



Retningslinjer for (re)design

**Retningslinjer for lærere ved tilpasning eller utforming av
utforskende læringsmateriell i naturfag og matematikk ved
hjelp av kontekster fra arbeidslivet**

**Utforskende læring i naturfag og matematikk i tilknytning til
arbeidslivet**

Kolofon

Tittel	MaScil WP3 – Retningslinjer Retningslinjer for lærere ved tilpassing eller utforming av utforskende læringsmateriell i naturfag og matematikk ved hjelp av kontekster fra arbeidslivet
Koordinator	University of Education Freiburg Prof. Dr. Katja Maaß
Nettsted	www.mascil-norge.org
Forfattere	Michiel Doorman, Sabine Fechner, Vincent Jonker, Monica Wijers

Oversatt til norsk av Lars Astrup Sundt

Innholdsfortegnelse

Kolofon	2
Innholdsfortegnelse	2
Innledning	3
Mascil-rammeverket	3
Retningslinjer for tilpasning eller utforming av utforskende oppgaver knyttet til arbeidslivet	6
Hovedtrekk ved utforskende læringsoppgaver	6
Kjennetegn ved oppgaver som knytter seg til arbeidslivet	8
Retningslinjer for tilpasning av oppgaver	11
Eksempler	12
Mal for utforming av oppgaver	16
Teoretisk bakgrunn	17
Referanser	18

Innledning

I dette dokumentet, skrevet for lærere og lærerutdannere, beskrives retningslinjer for å utforme eller tilpasse utforskende læringsmateriell i matematikk og naturfag som tar i bruk rike kontekster fra arbeidslivet. Hensikten med dokumentet er å gi en innsikt i hvorfor og hvordan *mascil*-oppgaver fremmer utforskende læring, samt hvordan oppgavene er relatert til arbeidslivet. Retningslinjene beskriver også hvordan lærere kan tilpasse *mascil* oppgaver eller andre oppgaver (så som lærebokoppgaver, prosjekt og lignende) etter egne og elevers behov, for å fremme utforskende læring og knytte oppgavene til situasjoner i arbeidslivet.

Formålet til *mascil* er å fremme bruken av utforskende arbeidsmåter i grunnskolen og videregående skole. Den største nyvinningen i *mascil* er å knytte utforskende læringsmateriell til situasjoner i arbeidslivet og slik gjøre matematikk og naturfag mer meningsfylt for unge europeiske elever og motivere dem til karrierer innen vitenskap og teknologi. For å oppnå disse målene samler og publiserer *mascil* eksempler på læringsmateriell for utforskning i arbeidslivskontekster i nært samarbeid med alle *mascil*-partnerne (se www.mascil-project.eu for mer informasjon).

Mascil-rammeverket

Ved hjelp av utforskende arbeidsmåter ønsker en å utvikle og fremme nysgjerrige sinn og holdninger som kreves i møte med en fremtid i stadig forandring. Utforskende læring er i hovedsak basert på at elevene inntar en aktivt spørrende tilnærming. Denne tilnærmingen er sentral i *mascil* prosjektet. I *mascil*-diagrammet (Figur 1) gis et sammendrag av de aspekter ved *utforskende arbeidsmåter* og tilknytning til arbeidslivet som utgjør rammeverket for designing og redesigning av læringsmateriell.

Noen av elementene i rammeverket er rettet mot verdier og mål ved undervisnings- og læringsprosesser i naturfag- og matematikkundervisning. Kjennetegnene listet i boblene *utforskende oppgaver* og *arbeidslivet* knytter seg direkte til oppgavene som brukes i klasserommet, og det er disse kjennetegnene som vil bli diskutert i dette dokumentet.



Figur 1: mascil-rammeverket

I boblen *utforskende oppgaver* trekkes det frem fire ulike kjennetegn ved oppgaver som fremmer utforskende læring¹. Når elever lærer gjennom utforsking møter de nye situasjoner, stiller spørsmål, planlegger undersøkelser, eksperimenterer systematisk, tolker, vurderer, samarbeider og kommuniserer resultatene. Disse prosessene støttes i stor grad ved at oppgavene settes i en ramme av, for elevene, *meningsfylte situasjoner*. En kan til og med se for seg at en slik meningsfylt situasjon blir presentert uten at oppgavens hovedproblem blir nevnt. Den meningsfylte situasjonen vil da kunne gi elevene mulighet til å stille egne spørsmål ved situasjonen og tenke på mulige måter å løse problemer på uten å bruke en standard løsningsprosedyre.

Når elevene benytter en standard løsningsprosedyre begrenser dette den utforskende prosessen. Oppgaven bør derfor alltid kunne lede til flere *ulike løsningsstrategier*. Dette aspektet ved utforskende oppgaver vil selvsagt være avhengig av elevenes læringserfaring og prestasjonsnivå. Videre er det viktig at oppgaven ikke veileder elevene gjennom den utforskende prosessen ved å oppgi alle delspørsmål som må besvares underveis for å løse hovedproblemet. Elevene får dermed muligheten til å *planlegge* og reflektere over *prosessen*. *Samarbeid og kommunikasjon* fremmes ved at oppgaven for eksempel gir informasjon om hvordan en kan fordele arbeid eller ved å inkludere et behov for å presentere resultater.

Boblen *arbeidslivet* viser de fire dimensjonene som er relatert til en oppgave til arbeidslivet: kontekst, rolle, aktivitet og produkt¹. Oppgavens *kontekst* skal være knyttet opp mot yrkeslivet. Tilknytningen kan være veldig sterk hvis en autentisk arbeidslivssituasjon benyttes som en rik kontekst for utforsking og læring. Konteksten bør være meningsfull og gi elevene lyst til å lære mer. Forbindelsen mellom konteksten og yrkeslivet blir tilsvarende svak dersom arbeidslivskonteksten kun benyttes som en overfladisk ramme for oppgaven og forblir uviktig gjennom hele oppgaveløsningen.

