ellers hvis** betingelse 2
 Så hendelse 2
- Ellers**
 Så hendelse 3

Småkryp i jord		
Insekter – tre par bein og tredelt kropp		
Saksedyr • 6–23 mm • nattaktiv, lever av bløte planter og sukksaften fra bladbladlus (hoovingdugg) • hannen og hunnen danner par og overvintrer sammen i en hale i jorda		tålfemte antenner seks par bein tre deler i kroppen
Maur • 1,5–18 mm • sosiale insekter, de fleste rovdyr, liker søl • et dødt eller to små kopper		seks par bein tre deler i kroppen
Biller • første vingepar er harde dekkvinger • skarabider (eks. gulbasse): 2–40 mm. Finnes ofte i gjødsel • løpebiller: 4–40 mm. Lever av åtsler, planter eller andre dyr, gode flyvere • løpebiller: 2–40 mm. Rovdyr eller planteter, holder til på bakken		seks par bein tre deler i kroppen to eller tre par vinger
Spretthaler • 0,5–6 mm • viktige nedbrytere i jorda		seks par bein tre deler i kroppen
Edderkopedyr – fire par bein og todelt eller sammenvokst kropp		
Edderkopper • 10–25 mm • rovdyr, kan spinne		to deler i kroppen: hode, hard kjerne og med bein, og stor, bløt bakropp
Vevkjerring • 2–9 mm • andre beinpar: 5–8 mm • bruker andre beinpar til å føle seg fram, med en vesende bevegelse (derav navnet) • nattaktive rovdyr, kan ikke spinne		to deler i kroppen: hode, hard kjerne og med bein, og stor, bløt bakropp
Midd • mindre enn 2 mm • viktige nedbrytere i jorda • flatt: 1–3 mm, lever oppå jorda		to deler i kroppen: hode, hard kjerne og med bein, og stor, bløt bakropp

Et småkrypatlas hjelper oss til å vite hvor mange bein ulike småkryp har. Se naturfag.no/atlas

Mange elever og lærere har allerede strategier for å være systematiske og strukturerte i problemløsning. Programmering er enda en inngang til å tenke ei stegvis løsning på komplekse problemer. Det å måtte kommunisere med en datamaskin stiller krav til elevene om å være presise og strukturerte, både når de forstår problemer, lager løsninger og tester løsningene sine. Grunnstrukturene i programmering kan være verktøy elevene kan bruke i problemløsning, uavhengig av om løsninga skal gjøres på en datamaskin eller ikke.

Vi kan gjøre mye med kun de grunnstrukturene som er nevnt her. Neste nivå i programmeringens grunnstrukturer vil være å inkludere matriser (eller lister) og funksjoner. Dette vil åpne opp for ytterligere muligheter både for lærere og elever.



PROGRAMMERING

Programmering – et verktøy med dybde

Programmering brukes i utgangspunktet til å skape teknologiske løsninger, men det kan også være et verktøy for å lære seg nytt fagstoff eller for å anvende fagstoff i nye situasjoner. Når vi kommer oss over det første nybegynnernivået, vil programmering kunne være et verktøy som både elever og lærere kan bruke i mange sammenhenger på veien mot dybdelæring.

Stadig mer av teknologien rundt oss har datamaskiner innebygd. For å forstå mer av teknologien påpekes det derfor i kjerneelementet teknologi at elevene skal jobbe med programmering. I naturfag er det mange måter programmering kan være et nyttig verktøy på. Å programmere koden i et teknologisk system vil gi elevene god oversikt over de ulike delene av systemet og innsikt i hvordan delene virker sammen. Elevene kan bruke programmering for å utforske naturfaglige fenomen, ved å programmere et verktøy som en enkel datalogger eller ved å programmere en modell/simulering av et fenomen. I denne artikkelen skal vi se nærmere på hvordan programmeringsoppgaver kan være et verktøy for å få elevene til å anvende og bearbeide naturfaglig fagstoff på en kreativ og engasjerende måte. Vi skal gjøre dette gjennom et eksempel med periodesystemet. Andre eksempel på slike programmeringsoppgaver kan være at elevene programmerer egne bestemmelsesnøkler eller en interaktiv presentasjon om et faglig tema (disse eksemplene kan du finne i kompetansepakken *Programmering og algoritmisk tenkning*, se artikkel på s. 48).

I dette eksempelet får elevene i oppdrag å lage et program der brukeren av programmet kan få informasjon om et grunnstoffs plassering i periodesystemet og hvorfor det er plassert der. Programmet skal i utgangspunktet avgrenses til de 18 første grunnstoffene. Oppdraget skaper et behov for å lære hvordan periodesystemet er bygd opp. Avhengig av hvordan elevene velger å avgrense oppdraget, er det mulig med ulike løsninger og tilnæringsmåter. Skal for eksempel programmet spørre etter navnet eller atomnummeret til grunnstoffene? Avgrensningen av oppdraget differensierer



vanskelighetsgraden til oppgaven. Siden dette er opp til elevene, kan de velge hvor utfordrende oppgaven de jobber med blir.

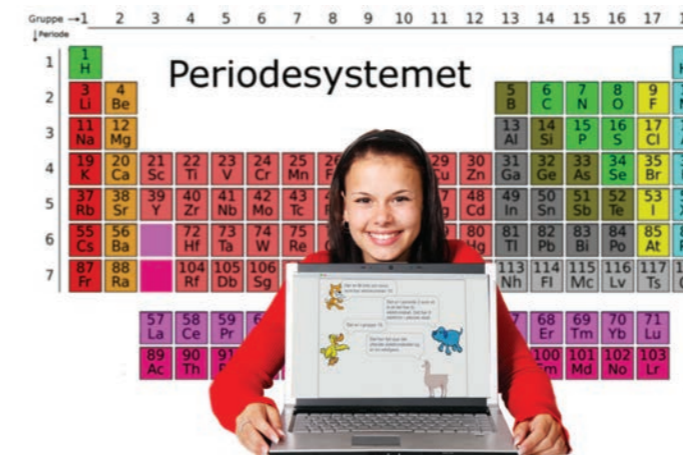
En løsning kan være å lage et program som spør etter atomnummeret til grunnstoffet, og deretter gir informasjon om hvilken gruppe og periode grunnstoffet tilhører. En nyttig strategi for å planlegge koden sin er først å skissere den som pseudokode. Pseudokode vil si at vi bruker vanlig språk. Starten på pseudokoden kan se slik ut:

```

Spør etter atomnummer på grunnstoff
Hvis atomnummer er 1
  Så si: Grunnstoffet er i periode 1 som vil si at det har ett elektronskall.
  Og: Det har ett elektron i ytterste skall og er i gruppe 1.
Hvis atomnummer er 2
  Så si: Grunnstoffet er i periode 1 som vil si at det har ett elektronskall.
  Og: Det har to elektroner i ytterste skall og er i gruppe 18.
Osv.
    
```

Denne løsningen utnytter ikke så mange elementer i programmering, og det blir en lang og omstendelig kode. Men ved å jobbe seg gjennom alle de 18 første grunnstoffene på denne måten, må elevene forholde seg til tilsynelatende ulogiske sammenhenger som hvorfor helium med bare to elektroner og neon med ti elektroner plasseres i gruppe 18.

PROGRAMMERING



Periodesystemet kan være utgangspunkt for et programmeringsoppgave.

En annen strategi er å bruke logikken bak periodene og gruppene i periodesystemet. For eksempel kan man tenke slik for å gi informasjon om periode:

```

Spør etter atomnummer på grunnstoff
Hvis atomnummer er mindre eller lik 2
  Så si: Grunnstoffet er i periode 1 og har ett elektronskall.
Ellers hvis atomnummer er mindre eller lik 10
  Så si: Grunnstoffet er i periode 2 og har to elektronskall.
Ellers hvis atomnummer er mindre eller lik 18
  Så si: Grunnstoffet er i periode 3 og har tre elektronskall.
    
```

Sammenhengen mellom atomnummer, gruppeplassering og elektroner i ytterste skall er mer innfløkt. En mer omfattende pseudokode kan se ut som i figuren til høyre. I denne pseudokoden er det også trukket inn flere figurer som skal gi informasjonen på skjermen. Når vi leser kode som andre har laget, er det slett ikke sikkert at den er så lett å forstå (programmerer legger gjerne inn kommentarer i koden for å gjøre den mer forståelig, men det skal vi ikke gå mer inn på her). Som lærer er det viktig å utfordre elevene til å forklare hvordan de har tenkt.

Katt spør etter atomnummer på grunnstoff

For figuren «hund»:

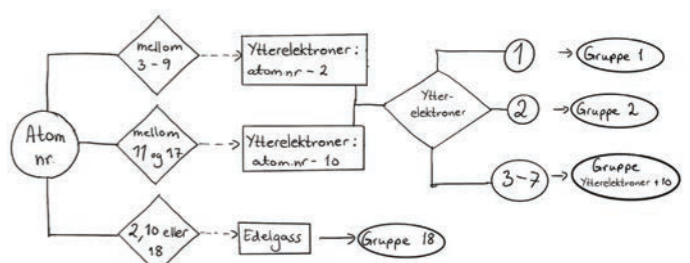
Hvis atomnummer er mindre enn 3
Så skal hund si: Grunnstoffet er i periode 1 og har ett elektronskall.
Og: Det har [atomnummer] elektron i ytterste skall.
Ellers hvis atomnummer er mindre enn 11
Så skal hund si i: Grunnstoffet er i periode 2 som vil si at det har to elektronskall
Og: Det har [atomnummer - 2] elektron i ytterste skall.
Ellers hvis atomnummer er mindre enn 19
Så skal hund si: Grunnstoffet er i periode 3 som vil si at det har tre elektronskall
Og: Det har [atomnummer - 10] elektron i ytterste skall.