Aktivitetene som elevene utfører i oppgavene skal være relatert til virkelige aktiviteter i arbeidslivet. Aktivitetene kan være mer eller mindre like faktiske oppgaver som utføres i et yrke. Arbeidsmetodene elevene benytter kan også gjenspeile særtrekk ved en vanlig arbeidsdag, for eksempel samarbeid og arbeidsfordeling. Aktivitetene bør ha et klart mål og inneholde faktiske problemer som viser hvordan matematikk og naturfag brukes. Fokuset til aktivitetene skal være at elevene bruker matematikk og naturfag i kontekster og på måter som er relatert til arbeidslivet. Hvis elevenes aktiviteter i stor grad ligner på typiske problemer fra lærebøker i matematikk og naturfag, er forbindelsen mellom aktivitet og arbeidslivet svak.

I oppgaven trer på mange måter eleven ut av rollen som elev og påtar seg (i større eller mindre grad) rollen som *yrkesutøver*.

Oppgaven etterspør et produkt laget av elevene i deres «yrkesutøvelse» for et passende publikum. *Produktet* bør ligne et faktisk produkt fra arbeidslivet.

For at en oppgave skal være nært knyttet til arbeidslivet bør relasjonen mellom arbeidslivet og dimensjonene *kontekst*, *rolle*, *aktivitet* og *produkt* være oppgitt, klar og tydelig for elevene. Ikke alle oppgaver vil ha like stort fokus på hver av disse fire dimensjonene, men for en sterk tilknytning til arbeidslivet bør alle dimensjonene tas med i betraktning når elevenes oppgaver skal tilpasses/utformes.

1

En mer detaljert versjon finnes på nettsidene til Mascil

Retningslinjer for tilpasning eller utforming av utforskende oppgaver knyttet til arbeidslivet

Utformingen av *mascil*-oppgaver tar utgangspunkt i de nasjonale læreplanene for matematikk og naturfag. Det er viktig at oppgavene tilpasses målene i læreplanen og at tilhørende kunnskapsmål blir poengtert. Som diskutert i den teoretiske bakgrunnen, vil bruk av kontekster og virkelighetsnære praksiser i utforskende arbeidsmåter ikke føre til svekking av det faglige innholdet og forståelse av dette, såfremt oppgavene er godt utformet.

Hovedtrekk ved utforskende læringsoppgaver

Det er først og fremst hvilke oppgaver læreren gir elevene som er utslagsgivende for læringsutbyttet. I denne delen av dokumentet beskrives retningslinjer for å tilpasse eller utforme oppgaver som fremmer utforskende læring. Oppgaveteksten i seg selv fører ikke nødvendigvis til utforskende atferd hos elevene, siden læreren kan legge frem oppgaven på en strukturert og lukket måte, og slik fjerne særtrekkene ved utforskende arbeidsmåter. En lærer kan også legge frem en oppgave som i utgangspunktet er lukket og ikke-utforskende på en slik måte at den fremmer utforskende arbeidsmåter. Dette tatt i betraktning, har utforskende læringsoppgave følgende hovedtrekk:

1. Oppgavene fremmer utforskning hos elevene

For å optimalisere elevers muligheter til utforskning bør ikke oppgavene gis for mye struktur på forhånd. I mange lærerbøker i matematikk og naturfag har oppgavene deloppgaver for å lede elevene gradvis gjennom problemstillingene de støter på. I utforskende arbeidsmåter er det elevene selv som får anledning til å strukturere oppgaven og dele den opp i mindre biter. Dette bidrar til at elevene blir mer kunnskapssøkende og føler eierskap til oppgavene de må løse. PRIMAS-prosjektet gir råd til lærere om hvordan de kan gå løs på ustrukturerte problemstillinger (se Tabell 1).

Utforskende undervisningsstrategier	Anbefalte spørsmål og innspill
La elevene få tid til å forstå problemstillingen og engasjere seg i den Fraråd elevene fra å stille spørsmål til læreren for tidlig eller å begynne med arbeidet for tidlig.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Bruk god tid, ikke forhast deg.</i>• <i>Hva vet du?</i>• <i>Hva prøver du å finne ut?</i>• <i>Hva er fastsatt og hva kan vi forandre?</i>• <i>Ikke spør om hjelp for tidlig. Prøv å finne ut av det i fellesskap.</i>
Gi strategiske hint istedenfor tekniske hint Unngå å forenkle oppgaven for elevene ved å dele den inn i mindre steg.	<ul style="list-style-type: none">• <i>Hvordan kan du komme i gang med denne oppgaven?</i>• <i>Hva har du prøvd ut hittil?</i>• <i>Kan du prøve et spesifikt eksempel?</i>• <i>Hvordan kan du arbeide systematisk her?</i>• <i>Kan det hjelpe å fremstille problemet på en annen måte?</i>