For figuren «and»:

Hvis atomnummer er 1
Så skal and si: Det er i gruppe 1.
Ellers hvis atomnummer er 2
Så skal and si: Det er i gruppe 18.
Ellers hvis atomnummer er mindre enn 9
Så skal and si: Det er i gruppe [atomnummer - 2].
Ellers hvis atomnummer er mindre enn 11
Så skal and si: Det er i gruppe [atomnummer + 8].
Ellers hvis atomnummer er mindre enn 13
Så skal and si: Det er i gruppe [atomnummer - 10].
Ellers hvis atomnummer er mindre enn 19
Så skal and si: Det er i gruppe [atomnummer].

For figuren «lama»:

Hvis atomnummer er 2, 10 eller 18
Så skal lama si: Det har fylt opp det ytterste elektronskallet og er en edelgass



Elevene kan også bruke et flytskjema for å strukturere logikken, og hvordan logikken struktureres kan gjøres på ulike måter.

PROGRAMMERING

Så langt har vi vist eksemplene som pseudokode. Pseudokode (og også flytskjema) er gode verktøy for å planlegge kode før vi begynner arbeidet i selve programmeringsverktøyet/-språket. Fordelen vil være mindre forstyrrelser av skrive-/syntaksfeil, utforming av layout og grensesnitt og eventuelt andre tekniske problemer i denne fasen. Ulempen kan være at vi ikke får umiddelbar respons som kan avdekke feil, hull og mangler i løsningen.

En av de store fordelene med programmeringsverktøy er at de gir deg umiddelbar respons og elevene får raskt bearbeidet og testet koden sin. Her vil dessuten elevene være forskjellige, og det vil variere hva elevene foretrekker. Ofte kan det være lurt å ha lagt en plan med penn og papir i form av pseudokode og/eller flytskjema, men så vil programmet utvikle seg og avvike fra planen etter hvert som man programmerer og finner smartere løsninger i programmeringsspråket.

Dette vil du se i eksempelet under, der denne løsningen er laget i Scratch. I Scratch kan vi enkelt be brukeren av programmet om å skrive inn svar på spørsmål, for deretter å bruke svaret videre i programmet. En del av oppdraget vil også være å designe brukergrensesnittet til programmet. Hva skal brukeren se? Hvordan skal programmet starte?

Et eksempel på design kan være slik:



Slik ser koden til lamaen ut i dette programmet:



Gode programmeringsoppdrag er rike oppgaver som både kan løses på mange ulike måter og utvides med flere måter å inkludere mer fagstoff inn i programmene. Kanskje la du merke til at katten på skjermdumpen til venstre også sa navnet på grunnstoffet. Det kan vi få til ved å legge inn en liste over grunnstoffene og så bruke en blokk som henter ut elementet i listen som tilsvarer atomnummeret gitt av brukeren. Elevene kan også legge inn bilder/modeller av de ulike atomene.

Når elevene må anvende fagstoff i programmer de lager, kan de oppdage sammenhenger og få bedre forståelse av for eksempel hva som ligger bak sorteringer og klassifiseringer. Programmene vil dessuten ha et grensesnitt som gjør at elevene må tenke på hvordan programmet skal kommunisere mot brukerne.

Programmeringsoppdrag er et verktøy i verktøykassa du som lærer kan bruke for å variere undervisninga, slik at elevene kan møte fag på nye og gjerne litt uventete måter. Aktivitetene åpner for mange ulike løsningsstrategier, og det er ikke ett rett svar. Programmering kan på denne måten være med på å legge til rette for dybdeløring og trigge elever som kanskje ellers sliter med å engasjere seg.

Eksempel på programmer om periodesystemet i Scratch:

- <https://scratch.mit.edu/projects/631474007>
- <https://scratch.mit.edu/projects/626044816>



Hvordan berike undervisningen med naturfaglige simuleringer

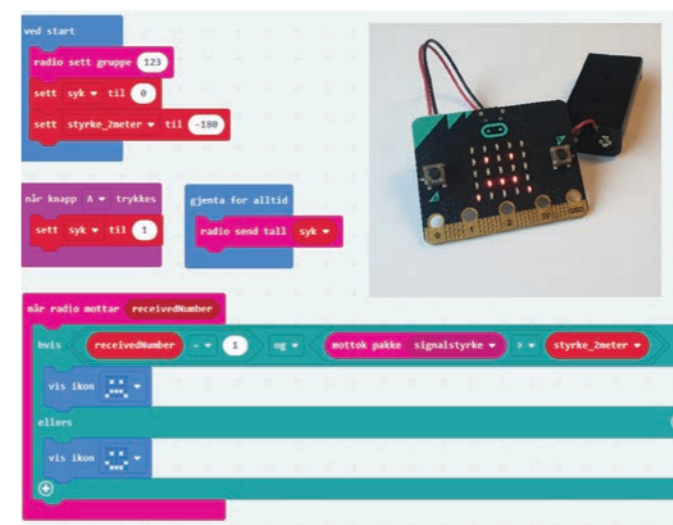
Da lærerstudenter ble utfordret til å lage naturfaglige simuleringer for bruk i grunnskolen, valgte de å bruke Scratch og micro:bit. Simuleringene var knyttet til aktuelle tema innen fysikk, kjemi, biologi eller teknologi. I tillegg til å lære om de naturfaglige/teknologiske systemene som ble vist, trakk studentene fram at elevene kan trene på utforskning og bli kjent med modellers rolle i naturfag ved å lage eller bruke simuleringene.

Ved å inkludere programmering i naturfagundervisningen åpnes det nye muligheter for utforskning og kreativt arbeid i naturfag. I læreplanen i naturfag er programmering knyttet til kjerneelementene *teknologi og naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter*. Programmering er en naturlig del av moderne naturvitenskap og teknologi¹, men fortsatt ukjent for mange lærere, elever og lærerstudenter.

Programmering i lærerutdanningen

For å ta i bruk programmering i undervisningen på en god måte er det viktig å være kjent med verktøy og bruksområder, inkludert naturvitenskapelige anvendelser som simulering. Naturfaglærerstudentene fikk derfor et kurs i algoritmisk tenking og programmering. Studentene fikk trene på å gjenskape naturfaglige simuleringer med variable parametere og til slutt lage sin egen simulering.

I grunnskolen brukes både tekstprogrammering og blokkprogrammering. Med blokkprogrammering slipper elevene å huske koder og syntaks utenat. Det finnes flere plattformer for blokkprogrammering som gir ulike muligheter i undervisningen. I dette kurset ble micro:bit, Scratch og Trinket benyttet (se boks s. 58). Ved å kjenne én av plattformene, kan man raskt lære å bruke de andre. Lærer-



Forslag til programmering av en micro:bit smittestopp-app. Denne er svært enkel og kan med fordel tilføres flere og bedre funksjoner som f.eks. varsel via lyd, mulighet for varsling av nærkontakter i etterkant. Programmet er laget på microbit.org.

smittestopp-appen som har fått mye oppmerksomhet i mediene. Til dette brukte de micro:bit. De benyttet den innebygde radiosenderfunksjonen og programmerte micro:biten til å gi signal dersom den har vært i nærheten av en «infisert» micro:bit, slik at eieren kan gå i karantene. Signalstyrken kan brukes til å estimere avstand. Når elevene lager et slikt program, må de utforske og teste fysisk for å kalibrere avstandsmålet knyttet til signalstyrken. De kan være kreative og gjøre «appen» mer avansert, hvis de vil. Elevene blir på denne måten kjent med hvordan programmerte teknologiske produkter kan lages.

Smittestopp-appen er et godt eksempel på hvordan teknologi tas i bruk for å løse utfordringer i samfunnet, men også på hvordan teknologi kan skape dilemmaer. Det har vært stor debatt i Norge knyttet til personvern ved smittestopp-appen. Et slikt prosjekt vil kunne bidra til at elevene forstår hvorfor naturfag er viktig og anvendes utenfor skolen. Lærerstudentene som var med i programmeringskurset ble engasjert av å prøve ut med de fysiske micro:bitene i starten av kurset. De så verdien av å ha noe håndfast som elevene kan jobbe med når de programmerer, for å gjøre det mindre abstrakt.



Eksempel på en veldig forenklet partikkelmodell programmert i Scratch. Denne viser kun gassfase og baserer seg på forenklinger av de fysiske lovene. Likevel er modellen mulig å bruke til å utforske hvordan partikkelens bevegelse endrer seg med temperaturen, og den gir rom for å diskutere styrker og svakheter ved modellen.