<p>Oppmuntre elevene til å benytte alternative løsningsstrategier og metoder Oppmuntre elevene til å sammenligne hverandres metoder.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Kan det gjøres på en annen måte?</i> • <i>Beskriv fremgangsmåten din for resten av gruppen.</i> • <i>Hvilken fremgangsmåte foretrekker du og hvorfor?</i>
<p>Oppmuntre elevene til å forklare Få elevene til å tenke selv og forklare til hverandre.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Kan du forklare metoden din?</i> • <i>Kan du forklare det på en annen måte?</i> • <i>Kan du si det(en medelev sa) med egne ord?</i> • <i>Kan du skrive det ned?</i>
<p>Modeller og nyttige metoder Etter at elevene har gjort så mye de får til på egenhånd kan de lære av å bli vist en elegant og anvendelig metode. Hvis dette gjøres først vil det føre til imitasjon uten å verdsette metoden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nå skal jeg skal tenke høyt mens jeg prøver å løse problemet.</i> • <i>Det er mulig jeg kommer til å gjøre noen feil underveis, se om du kan oppdage det?</i> • <i>La meg vise en måte vi kan forbedre resultatet på.</i>

Tabell 1: Tips for arbeid med ustruktureerte oppgaver. ²

2. Oppgavene har flere mulige løsningsstrategier

Det er viktig at elevene får tenke over hva de allerede vet og hva de ikke vet. Spørsmål stilt av lærere eller lærebøker peker ofte mot en bestemt løsning og omhandler kun en begrenset del av problemstillingen. Ved utforskende læring blir spørsmålet stilt i en åpen og relevant situasjon for elevene. Hva elevene finner meningsfylt avhenger av deres læringsprogresjon og deres kjennskap til konteksten. En åpen oppgave har ingen bestemt løsningsstrategi. En del av elevens oppgave er selv å klargjøre oppgaven og utarbeide en måte å løse den på. I denne prosessen vil elevene prøve å modellere og løse oppgaven gjennom å bruke ulike fremstillinger, sammenhenger og ideer. Slike aktiviteter er viktige for å fremme kreativitet og få erfaring med modelleringscykluser. Noen tips for å fremme elevstyrt utforskning fra PRIMAS-prosjektet er som følger³ :

- Beskriv først en situasjon og la elevene identifisere mulige problemstillinger
- Stimuler til forenklinger og ulike fremstillinger av problemene
- Gå gjennom elevenes fremstillinger underveis
- La elevene gå videre med analysen og løsningen av problemene
- Stimuler til kommunikasjon og refleksjon over ulike fremgangsmåter
- Se tilbake på prosessen elevene har gått gjennom

2

Kilde: <http://www.primas-project.eu/artikkel/en/1044/Tackling+unstructured+problems/>

3

Kilde: <http://www.primas-project.eu/artikkel/en/1260/Student-led+inquiry/>

3. Oppgavene bidrar til samarbeid og kommunikasjon

Utforskende læringsoppgaver stimulerer til samarbeid og etterspør svar, løsninger eller produkter som kommuniserer med andre i form av eksempelvis rapporter, presentasjoner eller plakater. Disse produktene kan også styrke tilknytningen til arbeidslivet (se neste del). Det er viktig at elevene er klar over oppgavens utforskningsrelaterte mål innen matematikk og naturfag (som for eksempel å øve på å forklare, planlegge, eksperimentere, vurdere eller samarbeide), slik at dette kommer frem i produktet. Disse målene kan bli presentert på forhånd eller ved å legge til rette for at elevene gir hverandre tilbakemelding på produkt og presentasjoner. For eksempel kan elevene legge frem og diskutere foreløpig arbeid slik at kriteriene for utforskende læring kan identifiseres og vurderes.

Kjennetegn ved oppgaver som knytter seg til arbeidslivet

Opgaver som passer målene til *mascil* er (i) knyttet til kompetansemål i læreplanen, (ii) fremmer utforskende læring, (iii) er satt i en reell kontekst knyttet opp mot arbeidslivet. Tilknytningen til arbeidslivet sikres ved følgende: elevene blir gitt en «yrkesrolle» og utfører aktiviteter som ligner de en finner på en faktisk arbeidsplass. Aktivitetene har et klart mål og viser hvordan matematikk og naturfag brukes i arbeidet. Resultatet er et produkt for et gitt publikum. Disse særtrekkene er forklart nærmere nedenfor.

1. En rik arbeidslivskontekst

En rik arbeidslivskontekst gir elevene innsikt i nytteverdien av matematikk og naturfag i arbeidslivet. Matematikken eller naturfagene brukt i oppgaven bør naturligvis passe med dine læreplanmål. For å finne slike rike arbeidslivskontekster for oppgavene er det flere ting du kan gjøre.

Før du starter kan du få oversikt ved å...

- spørre elevene hva slags yrker de er interessert i
- se om det finnes noen oppgaver i tilgjengelig læremateriell som allerede inneholder en arbeidslivskontekst
- benytt *mascil*-rammeverket (se Figur 1 og 2) for å få en bedre forståelse av hva som kjennetegner utforskendelæring og yrkesnære kontekster

For å finne ut hvordan matematikk og naturfag brukes på ulike arbeidsplasser kan du...

- snakke med yrkesutøvere i ditt eget nettverk
- rådføre deg med en yrkeslærer i området
- lese tidsskrift for ulike yrker
- besøke nettsted til ulike bedrifter og se etter undervisningsmaterieell
- besøke en arbeidsplass

Etter å ha funnet en passende kontekst for oppgaven og identifisert autentiske praksiser eller yrkesoppgaver fra arbeidet kan utforminger/tilpasningen av læringsmaterieell begynne. Dette er en syklisk prosess hvor kontekst, underliggende kunnskap og mulige elevaktiviteter påvirker hverandre. Det kan være ønskelig å:

- Gi elevene mulighet til å utforske yrkeskonteksten til oppgaven. Hva er typiske

- aktiviteter i yrket? Hvilke verktøy, data, språk, produkter og problemer møter man på denne arbeidsplassen? Dette kan gjennomføres ved å vise video eller bilder av aktiviteter eller gjenstander fra arbeidsplassen. Inviter til besøk fra arbeidsplassen, dra på ekskursjon til arbeidsplassen eller besøk relevante nettsted.
- Bruk autentiske yrkesoppgaver og relaterte matematiske og vitenskapelige begrep som et startpunkt og som en bærebjelke for utformingen.
 - Benytt gjenstander og verktøy fra arbeidsplassen i utformingen.
 - Tilpass autentiske yrkesoppgaver slik at de blir gjennomførbare for elevene (forenkle, tilby en modell, legg inn støtte til oppgaveløsingen). Pass på å ikke miste sammenhengen eller autentisiteten underveis i tilpassingen av kontekst. Dette kan føre til at aktivitetene blir kunstige istedenfor autentiske.