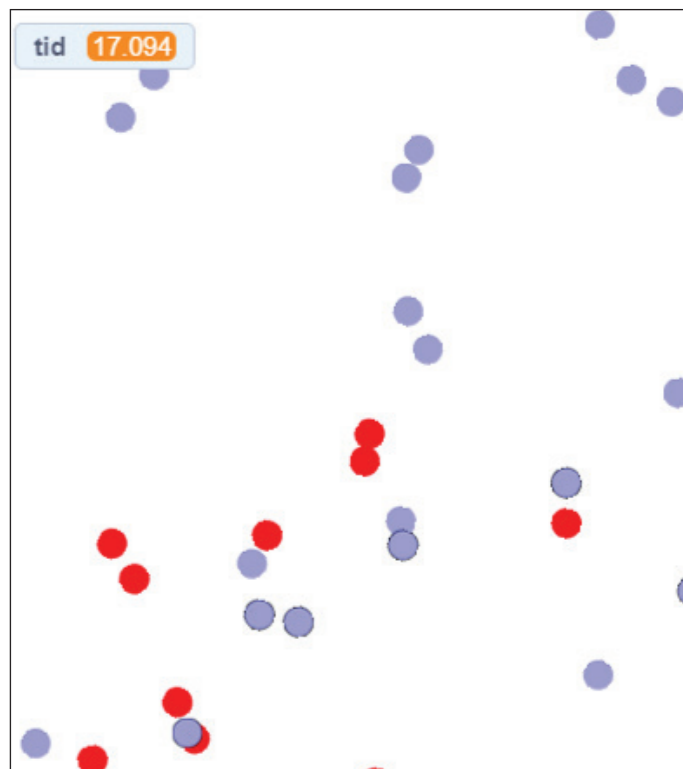
Partikkelmodellen

Mange av studentene valgte å bruke Scratch til å lage en simulering knyttet til partikkelmodellen. Studentene så programmeringen som en mulighet for å konkretisere og visualisere partikkelmodellen og motvirke misoppfatninger. Ved å legge inn skyveknapper for å endre for eksempel temperatur vil det være mulig å bruke simuleringen til å utforske sammenhengen mellom temperatur og partikkelbevegelse.

Hovedprinsippet i programmet er å programmere kuler til å bevege seg i et gitt mønster. I gassform skal de bevege seg i rette linjer og kun endre retning hvis de treffer en annen partikkel eller vegg i boksen. Denne koden kan også brukes til mange andre simuleringer med små endringer.

En student benyttet en tilsvarende kode med bare én kule til å vise bevegelsen til en ball som spretter mot veggene i en boks. Dette kan sammenlignes direkte med et eksperiment med sprettball i klasserommet og bidra til refleksjon om modeller.

PROGRAMMERING



Enkel versjon av covid-19-smittesimulator programmert i Scratch. Blå sirkler representerer friske personer, røde er syke personer og blå med sort sirkel representerer personer som har utviklet immunitet mot sykdommen.

Koronasimulator

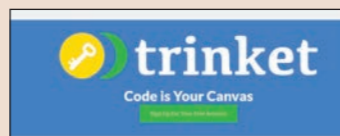
Andre studenter benyttet det samme grunnprinsippet i sin gjen-skapning av smittesimulatoren som ble brukt i mediene. Her representerer kulene på skjermen mennesker. De bytter ikke nødvendigvis retning når de treffer et annet menneske. Derimot fargekodes kulene for å vise deres «smittestatus»: frisk, syk, immun osv. Her er det mulig å legge inn avanserte elementer som sosial distansering, karantene og så videre. Ved å variere parametre blir det mulig å utforske ulike scenarier for smittehåndtering, og dermed få en forståelse for hensikten med tiltakene. Disse simuleringene krever mer kompleks kode, men til gjengjeld finnes det mange eksempler og forslag på internett om hvordan det kan gjøres (se artikkelen *Programmering og algoritmisk tenking i naturfag* på s. 48).

Ressurser og inspirasjon

Micro:bit (microbit.org) er anvendelig for å lage teknologiske systemer og samle data i en utforsking. Den er en liten datamaskin med noen innebygde funksjoner som skjerm, høyttaler, magnetisk sensor og akselerometer. Det er også mulig å koble til eksterne servomotorer og sensorer. Micro:biten programmeres ved hjelp av datamaskin eller nettbrett. Micro:bit er tilgjengelig med norsk språk og har en egen side med ideer og en side for lærere på nettsiden.

Scratch (scratch.mit.edu) er en plattform hvor elevene kan programmere figurer til å bevege seg på skjermen, lage lyd, endre utseende eller kommunisere. Scratch brukes i nettleser og alt skjer på skjerm. Dette gjør den egnet for å lage animasjoner eller plakater som kan være interaktive. I tillegg er Scratch tilrettelagt for objektorientering, slik at man kan lage flere objekter som styres av samme kode. Scratch er tilgjengelig med norsk språk og har en egen side med ideer og en side med prosjekter på nettsiden.

Trinket (trinket.io) gir mulighet for blokkprogrammering i nettleser. Trinket er egnet for å programmere simuleringer av naturfaglige fenomener på et mer abstrakt nivå enn Scratch. Det er mulig å veksle mellom blokkprogrammering og tekstprogrammering med Python. Trinket har en modul som er tilrettelagt for å animere bevegelse, og en annen hvor biblioteket Numpy gir muligheter for å behandle tall og vise resultater i form av grafer på en grei måte. Trinket bruker engelsk språk, men har veiledninger for hvordan man går fra blokker til Python-kode på nettsiden.



Noter

- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016, 2016/02/01). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. doi: [org/10.1007/s10956-015-9581-5](https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5)
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking American Educational Research Association Vancouver, Canada. <https://www.media.mit.edu/publications/new-frameworks-for-studying-and-assessing-the-development-of-computational-thinking>



PROGRAMMERING



PRIMM – et pedagogisk verktøy for undervisning i programmering

PRIMM står for Predict-Run-Investigate-Modify-Make og er et didaktisk verktøy for å planlegge og gjennomføre undervisningsopplegg der programmering anvendes. Her skal vi se på et opplegg der vi programmerer micro:bit som lommelykt, og samtidig vise hvordan PRIMM-metoden kan brukes for å planlegge undervisningen.

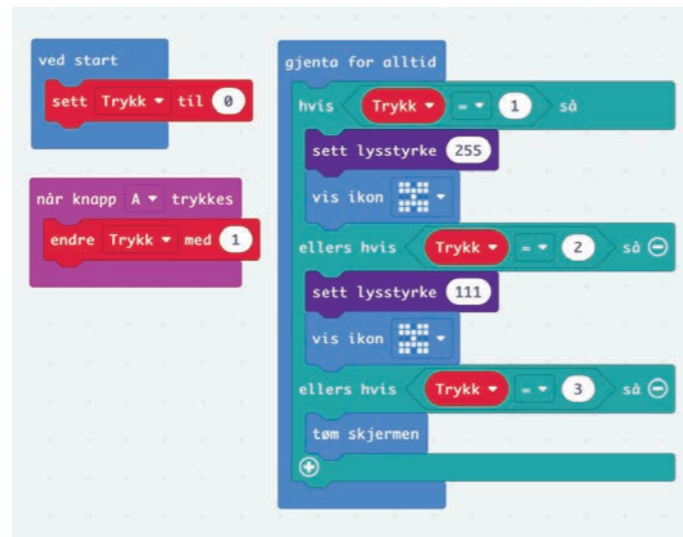
Når vi skal tilrettelegge for kompetanseutvikling i programmering for lærere, har vi møtt på to utfordringer. Fordi programmering er nytt for mange, må lærerne både lære seg programmering selv og lære seg didaktiske verktøy for å undervise programmering til elevene. Vi har god erfaring med å bruke PRIMM-metoden som utgangspunkt både for våre samlinger med lærere og for utvikling av undervisningsopplegg. Metoden er nærmere beskrevet i artikkelen på s. 64, men da med et eksempel som anvender Python.

Å programmere et teknologisk system vil gi elevene god oversikt over hvordan systemet fungerer. I dette eksempelet skal elevene lage en modell av ei lommelykt ved å bruke micro:bit. Før elevene går i gang med selve programmeringen, må de få hjelp til å se overgangen fra den virkelige lommelykta til modellen som skal lages med micro:bit. Vi kan for eksempel lage et skjema som viser sammenhengen:

Lommelykten:	Modellen:
lyser sterkt	Skjermen på micro:bit lyser sterkt
lyser svakt	Skjermen på micro:bit lyser med halv lysstyrke
Knapp	Knapp A på micro:bit

Predict: forutsi

Elevene får så utdelt koden i figuren under. De skal diskutere hva de tror vil skje når en micro:bit er programmert med denne koden. Dette kan de gjøre muntlig eller skriftlig. Du kan også høre forslag fra elevene i plenum.



Kode for å modellere micro:bit som ei enkel lommelykt.

PROGRAMMERING

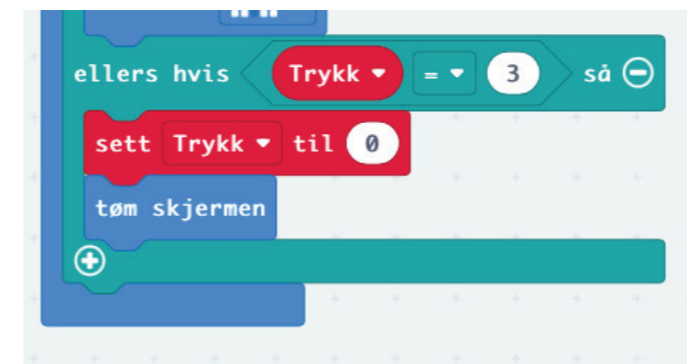
Run: Kjør

Etter at elevene har tatt stilling til hva koden gjør, åpner de MakeCode. De kan enten få en ferdig kode fra deg eller kopiere den ved å skrive den inn selv. Det å skrive inn koden selv gjør at elevene blir bedre kjent med MakeCode og hvordan de bygger kode med blokkene i programmet. Når de har kopiert inn koden, kan de både teste programmet med simulatoren i MakeCode og/eller laste det over på micro:bit og teste med den. Her er det viktig at elevene får anledning til å sette ord på og reflektere rundt likheter og forskjeller fra sin egen forutsigelse. Var det noe som ikke fungerte slik de trodde?

Investigate: Undersøk

I denne delen skal elevene bli kjent med hva de ulike blokkene gjør og hvordan ulike verdier påvirker utfallet av koden. Dette kan gjøres ved at elevene leker seg med koden ved å endre på ulike verdier og legge til og ta vekk ulike blokker. I denne oppgaven har koden én feil i seg, og elevene må feilsøke koden: Hva gjør at den ikke fungerer som vi helst vil? De kan undersøke hva som skjer hvis de legger til en blokk, fjerner en blokk, endrer tallene o.l.

Du legger kanskje merke til at i denne koden fortsetter variabelen «trykk» å øke jo flere ganger du trykker, siden det kun er ved start at den settes til null, og programmet sier ingenting hva som skal skje om den blir mer enn 3. Vi har bare tre ulike utfall i lommelykten som modelleres, og variabelen trenger bare å ha verdi 1, 2 eller 3. En mulig løsning er å legge til en blokk som setter variabelen «trykk» til null i den siste hendelsen i hvis-setningen.



Forslag til løsning på feilen i koden, som er å legge til en blokk som sette variabelen trykk til 0.

Modify: Modifiser, tilpass eller videreutvikle

Nå vil elevene være godt kjent med de funksjonene i MakeCode som er relevante for å modellere ei lommelykt, og de har allerede gjort små forbedringer på koden. I den neste delen skal de ta utgangspunkt i denne koden og videreutvikle den. De skal legge til en funksjon til lommelykta: Den skal kunne blinke. Dette er et lite steg opp i vanskelighetsgrad sammenlignet med å feilsøke og gjøre små justeringer. For å løse oppgaven må de legge til en betingelse og legge inn hendelsen at skjermen på micro:bit blinker. De trenger at variabelen «trykk» kan ha en verdi ekstra og må justere flere deler av koden.



Forslag til løsning på hvordan man får skjermen til å blinke. Elevene vil kanskje lure på hvorfor skjermen blinker mer enn bare én gang.

Make: Skap

Mot slutten av opplegget skal elevene få en oppgave med større frihetsgrad som gjør at de må lage sin egen kode. Oppgaven kan gjerne formuleres som et oppdrag som løses gjennom et program. Oppdraget må bygge på det de har gjort i de tidligere stegene. Gjennom flere øvelser har elevene sett hva som påvirker utfallet av koden, og mulighetene er mange. Avhengig av oppdraget kan de bygge videre på en allerede eksisterende kode eller begynne helt på nytt. Hvor avansert og åpent oppdraget er, må tilpasses elevenes programmeringsferdigheter. Oppdraget i dette eksempelet kan være at de skal modellere ei lommelykt som har en bevegelsessensor. Hvis brukeren ser ned, så lyser den svakt, men hvis brukeren ser fremover, så lyser den sterkt.

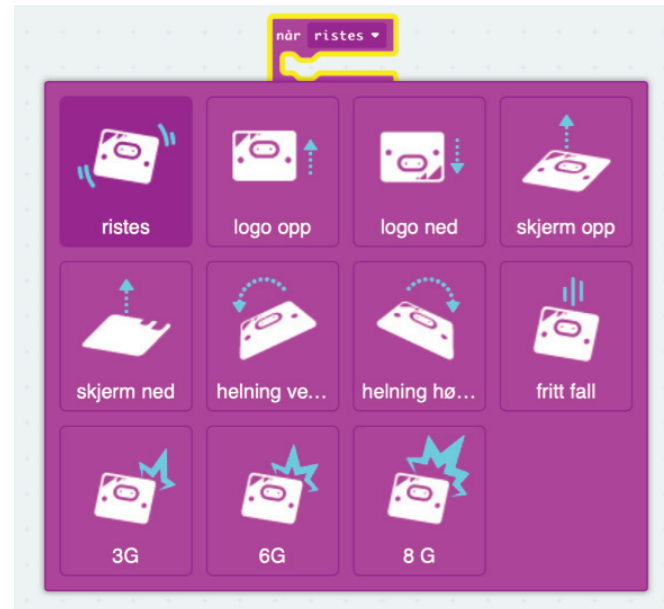
Programmeringsoppgaver er rike oppgaver som kan gjøres mer og mer avansert etter hvert som elevene mestrer programmeringen.

PROGRAMMERING

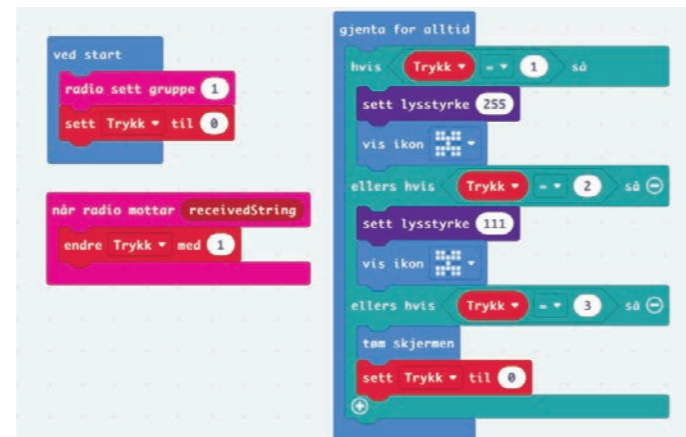
Er de drevne programmerere, kan et oppdrag være å modellere ei smart-lommelykt, ei lommelykt der vi kan styre lysstyrken ved bruk av smartklokka vi har på armen. Dette kan modelleres ved bruk av to micro:bit-er og radiosending mellom. Fordi dette er et nytt oppdrag, må elevene gå tilbake til å forstå systemet og lage en plan for koden. De kan bygge på erfaringer de har fra å analysere og forbedre koden for den første lommelykta fra eksemplene over.

Skjema for lommelykt med bevegelsessensor	
Lommelykta:	Modellen:
Ser ned, så lyser den svakt	Tipper skjermen 90 grader, så lyser skjermen på micro:bit svakt
Ser opp, så lyser den sterkt	Tipper skjermen opp, så lyser skjermen på micro:bit sterkt

I MakeCode må de bruke blokken «når ristes» og velge hvilken bevegelse med micro:biten som skal tilsvare det å se ned og opp. Videre kan de gjenbruke koden fra tidligere med å skru opp og ned lysstyrken. Elevene kan også utvide med sine egne ideer, for eksempel kan lommelykten skru seg av hvis de ser opp, fordi da ser man på stjernene og vil ikke ha lys som forstyrrer.



Modellen som skal vise ei smartklokke som styrer ei lommelykt, er noe mer avansert, og elevene må ha jobbet med radio og micro:bit før. Da bruker de erfaringer de har fra andre programmeringsoppgaver sammen med erfaringene de gjorde seg i modellingsoppgaven om ei enkel lommelykt. Også i denne oppgaven kan de gjenbruke mye av koden fra eksempelet tidligere. Utfordringen ligger i å bruke radiosendingen til å endre variabelen «trykk».



Kode for å modellere ei smart-lommelykt ved bruk av micro:bit og radiosending.



Eksempel på hvordan koden for smartklokka kan se ut.

PRIMM-metoden er et godt verktøy for å sikre at elevene får nok støttestrukturer til å løse oppgaven og komme videre med programmeringen uten for mye frustrasjon. Det gjør det også lettere å dele opp en oppgave i mindre deloppgaver, så elevene ikke faller av. Elevene bør sitte sammen i par og samarbeide om oppgavene på én datamaskin, siden mye av læringen ligger i diskusjonen mellom elevene.



Simuleringer og modeller i naturfag

Programmering gjør at vi kan lære naturfag på nye måter. Gjennom programmering får vi en ny representasjonsform som kan brukes både for å lære noe nytt og for å forstå kjent stoff enda bedre. Her vil vi se på hva programmering kan brukes til i naturfag på videregående trinn.

Programmeringens inntog i skolen byr på mange muligheter. Men siden programmering kan benyttes til alt fra å lage hjemmesider og apper til robotsystemer og simuleringer, er det lett å gå seg vill i kodejungelen. Da er det viktig å huske at hovedpoenget med programmering som en integrert del av ulike fag i skolen, er at programmeringen skal være et verktøy for fagene.