2. Tildeling av yrkesrolle

Prøv i læremateriellet å gi elevene en rolle som passer til konteksten til oppgaven. Dette fører ikke bare til at elevene blir engasjerte, men gir også elevene muligheten til å forstå meningen med aktivitetene.

- Rollen kan være spesifikk (f.eks. arkitekt) eller generell (f.eks. vitenskapsmann). Jobb-beskrivelsen, utformingen av arbeidsplassen eller spesifikasjoner ved arbeidsoppgavene kan beskrives i oppgaven.
- Om ønskelig kan elevene jobbe med oppgaven på samme måte som profesjonelle yrkesutøvere ved å la dem arbeide i grupper⁴, fordele arbeid, jobbe under bestemtebegrensninger eller benytte autentiske gjenstander som verktøy, instrumenter eller data.
- Merk at yrkesrollen bør være så konkret og spesifikk som overhodet mulig. Hvis en aktivitet oppfyller alle kriteriene for utforskende læring kan det argumenteres for at rollen som forsker er fremtredende. Selv om forsker er et yrke og tilknytningen til arbeidslivet tilsynelatende fremstår som sterk, betyr ikke dette at det oppleves på samme måte hos elevene. Særlig hvis det ikke nevnes en bestemt type forsker. Dette kan også være tilfellet med yrket ingeniør i en designøvelse. Læringsmateriellet kan derfor med fordel inneholde bakgrunnskunnskap om yrket.

3. Utførelse av yrkesaktiviteter

Oppgaven kan inneholde flere aktiviteter elevene må gjennomføre. I utformingen av aktivitetene bør følgende overveies:

- La det å løse et virkelig problem fra arbeidsplassen ved hjelp av kjente begrep, ferdigheter og prosedyrer fra matematikk og vitenskap være sentralt i utformingen.
- Utform elevaktivitetene slik at de ligner aktiviteter, prosesser og prosedyrer fra arbeidsplassen (eller en analogi til disse). Det kan kreves visse forenklinger eller

4

Dette er relatert til særtrekkene 'stimulering, samarbeid og kommunikasjon' diskutert i forrige avsnitt.

støttende rammer, men vær varsom slik at oppgaven ikke mister autentisitet og/eller utforskende trekk.

- Sørg for at aktivitetene passer til valgte rolle og kontekst.
- Benytt terminologi fra arbeidsplassen hvis mulig og knytt dette til fagspråket i matematikk og naturfag.
- Fremstill aktivitetene slik at elevene får verdifulle muligheter til å bruke kunnskaper i matematikk og naturfag på samme måte det benyttes i yrkessammenheng. Autentiske gjenstander som forskningssammendrag, notater, skjema eller oppgavebeskrivelser kan benyttes for å legge frem aktivitetene på en virkelighetstro måte.

4. Produkter knyttet til arbeidslivet

Se for deg et konkret produkt når oppgaven utformes. Dette vil reflektere yrkeslivet, hvor arbeidet vanligvis resulterer i et tydelig endelig produkt. Produktet kan ta mange former som for eksempel en gjenstand, en rapport eller en tilråding. Ta følgende i betraktning:

- Det ønskete produktet bør passe til de valgte kontekster, roller og aktiviteter.
- Sørg for at produktet er nyttig for et publikum. Hvis publikummet for aktiviteten ikke er gitt implisitt av aktiviteten bør dette oppgis eksplisitt til elevene. Et klart definert publikum, som da vil inngå som en del av samarbeidsmiljøet, vil forenkle utformingen og spesifiseringen av produktet.
- Sørg for at elevene skriver et vedlegg, sammendrag, notat eller logg hvor de viser og forklarer hvordan de har brukt matematikk og vitenskap i oppgaveløsingen.
- Inkluder forslag og/eller verktøy som gjør det mulig å reflektere omkring og evaluere prosess og produkt. En liste med mulige kriterier gis i Figur 2⁵.

Bedømmelse:

Blant annet er følgende viktig for juryen:

- Hvor utfyllende svarene til oppgavens ulike deler er.
- Fremstillingen av utregningene og metodene som ble benyttet.
- Hvor effektivt de foreslåtte tidsplanene er.
- Bruken av matematikk.
- Hvilke argumenter som er brukt og hvordan valg underveis er underbygget.
- Hvor dypt ulike oppgaver besvares.
- Fremstillingens form, forståelighet, (kopierbare) illustrasjoner og lignende...
- Originalitet og kreativitet

Figur 2: Et eksempel på evalueringskriterier for prosess og produkt

Retningslinjer for tilpasning av oppgaver

Tilpasning av strukturerte oppgaver fra lærebøker

Det er ofte ikke nødvendig å starte fra bunnen av for å utforme oppgaver som passer særtrekkene til *mascil*. Problemer fra lærebøker som er satt i en rik, yrkesrelatert kontekst, kan utgjøre et lett tilgjengelig startpunkt. Oppgavene som elevene skal jobbe med er da gjerne typiske for lærebøker, det vil si svært strukturerte, lukkede, delt inn i deloppgaver og med mye veiledning. Hvis dette er tilfelle, kan konteksten beholdes mens aktivitetene forandres. Dette kan gjøres ved å gjøre oppgaven mer åpen, gjerne oppgi et mål og beskrive en meningsfylt situasjon som naturlig inkluderer og oppfordrer til spørsmål, eller starte med et autentisk omliggende problem for å fremme utforskende læring.

Hvordan knytte en utforskende læringsoppgave til arbeidslivet

Startpunktet for utformingen av en *mascil*-oppgave kan også være en utforskende oppgave innen matematikk eller naturfag, men som mangler en arbeidslivskontekst⁶. I dette tilfellet er det som regel mulig å legge til informasjon fra en arbeidslivskontekst, formulere elevaktiviteter relatert til en autentisk aktivitet fra arbeidslivet eller gi elevene en yrkesrolle og definer et passende produkt.

Retningslinjer ved utforming og tilpasning

- Fra en strukturert (lærebok)oppgave til en oppgave som støtter utforskende læring.
 - Se etter problemer som er relevante og meningsfulle for elevene innenfor konteksten.
Bruk dette som fokus i tilpasningen.
 - Gi elevene mulighet til å ta eierskap i problemet og i løsningsstrategien (problemet bør gi opphav til flere løsningsstrategier).
 - Kutt ut delspørsmål og la elevene selv planlegge eller være del av planleggingen av utforskningen.
 - Gi elevene et rammeverk for den utforskende prosessen (f.eks. gjennom et planleggingsdokument som introduserer problemstillingen og gir hjelp med prosessen).
 - Gi retningslinjer for den endelige evalueringen
- Knytt oppgaven opp mot arbeidslivet
 - Utforsk konteksten og hvordan den kan relateres til arbeidslivet
Merk: det er ikke alltid mulig å knytte øvelser i en eksisterende oppgave opp mot arbeidslivet på en autentisk måte.
 - Tenk på en yrkesutøver eller yrkesaktivitet som passer oppgaven (som en ramme for utformingen/tilpasningen)
 - Bruk gjenstander, verktøy og språk fra arbeidsplassen der det er mulig.
Tilpass og knytt dette opp til hvordan dette brukes i matematikk og naturfag.

- Gjør yrkesrollen så konkret som mulig.
- Velg et produkt som knytter til arbeidslivet og definer et publikum
- Stimuler til samarbeid og kommunikasjon
 - Etterspør produkter som kan presenteres eller diskuteres.
 - Sørg for at oppgaven etterspør samarbeid (f.eks. ansvarsfordeling)
 - Legg til rette for vurdering fra andre elever

Til slutt er det viktig å være klar over oppgavens skiftende rolle underveis i elevenes læringsprosess. I tillegg til rene faglige mål har den redesignede oppgaven nå også som mål å utvikle elevenes prosessferdigheter. I noen tilfeller kan dette ta fokus fra det fagspesifikke innholdet. I andre tilfeller kan det gi muligheter til å fordype seg i fagkunnskapen eller til å bedre vurdere elevenes nivå.

Eksempler

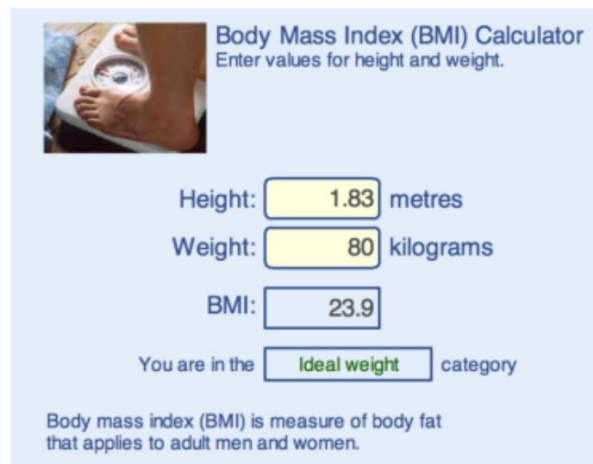
1. Utregning av BMI⁷

I dette eksempelet beskrives to utgaver av den samme oppgaven. Den første er en svært strukturert utgave som viser elevene stegvis hvordan de kan oppdage matematikken bak en BMI-kalkulator.

Deloppgavene «utfører tenkingen» for eleven. I den andre utgaven er struktureringen overlatt til eleven.

Utregning av BMI

Denne kalkulatoren hjelper voksne med å bestemme om de er overvektige.



Body Mass Index (BMI) Calculator
Enter values for height and weight.

Height: metres

Weight: kilograms

BMI:

You are in the category

Body mass index (BMI) is measure of body fat that applies to adult men and women.

1. Ta utgangspunkt i en høyde på 2 meter – en veldig høy person! Fyll inn tabellen nedenfor og tegn deretter en graf med resultatene.

Vekt (kg)	60	70	80	90	100	110	120	130	140
BMI									

- (a) Hva er den *største* BMI-verdien for en undervektig person?
 (b) Hva er den *minste* BMI-verdien for en overvektig person?
 (c) Hva skjer med BMI-verdien når *vekten* dobles?
 (d) Kan du finne en regel for å regne ut BMI når vi kjenner *vekten*?

2. La nå vekten være konstant ved 80 kg og prøv nå å variere høyden.

- (a) Hva skjer med BMI-verdien når *høyden* dobles?
 (b) Kan du finne en regel for å regne ut BMI når vi kjenner *høyden*?
 (c) Tegn en graf som viser sammenhengen mellom *høyde* og BMI?