At programmeringen skal tjene faget, bør derimot ikke hindre oss i å se utenfor fagets tradisjonelle horisont. Programmering kan gi nye og spennende muligheter, både faglig og didaktisk. Først og fremst legger programmering til rette for å involvere elever aktivt i egen læring. Det gir god resonans med naturfagets eksperimentelle egenart. Spørsmålet «hva skjer hvis ...?» er vel så aktuelt i programmering som i praktiske eksperimenter.

PRIMM-metoden

En tilnærming til programmeringsaktiviteter som er veldig god for å stimulere til faglig forståelse, samtidig som den legger til rette for differensiering, er PRIMM-metoden (se s. 56). PRIMM er en metode som er utviklet av Susan Sentance¹ og står for Predict-Run-Investigate-Modify-Make. Når vi lager en aktivitet med programmering, kan vi bruke deler av eller hele denne prosedyren:

1. Forutsi hva programmet gjør.
2. Kjør programmet. Stemmer forutsigelsen? Hva sier resultatet oss?
3. Undersøk programmet. Prøv å endre på noen variabler og se hva som skjer.
4. Modifiser programmet. Gjør noen endringer i premisser eller



metoder, og tolk resultatene.

5. Skap et nytt program. Lag et nytt program med utgangspunkt i programmet som er brukt i de foregående punktene.

Vi skal bruke et eksempel som handler om nedarving av enkle egenskaper. Vi bruker programmeringsspråket Python i eksemplene, men aktivitetene kan gjennomføres med andre tekst- eller blokkbaserte programmeringsspråk.

Nedarving og simulering av tilfeldige hendelser

Simuleringer av tilfeldige hendelser kan gi innsikt i ulike naturvitenskapelige problemer, i tillegg til at det kan bidra til økt forståelse av sannsynlighetsbegrepet. La oss se på et eksempel der vi illustrerer enkel nedarving ved at vi plukker et tilfeldig allel som koder for øyefarge fra mor og fra far. Eksempelet er forankret



Prinsipper for nedarving av øyefarge kan brukes i programmering. Foto: Angela Roma / pexels.com

i kjerneelementene *teknologi og jorda og livet på jorda*, samt grunnleggende digitale ferdigheter i læreplanen. Følgende kompetansemål for Vg1 er relevante:

- vurdere og lage programmer som modellerer naturfaglige fenomener
- beskrive DNA og hvordan egenskaper arves, og gjøre rede for hvordan arv er en forutsetning for evolusjon

For at elevene skal forstå det mest grunnleggende her, kan vi starte med å vise hvordan vi plukker ut et tilfeldig element fra en liste:

```
from pylab import *
genotype_far = ["B", "b"] # Liste med to alleler
print(choice(genotype_far)) # Trekker tilfeldig allel
```

Slike korte programsnutter kan kjøres i plenum gjentatte ganger slik at elevene forstår hvordan funksjonen *choice* fungerer. Deretter kan de prøve å utvide programmet slik at det også trekker et allel fra genotypen til mor. Programmet skal så skrive ut hvilken genotype og fenotype barnet får. Elevene har nå fått et godt utgangspunkt for å løse oppgaven. En mulig løsning er slik:

```
from pylab import *
genotype_mor = ["B", "b"]
genotype_far = ["B", "b"]

allel_mor = choice(genotype_mor)
allel_far = choice(genotype_far)
genotype = allel_mor + allel_far
if genotype == "bb":
    print("barnet har genotypen", allel_mor + allel_far,
          "og får derfor fenotypen blå øyne.")
else:
    print("barnet har genotypen", allel_mor + allel_far,
          "og får derfor fenotypen brune øyne.")
```

Opgaven kan ytterligere differensieres ved for eksempel å fjerne noen linjer i programmet ovenfor og be elevene fylle inn resten:

```
if genotype == "bb":
    # Fyll inn en egnet utskrift her

# Fyll inn et egnet vilkår med en egnet utskrift her
```

Nå kan resten av aktiviteten for eksempel bygges opp etter PRIMM-metoden:

1. Forutsi hva programmet nedenfor gjør. Hvilke forutsetninger og forenklinger legger vi til grunn for denne simuleringen?

```
from pylab import *
genotype_mor = ["B", "b"]
genotype_far = ["B", "b"]
blaa = 0
N = 100

for i in range(N):
    allel_mor = choice(genotype_mor)
    allel_far = choice(genotype_far)
    genotype = allel_mor + allel_far
    if genotype == "bb":
        blaa = blaa + 1

print("Sannsynligheten for å få blå øyne er:", blaa/N)
```

Her bør elevene diskutere med hverandre. Vi teller altså antallet blåøyde individer dersom to foreldre får N barn. Elevene har også anledning til å diskutere forutsetninger for modellen, for eksempel om det bare er mulig å få blå eller brune øyne.

2. Kjør programmet tre–fire ganger. Hva gjør programmet? Stemmer dette med det du trodde? Hvorfor varierer resultatene fra programmet?

Når elevene kjører programmet, ser de at sannsynligheten varierer en del for hver kjøring. Dette sier noe om at antallet barn er for få til at den relative frekvensen er lik sannsynligheten for å få et blåøyd barn.

3. Endre systematisk på N , og kjør programmet etter hver endring. Hva forteller resultatene av kjøringene deg? Endre nå systematisk på genotypene til mor og far, og undersøk hva som skjer. Skriv ned det du finner ut, og prøv å validere resultatene fra simuleringene ved å lage kryssningsskjemaer for nedarvingen.

Her vil en høy N gjøre at sannsynligheten for å få fenotypen blå øyne nærmer seg $1/4$ med de gitte foreldregenotypene. Når elev-

PROGRAMMERING

ene endrer på genotypene til foreldrene, vil vi derimot kunne få andre sannsynligheter. Her er det viktig å kontrollere variablene systematisk på samme måte som i et naturvitenskapelig eksperiment.

4. Modifiser programmet slik at det lagrer den relative frekvensen av blåøyde barn og antall barn i hver sin liste hver gang løkka kjører. Plott den relative frekvensen av blåøyde barn mot antallet barn. Hva beskriver plottet? Drøft følgende diskusjon mellom to foreldre med genotype Bb: «Vi har jo fått fire barn – hvorfor har ingen av dem blå øyne? Det er veldig usannsynlig.»

```
from pylab import *

genotype_mor = ["B", "b"]
genotype_far = ["B", "b"]
blaa = 0
N = 10000
frekvens = []
barn = []

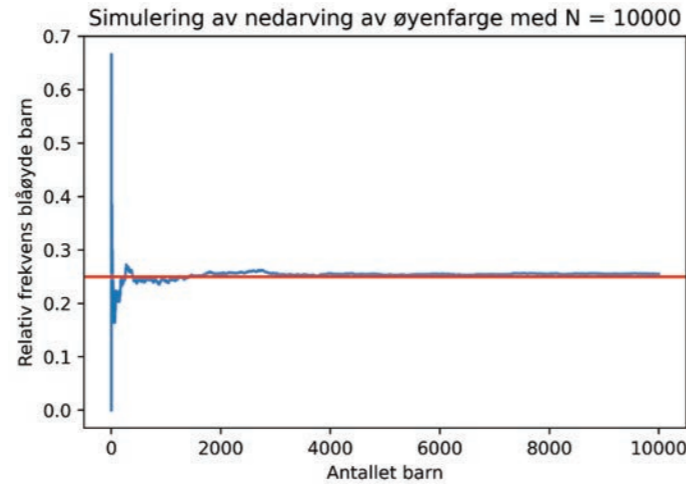
for antall_barn in range(1, N+1):
    allel_mor = choice(genotype_mor)
    allel_far = choice(genotype_far)
    genotype = allel_mor + allel_far
    if genotype == "bb":
        blaa = blaa + 1
    frekvens.append(blaa/antall_barn)
    barn.append(antall_barn)

plot(barn, frekvens)
xlabel("Antall avkom")
ylabel("Relativ frekvens blåøyde barn")
axhline(y=1/4, color='red') # Markerer linja 1/4
title("Simulering av nedarving av øyefarge med N = " + str(N))
```

Elevene kan gjerne lage flere plott med ulike verdier av N . Et eksempel på et plott er vist øverst til høyre.

Det avhenger av forkunnskapene til elevene om vi trenger å introdusere neste trinn av oppgaven, nemlig å lage et helt nytt program som løser en tilsvarende problemstilling. Det kan eventuelt bli gitt som en ekstra utfordring. For eksempel kan elevene utfordres til å lage et program som simulerer dihybrid krysning, men da må premissene for oppgaven bli redegjort for nøye først. Et program som simulerer dihybrid krysning for fargen på erter ved nedarving, er vist til høyre for inspirasjon.