Første utgave av «Utgangspunkt av BMI» (svært strukturert)

Utgangspunkt av BMI

Kalkulatoren vist til høyre er brukt på nettsider for å hjelpe voksne personer med å bestemme om de er overvektige. Hvilke BMI-verdier indikerer at en voksen person er undervektig, overvektig og ulike klasser av fedme?

Undersøk hvordan kalkulatoren regner ut BMI ved hjelp av høyde og vekt.

Advarsel: Hvis du skriver inn dine egne mål i kalkulatoren bør ikke resultatet tas alvorlig. BMI er tilpasset voksne som har sluttet å vokse og gir derfor misvisende svar for barn og tenåringer.

Andre utgave av «Utgangspunkt av BMI» (eleven er ansvarlig for oppgavens struktur)

2. Medisinkonsentrasjon⁸

Disse to utgavene av en lignende oppgave viser hvordan en oppgave kan tilpasses for å støtte utforskende læringsmåter og knyttes opp mot arbeidslivet. Den andre utgaven av oppgaven inneholder ikke deloppgaver som veileder elevene i løsningsprosessen. I tillegg spør oppgaven om et klart produkt som gir mening og relaterer seg til aktiviteter i arbeidslivet. Brosjyren som produseres kan også brukes til å la elevene gi hverandre tilbakemelding på resultatene.

Strukturert utgave

En pasient er syk. En lege skriver ut en resept til pasienten med en daglig dose på 1500 mg. Etter å ha inntatt en dose forlater omtrent 25 % av medisinen kroppen ved sekresjon hvert døgn. Resten av medisinen forblir i pasientens blod.

1. Hvor mye av medisinen (oppgitt i mg) er i blodet til pasienten etter ett døgn?

2. Fullfør tabellen:

Dag	Medisin i blodet (mg)
0	0
1	1125
2	
3	

3. Forklar hvorfor du kan regne ut mengden medisin for neste dag ved hjelp av formelen:

$$\text{ny mengde} = 0,75 \cdot (\text{gammel mengde} + 1500)$$

4. Hvor mange dager tar det før pasienten når en mengde på 4 g medisin i blodet? Og hvor mange dager til 5 g?

5. Hva er den maksimale mengden medisin som kan nås? Begrunn svaret.

Utgave som støtter utforskende arbeidsmåter og knytter opp mot arbeidslivet.

En lege oppgir følgende detaljer om en bestemt medisin:

- I gjennomsnitt forlater 25 % av medisinen kroppen ved sekresjon i døgn.
- Medisinen begynner å virke etter at et bestemt nivå nås.
- Det tar derfor noen dager før den daglige dosen gir utslag.
- Ikke hopp over en dose.
- Det bør ikke kompenseres for en glemt dose ved å ta dobbel dose neste dag.



Merk: dette er en forenkling av virkeligheten.

Utforskning:

- Undersøk ved hjelp av utregninger hvordan mengden av medisinen forandres når noen starter med en daglig dose på 1500 mg sammenliknet med for eksempel tre ganger daglig 500 mg.
- Er konsekvensene ved å hoppe over en dag og ta dobbel dose neste dag egentlig så store?
- Kan en vilkårlig mengde medisin i blodet nås? Begrunn svaret.

Produkt

Utform en brosjyre for pasienter som besvarer spørsmålene overfor. Ta med grafer og/eller tabeller som får frem hvordan mengden medisin utvikler seg i løpet av noen dager.

Den andre utgaven beskriver i mindre grad hvordan elevene kommer frem til et endelig produkt. Læreren må på forhånd tenke gjennom hvordan hun kan støtte elevene gjennom den utforskende prosessen. Et eksempel på et planleggingsdokument er:

Et eksempel på planleggingsdokument:

Time 1

10 minutter: del inn i grupper og introduser problemet og arbeidsplanen og fordel oppgaver.

10 minutter: elevene arbeider i grupper med oppgaven.

10 minutter: diskuter i klassen om alle gruppene vet hvordan de skal komme i gang. Utveksle strategier og sørg for at alle har en idé om hva som forventes.

15 minutter: elevene jobber med oppgaven, fullfører utregninger og forbereder delene til brosjyren sin.

Time 2

20 minutter: elevene gjør ferdig brosjyren.

20 minutter: noen av bidragene legges frem

10 minutter: reflekter over oppgaven (og sett den i sammenheng med videre arbeid)

3. Saltlake⁹

Dette eksempelet inneholder tre utgaver av en oppgave som viser hvordan en strukturert oppgave kan tilpasses for å støtte utforskende læring ved å fjerne deloppgaver og la

elevene selv tenke over hvilket utstyr som kan brukes. Til slutt viser den alternative fremstillingen av oppgaven hvordan den kan knyttes til arbeidslivet ved å inkludere aktiviteter fra arbeidsplassen, tildeler en yrkesrolle og etterspørre et tydelig produkt.

Strukturert utgave av saltlake oppgaven

Instruksjoner: rensing av saltlake

For å separere ulike stoffer og isolere rent natriumklorid, skal du utføre et to-trinns eksperiment. I det første trinnet benyttes separasjons-teknikken *filtrering* til å skille stein og sand fra saltlaken. I andre trinn varmes saltlaken (teknikk: fordampning) for å skille vannet fra saltet (natriumklorid).

Stoff: saltlake bestående av oppløst natriumklorid forurenset stein og sand

Utstyr: Erlend Meyer-kolbe, begerglass, gassbrenner, trefot, trådnett av metall, trakt, filterpapir, vernebriller

Forhåndsregler: husk å bruke vernebriller!



Trinn 1

Plasser trakten i Erlend Meyer-kolben. Brett filterpapiret, sett det i trakten og fukt med litt vann. Løsningen helles gjennom trakten. Fjern trakten og kast filterpapiret.



Trinn 2

Sett Erlend Meyer-kolbe som inneholder den resterende løsning på toppen av trådnettet lagt over trefoten og varm opp løsningen med gassbrenneren. La alt vannet fordampe og observer stoffet som blir igjen.



Spørsmål 1:

Navngi egenskapene til stoffene som gjør separasjonen mulig.

Spørsmål 2:

Forklar prosessene i begge trinn på et molekylært nivå.

Utgave som støtter utforskende læring

Rensing av saltlake



Du har fått oppgaven å rense en prøve med saltlake og utvinne rent natriumklorid. På forhånd vet vi at saltlaken er en blanding av natriumklorid, sand og stein i vann.

Lag i gruppen et eksperiment for hvordan saltlaken kan renses. Det vil deles ut en prøve av saltlaken og et utvalg av utstyr dere kan bruke for å gjennomføre eksperimentet.

Ved slutten av timen skal dere legge frem eksperimentet og oppdagelser dere har gjort.

Følgende utstyr er tillatt å bruke i eksperimentet:

- begerglass
- Erlend Meyer-kolbe
- gassbrenner
- trefot
- trådnett av metall
- trakt
- filterpapir
- ...



Husk vernebriller!

Hvis du tror annet utstyr kan være nyttig kan du spørre læreren!

Oppfølgingsspørsmål:

Forklar prosessene i eksperimentet på et molekylært nivå.

En introduksjon til oppgaven som knytter den til arbeidslivet



Du er en ingeniør ved et vannverk. Firmaet pumper vann opp fra grunnen og renses det til drikkevann. De skitne grunnvannet smaker salt. Kan det være lønnsomt å utvinne salt fra det? Spørsmålet er, hvor mye salt er det i saltlaken og hvordan kan saltet isoleres?

Du har fått oppgaven med å utforme en prosess for å utvinne salt fra saltlaken slik at det eventuelt kan brukes til matlaging, og med å fastslå hvor mye salt det er i saltlaken. Skriv en rapport til firmaet basert på dine oppdagelser.

Mal for ved utforming av oppgaver

Oppgaver trenger en innbydende presentasjon og et attraktivt format. I WP6/WP1 ble det laget et forslag til en mal for *mascil*-oppgaver (Figur 3). Dette format vil bli fremsatt (på *mascils* hjemmeside) for å brukes ved utforming av materiell innad i *mascil*-prosjektet.



[Oppgave tittel]
*[Sammendrag/"smakebit":
En kort introduksjon som forklarer hva
oppgaven går ut på og ett eller
to punkt om hva som gjør oppgaven er interessant
og hvordan den kan støtte utforskende læring.]*

[sett inn bilde her] bildetekst

Nøkkelord

fagområde: [matematikk eller naturfag: biologi, kjemi, fysikk; del av læreplanen]
målgruppe: [utdanningsnivå]
aldersgruppe: [f.eks.14-16 år]
tid: [antall klasseromstimer]
utforskende arbeidsmåte: [navngi dimensjoner i utforskende læring: utforsk
situasjoner/planlegg undersøkelser/eksperimenter systematisk/tolk og
evaluer/kommuniser resultatene]
arbeidslivet: [kommenter arbeidslivs dimensjonene: kontekst, rolle, oppgave,
relaterte yrker]

Problem

[oppgaveteksten slik den blir formulert
ovenfor elevene. Dette avsnittet bør kunne
kopieres og brukes direkte i undervisningen]

[sett inn bilde her] bildetekst

Løsningsforslag

[tekst]

CC-BYSA MASCIL 2013
Forfatter: [navn på forfatter(e) eller kilde til materialet]



Figur 3: Et eksempel på en mal for oppgaveutforming innenfor *mascil*-prosjektet.

Teoretisk bakgrunn

De første kapitlene er skrevet for å hjelpe lærere i deres daglige arbeid. I dette kapitlet «Teoretisk bakgrunn» vil vi vise at de underliggende idene er begrunnet i forskning og relaterte til rammeverket som har sprunget ut fra analysen av *mascils* oppgavesamling¹⁰.

Utforskende læring er per definisjon induktiv, elevsentrert og med fokus på kreativitet og samarbeid (Doorman, 2011). Målet med utforskende læring er å utvikle og fostre utforskende sinn og holdninger som er nødvendige for elevenes mestring av en usikker fremtid. Utforskende arbeidsmåter er i bunn og grunn basert på at elevene inntar en aktivt spørrende tilnærming. Problemene de jobber med er ment å føles virkelighetstro. De utforsker og stiller spørsmål på egen hånd. De utforsker problem og situasjoner og vurderer resultatene. Læringen drives av åpne spørsmål og ulike løsningsstrategier. Selv om denne modellen er elevsentrert, er læringsprosessen veiledet og støttet av lærere og læringsmaterieell (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007). Vår modell bør ikke forveksles med en oppdagende metode med minimal veiledning, der læreren kun presenterer oppgavene og forventer at elevene utforsker og oppdager idéer på egenhånd (Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Utforskende læring etterspør proaktive lærere som støtter og oppmuntrer elever som sliter, bruker elevenes eksisterende kunnskap konstruktivt, utfordrer elevene ved å stille spørsmål, arrangerer diskusjoner i små grupper eller hele klassen, oppmuntrer til diskusjon av alternative synspunkt og hjelper elevene til å finne forbindelser mellom idéene sine (Crawford, 2000). Dette er krevende og forventes ikke av læreren i hver eneste time. Et utsagn lærere derfor bør leve etter er:

Alt må ikke forandres. Utforskende læring er ikke en totalt forskjellig læringsmetode, men er essensielt i god læring.