[66] Naturfag 1/22



Plott fra simulering av nedarving av øyefarge.

```
from pylab import *

plante1_y = ["Y", "y"]
plante1_r = ["R", "r"]
plante2_y = ["Y", "y"]
plante2_r = ["R", "r"]
grønne_rynkete = 0
N = 10000
frekvens = []
avkom = []

for antall_avkom in range(1, N + 1):
    allel1 = choice(plante1_y)
    allel2 = choice(plante1_r)
    allel3 = choice(plante2_y)
    allel4 = choice(plante2_r)
    genotype = allel1 + allel2 + allel3 + allel4
    if genotype in ["yyrr", "yryr", "yrry", "ryyr", "rryy", "ryry"]:
        grønne_rynkete = grønne_rynkete + 1
    frekvens.append(grønne_rynkete / antall_avkom)
    avkom.append(antall_avkom)

plot(avkom, frekvens, color = "green")
xlabel("Antall avkom")
ylabel("Relativ frekvens av grønne, rynkete erter")
axhline(y = 1/16, color = "red") # Markerer linja 1/4
show()
```

Det er flere utfordringer med å lage programmet ovenfor, selv om det likner på det forrige. For å gjøre det enklere kan vi gi deler av programmet ovenfor til elevene, og be dem fylle inn resten. En annen strategi er å beskrive programmet med en pseudokode. En

PROGRAMMERING

pseudokode beskriver logikken i programmet uten å binde seg til en bestemt syntaks. Et eksempel på en grov pseudokode for programmet ovenfor kan være:

```
lag to lister med genotyper for henholdsvis gul/grønn og
rynkete/glatt for plante 1

lag to lister med genotyper for henholdsvis gul/grønn og
rynkete/glatt for plante 2

Grønne og rynkete = 0
N = 10000

Gjenta N ganger:
    Trekk ett tilfeldig allel fra hver av de fire listene
    Kombiner allelene til en genotype med fire alleler
    Hvis genotypen er yyrr, yryr, yrry, ryyr, rryy eller ryry
        Fenotypen er rynkete og grønn
    Spar på verdiene i lister

Visualiser relativ frekvens som funksjon av antall avkom
```

Programmering og modeller

Vi har nå sett på hvordan programmering kan brukes til å simulere tilfeldige prosesser med utgangspunkt i et naturvitenskapelig problem. Sannsynligheter for enkel nedarving kan selvfølgelig beregnes enkelt for hånd, men programmering gir elevene en utforskende tilnærming til problemet som kan stimulere til undring og økt refleksjon rundt premissene for modellene vi bruker for å forstå slike fenomener.

Når vi løser oppgaver i naturfag med programmering, kan det også bli enda tydeligere at vi arbeider med naturvitenskapelige modeller. Modeller er forenklinger av virkeligheten, og det er ikke alltid elevene er så bevisste på at de jobber med forenklinger med begrensninger og forutsetninger. En forståelse av naturvitenskap som et sett med ubestridelige «fakta» kan være begrensende for elevenes læring av naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter.

Modellering er en sentral del av læring i en autentisk realfaglig kontekst.² Arbeid med modellering kan også bidra til en bedre forståelse av matematiske modeller og realfaglige fenomener.³ I tillegg kan modelleringsbaserte arbeidsmåter øke graden av samarbeid og interaksjon mellom studenter. Modeller må drøftes, evalueres og vurderes gjentatte ganger. Elevene kan bli aktivisert på en annen måte når de jobber med modellering enn med klassiske

Naturfag 1/22



Nedarving av ertefarge kan være utgangspunkt for programmering. Foto: R Khalil /pexels.com

regneoppgaver. Egne erfaringer fra klasserommet underbygger dette: elevene diskuterer ofte mer med hverandre, de er aktive i vurderingen av egen læring underveis, og de holder lenger ut når de jobber med problemet, fordi de ikke støtter seg på eksisterende fasiter og løsninger.

For mange kan programmering også stimulere til kreativitet, undring og refleksjon på en annen måte enn med analytiske løsninger og teoretiske tilnærminger. Det at vi kan gjøre ulike ting på flere forskjellige måter, kan også gi et godt grunnlag for dybdeløring.

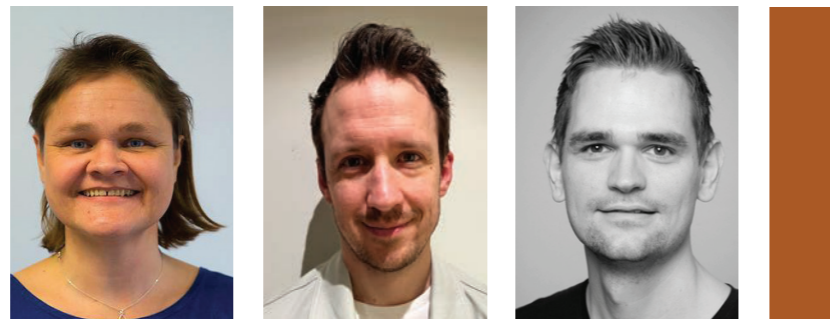
En annen ting som er fint med programmering, er at vi kan løse andre problemer på liknende måter. For eksempel kunne vi brukt tilfeldige tall til å simulere alt fra snøskred og diffusjon til spill og økonomi⁴. Dersom programmering blir en integrert del av den naturfaglige verktøykassa, kan elevene forstå og tilnærme seg problemer på flere ulike måter. Eksempelet vi har gitt her, viser noen av mulighetene dette kan gi for differensiering, dybdeløring og utforskning av naturvitenskapelige fenomener.

Noter

- Sentance, S., Waite, J. og Kallia, M. 2019, «Teaching computer programming with PRIMM: a sociocultural perspective», *Computer Science Education*, 29:2-3, 136-176, DOI: 10.1080/08993408.2019.1608781
- Hallström, J. og Schönborn, K.J. 2019, «Models and modelling for authentic STEM education: reinforcing the argument» i *International Journal of STEM Education*, 6:22, doi.org/10.1186/s40594-019-0178-z.
- Wilensky, U., Brady, C.E. og Horn, M.S. 2014, «Fostering Computational Literacy in Science Classrooms» i *Communications of the ACM*, 57:8, dl.acm.org/doi/10.1145/2633031.
- Haraldsrud, A., Sveinsson, H.A. og Løvold, H.H. 2020, *Programmering i skolen*, Universitetsforlaget. s. 151

[67]

KREATIVITET OG TEKNOLOGI



Kreativ teknologi i værstasjonprosjekt

I prosjektet *Værstasjon* arbeider elevene med å planlegge, programmere og bygge sin egen værstasjon som registrerer værdata over tid. Elevene får bruke sin kreativitet i utformingen av stasjonen og øve på å programmere micro:bit som sender og mottaker. Prosjektet kan være tidkrevende, men møter mange av målene i læreplanen og hvordan overordnet del vektlegger skaperglede, engasjement og utforskertrang.

I prosjektet *Værstasjon* (se beskrivelse på neste side) får elevene lage og programmere sin egen værstasjon for registrering av værdata som deretter kan analyseres statistisk. Undervisningsprosjektet er utviklet som del av KreTek-prosjektet (se boks på s. 71) og prøvd ut med elever på 9. trinn ved Flatåsen skole i Trondheim.

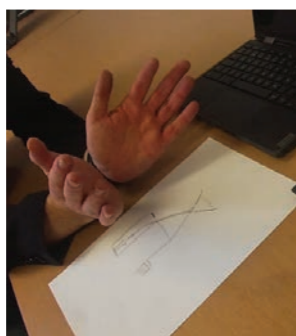
Værstasjonen elevene designer og bygger skal registrere temperatur og lys med elektroniske sensorer og nedbør manuelt. Elevene programmerer micro:bit til å registrere og ta i mot data fra sensorene, og dataene sendes trådløst til en datamaskin plassert innendørs. Underveis i prosjektet må elevene arbeide med hvordan må-

lingene skal bli så riktige som mulig, og hvordan værstasjonen bør bygges og plasseres for å minimere feilkilder.

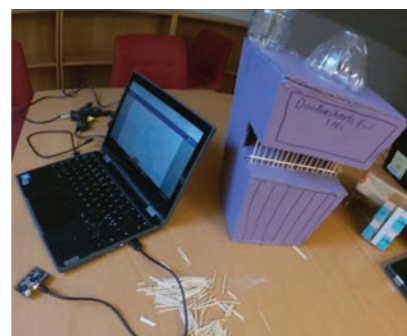
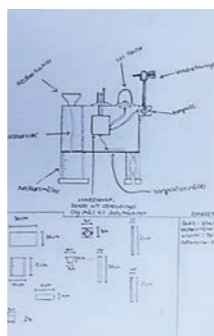
Prosjektet er omfattende, og på Flatåsen Skole brukte vi over åtte uker med alle timene i naturfag og matematikk. I slutten av artikkelen begrunner vi hvordan tidsbruken kan forsvares i lys av læreplanen. I prosessen med prosjektet veksler man mellom faser med lærerstyrt instruksjon og faser med elevenes mer frie arbeid. Det viktigste i elevenes frie arbeid er at læreren støtter opp om prosessen ved å skaffe utstyr, verktøy eller materialer som elevene selv foreslår.



Elevene lærer å programmere micro:bit for å kunne registrere og sende værdata.



Skisser og arbeidstegninger i ulike faser er viktige i prosessen med å designe og bygge en værstasjon.



Værstasjoner kan utformes på ulike måter og oppmuntrer til kreativitet.

KREATIVITET OG TEKNOLOGI

Værstasjon

Værstasjonen skal registrere temperatur og lys elektronisk og nedbør manuelt. De elektroniske målingene gjøres med sensorer og mikrokontrollere (micro:bit) som elevene programmerer. Dataene fra værstasjonen sendes til en datamaskin innendørs.