Utforskende læring har vist seg i både grunnskolen og videregående opplæring til å effektivt øke barns interesse og prestasjoner i tillegg til å motivere lærere (Rocard, 2007; Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012; Schroeder et al. 2007). Utforskende arbeidsmåter motiverer elevene og forbedrer læringsutbyttet.

For å sikre fordelene ved utforskende arbeidsmåter og gjøre naturfag og matematikk mer meningsfylt for elevene brukes rike arbeidslivskontekster i *mascil*-oppgavene til å knytte matematikk og naturfag opp mot arbeidslivet. Forskning støtter bruken av kontekster i matematikk- og naturfagundervisning. Kontekstbasert undervisning fører ikke til en reduksjon i utviklingen av forståelsen av faget, og har betydelige fordeler når det gjelder holdninger til vitenskap i skolen og evnen til å løse kontekstbaserte problemer (Bennett, Lubben & Hogarth, 2007). Arbeidslivet introduserer kontekster som kan presenteres som autentiske øvelser, som Gilbert (2006) anser å være den mest lovende modellen for kontekstbasert matematikk- og naturfagundervisning (Prins, 2010; Dierdorp et al., 2010). Forskningsresultat viser at elevene opplever og forstår funksjonen, meningen og nytten av fagkunnskap på arbeidsplassen (Ainley, Pratt & Hansen, 2006; Dierdorp, 2010; Mazereeuw, 2013). For å oppnå dette er det viktig at oppgavene er møysommelig

utformet og passer målene i læreplanen. I kontekst av arbeidslivet dukker matematikk og naturfag frem i aktivitetene på arbeidsplassen (Hoyles & Noss, 2010). Læringsmateriellet bør derfor gjenspeile autentiske øvelser og erfaringer fra arbeidslivet. Til slutt må de sies at bruken av rike yrkeskontekster krever mye fra lærere. De må mestre kunnskap og ferdigheter fra konteksten samt knytte sammen kunnskap og ferdigheter. Vi vil ikke anbefale at hver eneste time skal settes i en yrkeskontekst, men utgangspunktet til *mascil* er at kontekster er en viktig ingrediens i god undervisning.

Referanser

- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Ainley, J., Pratt, D., & Hansen, A. (2006). Connecting engagement and focus in pedagogic task design. *British Educational Research Journal*, 32(1), 23-38. doi: 10.1080/01411920500401971
- Banchi, H., & Bell, R. (2007). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26-29.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377.
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: a synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91 (3), 347-370.
- Colburn, A. (2000). An Inquiry Primer. *Science Scope*, 23, 42-44.
- Crawford, B. A. (1999). Is it realistic to expect a preservice teacher to create an inquiry-based classroom? *Journal of Science Teacher Education*, 10(3), 175-199. doi: 10.1023/A:1009422728845
- Csikszentmihalyi, M., & Schneider, B. (2000). *Becoming adult: How teenagers prepare for work* (Vol. First). New York: Basic Books.
- Dierdorff, A., Bakker, A., Van Maanen, J., & Eijkelhof, H. M. C. (2010). *Educational versions of authentic practices as contexts to teach statistical modeling*. Paper presented at the ICOTS 8, Ljubljana, Slovenia.
- Doorman, M. (2009). PRIMAS WP3 – Materials: Teaching and professional development materials for IBL (version 2). Netherlands: PRIMAS project.
- Gilbert, J. (2006). On the nature of 'context' in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.
- Hakkarainen, K. (2003). Progressive inquiry in a computer - supported biology class. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1072-1088. doi: 10.1002/tea.10121
- Hoyles, C., Noss, R., Kent, P., & Bakker, A. (2010). *Improving mathematics at work: The need for techno-mathematical literacies*. London: Routledge.
- King, D., & Ritchie, S. M. (2012). Learning science through real-world contexts. In B. J. Fraser, K. Tobin & C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 24, pp. 69-79). Rotterdam: Springer Netherlands.
- Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Louca, L. T. S. M., & Tzialli, D. (2010). Implementing a Lesson Plan Vs. Attending to Student Inquiry: The Struggle of a Student-Teacher During Teaching Science. *International Society of the Learning Sciences*, 1, 604-611.
- Mazereeuw, M. (2013). *The functionality of biological knowledge in the workplace. Integrating school and workplace learning about reproduction*. Utrecht University, Utrecht. Retrieved from <http://www.fisme.science.uu.nl/toepassingen/20080> (Fisme Scientific Library 80).
- Prins, G. T., Bulte, A. M. W., Driel, van, J. H., & Pilot, A. (2008). Selection of Authentic modelling

- practices as contexts for chemistry education. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1867-1890.
- Prins, G. T. (2010). Teaching and learning of modelling in chemistry education. Authentic practices as contexts for learning. Utrecht University, Utrecht. Retrieved from <http://www.fisme.science.uu.nl/toepassingen/20063/> (Fisme Scientific Library 63)
- Rocard, M. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe* (pp. 20). Brussel: High Level Group on Science Education, Directorate General for Research, Science, Economy and Science, European Commission.
- Roth, W.-M. (1997). Graphing: Cognitive ability or practice? *Science Education*, 81(1), 91-106. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199701)81:1<91::AID-SCE5>3.0.CO;2-X
- Roth, W.M., van Eijck, M., Reis, G., & Hsu, P.L. (2008). *Authentic science revisited: In praise of diversity, heterogeneity, hybridity*. Rotterdam: Sense publishers.
- Teichler, U. (1999). Higher education policy and the world of work: Changing conditions and challenges. *Higher Education Policy*, 12(4), 285-312. doi: 10.1016/S0952-8733(99)00019-7.