Utstyr:

- to micro:bit pr værstasjon, alternativt en micro:bit og en nrf-dongle
 - analogt termometer
- Bruk gjerne også DH11-sensor for temperatur og luftfuktighet.
- datamaskin

Forslag til byggematerialer:

- plastplater og plastknekkere
- lim og limpistol
- treplanker, sag, kniv, fil, hammer og spiker
- beholdere i plast eller glass for nedbørmålere
- gaffatape

Prosjektet består av fem faser:

1. Introduksjon om vær og målinger: Første fase er en introduksjon om vær, værdata, meteorologi og målinger.

2. Programmering: I den andre fasen lærer elevene om programmering og sensorer. Elevene utforsker en temperatursensor og et termometer og sammenligner data fra disse, samt lærer om feilkilder og kalibrering. Elevene lærer å programmere to micro:bits sammen, slik at de kan sende og motta data fra hverandre.

Før tredje fase får elevene en kravspesifikasjon for å begrense oppgaven og tydeliggjøre hva som kreves på værstasjonen.

Kravspesifikasjon for værstasjonen:

- skal ha en analog nedbørmåler
- skal ha en digital temperaturmåler med sender (micro:bit)
- skal ha en digital lysmåler med sender (micro:bit)
- skal ha en mottaker av de digitale målingene
- skal kunne stå utendørs, det vil si at micro:bit må beskyttes mot fuktighet
- skal ha maksimalt tre meter avstand til mottaker av værdata

3. Planlegging: I fase tre skal elevene planlegge hvordan værstasjonen skal bygges og settes sammen. De må også planlegge hvor sensorer og nedbørmålere skal festes og plasseres. Her deles elevene inn i par. Elevene starter med å lage to-tre skisser over værstasjonen.

Underveis i arbeidet med skissene får elevene i oppgave å forandre noe på værstasjonen. Det kan være å gjøre noe mindre, legge til noe eller utvide noe. Til slutt skal det leveres en arbeidstegning som i tillegg til å vise hvordan værstasjonen skal se ut, skal inneholde mål, materialer, verktøy og nødvendig utstyr. Arbeidstegningene viser hva lærer må skaffe av materialer, utstyr og verktøy til hver elevgruppe.

4. Bygging: Byggefasen er den mest tidkrevende fasen av prosjektet når ideene i arbeidstegningene skal gjennomføres. Elevene trenger hjelp fra læreren og utstyr for å få gjennomført ideene sine.

5. Registrering og behandling av værdata: Etter byggefasen bestemmer elevene hvor værstasjonene skal plasseres for å samle inn data, samt diskuterer hva som kan gi feilkilder for målingene.

Til slutt skal elevene presentere værstasjonene sine og eventuelt analyse av værdata. Elevene kan bruke regnearket med værdata som de får fra nettstedet Ubitlogger (no.ubitlogger.com/setup, les mer i boks på s. 71). Elevene begrunner valgene de har gjort i design- og byggeprosessen.



KREATIVITET OG TEKNOLOGI

Hvordan vurdere elevene i prosjektet?

Alle deler av prosjektet inngår i lærerens vurdering: planlegging og byggeprosess, arbeid med programmering av sender og mottaker og det ferdige produktet ut fra kravspesifikasjonen. Vurderingsgrunnlaget kan være skisser og arbeidstegninger med begrunnelse, samtaler med elevene og elevens presentasjon av ferdig produkt, inkludert programkode og eventuelt analyser og framstilling av empiriske data. Vurderingen bør avspeile hvordan eleven har tenkt gjennom værstasjonens funksjonalitet, mulige løsninger og hvilke problemer som kan oppstå, og hvor selvstendig eleven løser disse problemene.

Hva oppnår vi med værstasjon-prosjektet?

Gjennom prosjektet kan elevene arbeide med ulike kompetansemål i naturfag og matematikk (se boks under). Elevenes arbeid med værstasjonen er også i tråd med læreplanens overordnede

Kompetansemål som prosjekt værstasjon kan bidra til å nå:

Naturfag, 8.–10. trinn:

- analysere og bruke innsamlede data til å lage forklaringer, drøfte forklaringene i lys av relevant teori og vurdere kvaliteten på egne og andres utforskinger
- utforske, forstå og lage teknologiske systemer som består av en sender og en mottaker
- bruke programmering til å utforske naturfaglige fenomener

Dersom man setter prosjektet i sammenheng med klimaendringer, kan man også knytte det til dette kompetansemålet, for eksempel ved å ta utgangspunkt i forskjellen på vær og klima:

- beskrive drivhuseffekten og gjøre rede for faktorer som kan forårsake globale klimaendringer

Matematikk 9. trinn:

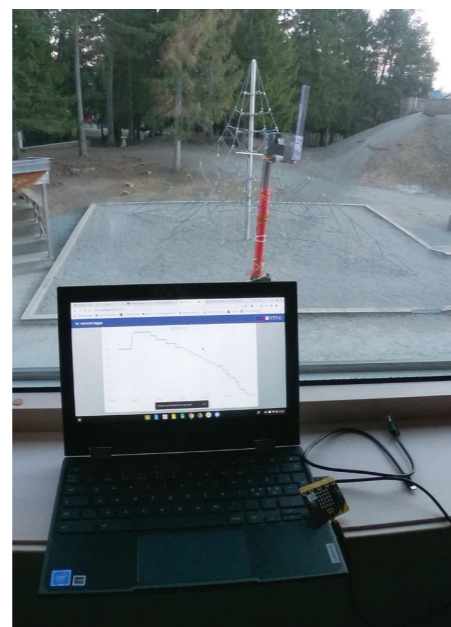
- finne og diskutere sentralt mål og spreiingsmål i reelle datasett

Matematikk 8. trinn:

- utforske korleis algoritmar kan skapast, testast og forbeholdt ved hjelp av programmering

del som sier at skolen skal la elevene utfolde skaperglede, engasjement og utforskertrang, og la dem få erfaring med å se muligheter for å omsette ideer til handling.

For naturfag har prosjektet potensial til å møte kjerneelementet *naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter* veldig godt, og de kan arbeide med autentiske data både i naturfag og matematikk. Men dette forutsetter at læreren vinkler prosjektet i disse retningene. I vår utprøving la læreren vekt på at målingene fra værstasjonen skal være pålitelige og at elevene skulle vurdere feilkilder og forsøke å begrense effekten av dem. Denne vektleggingen er tydelig fra intervjuer forskere i KreTek gjorde med elever. En elevgruppe monterte for eksempel sin værstasjon i et stativ og begrunner dette med at stasjonen må plasseres oppe i lufta for at måling av temperaturen (i lufta) skal bli riktig. Dette er et godt eksempel på naturfaglig tenkemåte. Hvor stor betydning plasseringen og utformingen av værstasjonen faktisk har, kan elevene undersøke ved å sammenlikne målinger fra ulike værstasjoner. Tilsvarende var det noen elever som undersøkte om micro:bit-en måler høyere temperatur dersom den ligger i en plastpose for å beskytte mot fuktighet. Vil posen da kanskje fungere som et drivhus hvor det blir varmere inni enn på utsiden?



Elevene som bygde denne værstasjonen mente at målingene blir mest korrekte hvis sensorene er plassert et stykke over bakken. Stemmer det? Det kan du la elevene utforske! Husk også at rekkevidden til micro:bit krever at det ikke er for lang avstand mellom stasjonen og datamaskinen som mottar målingene.

KREATIVITET OG TEKNOLOGI

Ubitlogger: Trådløs overføring av data fra micro:bit til datamaskin

For overføring av værdata er det i KreTek-prosjektet utviklet et program kalt *Ubitlogger*. Programmet gjør at vi trådløst kan overføre data fra en micro:bit til en mottaker som er koblet til datamaskin (enten en nrf-dongle eller en micro:bit). Da vises værdata i sanntid via en nettside, og data kan lagres over tid. Fra nettsiden kan også innsamlede data overføres til regneark. Ubitlogger er fritt tilgjengelig fra <https://no.ubitlogger.com/setup>.



Logging av data fra værstasjonen med Ubitlogger.

Elevene måtte også kalibrere micro:bit-sensoren mot både et digitalt og et analogt termometer. En elev beskriver faktisk dette som det viktigste læringsutbyttet fra prosjektet:

Jeg lærte i hvert fall veldig mye om målinger og sånn. At flere meteorologer bruker jo ... hvis de vet at det er på en måte en viss sånn feilmåling da, så bare trekker de fra eller legger på så mye de vet er feil, og det visste jeg ikke i fra før. (...) Hvis man vet at det for eksempel er, det blir på en måte sånn to grader varmere av at det er på denne plassen, kan man jo ta temperaturen som måles da og så trekke i fra to.

Selv om eleven ikke bruker ordet *kalibrering*, viser hun god forståelse for betydningen av dette og hvordan man helt konkret kan løse det i programmeringen av værstasjonen, slik at resultatene som vises blir riktige. Hun trekker også på egen hånd inn at metoden kan brukes for å løse problemet hvis værstasjonen må stå på en plass hvor sensorene måler litt feil.

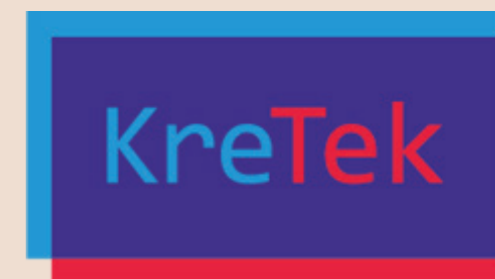
Værstasjon-prosjektet kan altså konkretisere naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter for elevene. Prosjektet er også i tråd med kjerneelementet *teknologi* i naturfag, som sier at elevene skal forstå, skape og bruke teknologi, inkludert programmering og modellering, i arbeid med naturfag, og at de gjennom å bruke og skape teknologi kan kombinere erfaring og faglig kunnskap med å tenke kreativt og nyskapende.

Vi opplevde stor entusiasme fra alle elevene i arbeidet med værstasjonen, og vi så at læreren blir mer en tilrettelegger enn en underviser, spesielt fra og med planleggingsfasen. Elevene blir opptatt av å gi værstasjonen sin egen genuine utforming og gode tekniske løsninger, og selv et nokså dagligdags fenomen som regn og varierende vær i Trøndelag blir gjenstand for nysgjerrighet og faglig engasjement for elever på 9. trinn.

KreTek – kreativ teknologi og samskaping på ungdomstrinnet

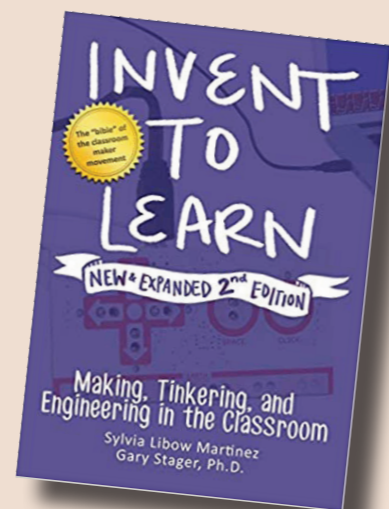
Værstasjon-prosjektet er ett av produktene av KreTek som er et kombinert utviklings- og forskningsprosjekt og et samarbeid mellom Trondheim Kommune og NTNU. KreTek finansieres av Norges Forskningsråd. Pilotlærere fra fire pilotskoler i Trondheim og skoleeier samarbeider med teknologiske og fagdidaktiske fagmiljøer ved NTNU om å utvikle undervisningsprosjekter og ressurser for lærere, utforske hvordan kreativitet kan være del av vurderingen i fag og hvordan samarbeid mellom skoler og med universitet kan bidra til å realisere intensjoner i fagfornyelsen.

Flere ressurser fra KreTek finner du på nettsiden www.ntnu.no/skolelab/kretek



Invent to Learn

Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom



**Sylvia Libow Martinez and
Gary S. Stager**

Constructing Modern Knowledge Press

A new and expanded edition of one of the decade's most influential education books.

“The bible of the maker movement in schools” includes new coverage of the BBC micro:bit, Scratch 3, lasercutters, littleBits, Hummingbird robotics, equity issues, and lessons from schools around the world.

This book guides educators through the historical foundations, learning theory, and classroom practices that can be found in modern classrooms where “making” with the head, hands, and heart are equally valued. Invent to Learn

helps teachers in any classroom or informal educational setting with practical advice and essential resources needed to make the case for making in the classroom.

In addition, Invent to Learn provides in-depth guidance for teaching and learning about three game-changing technologies: Fabrication, Physical Computing, and Programming.

More information can be found on the book's website – InventtoLearn.com including extensive resources, professional development, and blog posts.

Kornboka

Brødets og ølets historie



Åsmund Bjørnstad

Dreyers forlag

Boka tar for seg korleis historia til kornet er vevd inn i sivilisasjonane som har bygd på det, fram til i dag. Biologiske eigenskapar og mutasjonar vi har møtt på tallerken og i gryta, er evolusjonsbiologi god som nokon. Dei finst i språket, i religion og kultur, i forskjellar mellom samfunn og i global politikk i dag. Dei stivelsesrike grasfrøa vi har levd av i tusenvis av år, vil vi òg avhenge av framover – men korleis?

Folk har sankt korn i titusenvis av år – men for 10–12 000 år sidan tok dei til å temme det – først i Midtausten, snart etter i Kina, så Mellom-Amerika, Afrika og India. Dei blei, liksom husdyra, genetisk endra til eit liv i fangenskap. Dei kunne rømme igjen, men ikkje menneska, fordi dei raskt blei fleire. Fordi kornet var haldbart i årevis, blei kornlagera verdas første pengar og kapital og grunnlag for klassesamfunn. Alle kornsamfunn utvikla derfor skriftspråk og talsystem. I Kina og Afrika blei kornet kokt, i Midtausten male til mjøl og bakt til brød. Alle kunne når som helst brygge øl av det.

Det siste tiåret har DNA-sekvensering klarlagt mange av gena som temma kveite, ris, mais og andre kornartar. Somme mutasjonar, som aroma i basmati-ris, skjedde ein gong og spreidde seg til jasmin-ris. Andre eigenskapar har oppstått fleire gonger. Saman med ny arkeologi trer dei mange kornhistoriene nå fram.

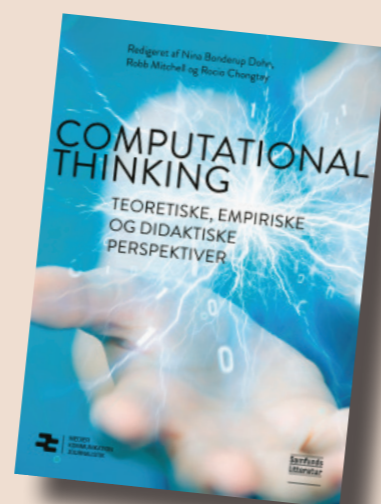
Kornets biologiske historie er vår mathistorie. Rikdomen på mutasjonar gjorde mogleg mangedoblinga i kornproduksjonen i løpet av 1900-talet. Trass i ei tredobling av folketalet fall kornprisen kontinuerleg, bortsett frå under verdskrigane og ei børsboble i 1973. Ingen hundreår før har sett ei slik utvikling. Kornet mettar dei sju milliardane i dag, men kan det òg mette ti? Må vi ete meir korn, heller enn å fø opp stadig fleire husdyr? Og er det sunt for oss? Frå å vera eit symbol på overflod, feira på tallause myntar og frimerke, blir korn – særleg kveite – nå klandra for sjukdomar som cøliaki, diabetes og fedme. Samtidig vil mange ha «ekte» urkorn. Finst dei, og var dei betre? Kanskje ligg svara i denne boka ...

Computational thinking

Teoretiske, empiriske og didaktiske perspektiver

Redaktører: Nina Bonderup Dohn, Robb Mitchell og Rocio Chongtay

Samfundslitteratur



Computational thinking er de kognitive prosesser, som mennesker bruker i utviklingen av it-løsninger og programmer. Computational thinking (CT) preger på gjennomgribende måder vores liv og samfund – og ligger til grunn for vores trafiksystemer, retssystemets behandling av kriminalsager, hvordan vi får svar på vores internetsøkinger, hvem vi matches med på datingsider, hvad vi får vist på sociale medier og meget mere.

I denne antologi kortlægger, analyserer og diskuterer forfatterne CT og dets anvendelse kritisk og konstruktivt. Herigennem viser de både mulighetene og begrensningene for CT i vores samfund. Der svares blandt annet på: Hvilke kognitive prosesser udgør CT mere præcist? Hvordan adskiller de sig fra andre former for tenkning? Hvordan kan vi etisk forholde os til CT og de systemer, som

udvikles med CT? Hvordan kan man lære CT, og hvordan kan læring af andre fagområder understøttes ved at bruge CT som redskab?

Bogen har tre dele: Første del utvikler begrebet CT kritisk og historisk med fokus på analoge, digitale, fysiske og kroppslige former. Anden del analyserer computationelle fænomener i forskjellige hverdagsmessige og faglige sammenhænger. Tredje del utvikler didaktik for CT og presenterer didaktiske designs for at lære [med] CT.

Bogens målgruppe er forskere, undervisere og studerende i fag, der omhandler computational thinking, teknologiforståelse, informatikk og digitale kompetencer på universiteter, professionshøjskoler samt etter- og videreuddannelser.

Programmering i skolen

Andreas Drolsum Haraldsrud, Henrik Andersen Sveinsson og Henrik Hillestad Løvold

Universitetsforlaget



Programmering og algoritmisk tenkning er viktige ferdigheter i dagens samfunn og har med fagfornyelsen kommet med i læreplanen til flere fag, der de realfaglige emnene spiller en sentral rolle.

«Programmering i skolen» er en innføring i programmering på realfagenes premisser. Forfatterne viser at programmering er et verktøy som kan berike de faglige perspektivene og åpne for nye måter å arbeide med fagene på.

Du får en grundig innføring i generelle prinsipper og konkrete ferdigheter i programmering. Boka er bygd opp rundt

programmeringsspråket Python, men går også kort gjennom blokkprogrammering i Scratch og MakeCode for micro:bit. For deg som ønsker å utfordre deg selv eller elevene dine, har boka et kapittel om objektorientering og et om maskinlæring og kunstig intelligens.

Forfatterne har hele tiden et didaktisk og faglig perspektiv gjennom teorien og eksemplene og reflekterer over typiske utfordringer lærere og elever kan oppleve.