

Pål J. Kirkeby Hansen har doktorgrad i realfagsdidaktikk, hovedfag i geofysikk og mellomfag i pedagogikk. Han har undervist realfag i gymnas, videregående skole og ingeniørhøgskole. Siden 1988 har han vært ansatt ved lærerutdanningen, der han er dosent i naturfag og naturfagdidaktikk. Han underviser også geofagdidaktikk ved PPU, Universitetet i Bergen. Han har ledet læreplanutviklingen i geofag i videregående opplæring og naturfag i grunnskolelærerutdanningene. For tiden deltar han i forskningsprogrammet Geofag i skolen ved Naturfagsenteret, med hovedfokus på grunnskolen.

PÅL J. KIRKEBY HANSEN

Høgskolen i Oslo og Akershus
Palkirkeby.Hansen@hioa.no

Hvordan introduseres og videreutvikles kunnskap om vannets kretsløp i norske lærebøker for grunnskolen?

Abstract

The water cycle is introduced at grade 3 in science textbooks. The topic is continued at grades 6/7, and further developed at grades 8/9 both in science and geography textbooks. The water cycle is one of the “big ideas in science”. This investigation is about how the water cycle is presented in textbooks, if the texts and illustrations are adapted to the pupils’ age level, and how the textbooks simplify this rather complex topic. Could the simplifications foster misconceptions? The investigation shows some progression from the introduction at grade 3 via grades 6/7 to grades 8/9. However, the texts and illustrations might give the pupils a representation of the water cycle as to be local, one dimensional, limited to the atmosphere, oceans, rivers and lakes; and to take only a few hours or days pr. cycle. If not the textbooks are supplied by teaching, the pupils might leave compulsory education with a naive understanding of the water cycle.

INNLEDNING

En internasjonal ekspertgruppe, ledet av Wynne Harlen, har utformet Fourteen big ideas in science. En av disse er: *The composition of the Earth and its atmosphere and the processes occurring within them shape the Earth’s surface and its climate* (Harlen, 2010:21f, 32). Vannets kretsløp er en av prosessene, den mest energikrevende på jorda. Over 20 % av innstrålt solenergi går til å drive vannets kretsløp. Da har allerede skyene og havene, som er en del av kretsløpet, reflektert ca. 30% av energien tilbake til verdensrommet.

Earth’s water is always in movement, and the natural water cycle, also known as the hydrologic cycle, describes the continuous movement of water on, above, and below the surface of the Earth. Water is always changing states between liquid, vapor, and ice, with these processes happening in the blink of an eye and over millions of years. (USGS)



Figur 1. USGS gir et realistisk bilde av hvor komplekst vannets kretsløp er.

Et kretsløp har ikke noe startpunkt eller endepunkt, men et fornuftig sted å begynne vannets kretsløp kan være verdenshavene, fordi det meste av solenergien varmer opp havvannet som fordampes og blir til vanddamp i luften. Vannets kretsløp foregår på mange nivåer og tidsskalaer. Forståelsen baseres på kunnskap fra fysikk, biologi, kjemi, meteorologi, hydrologi, oceanografi, geologi og geografi. (For en oversikt, se USGS.)

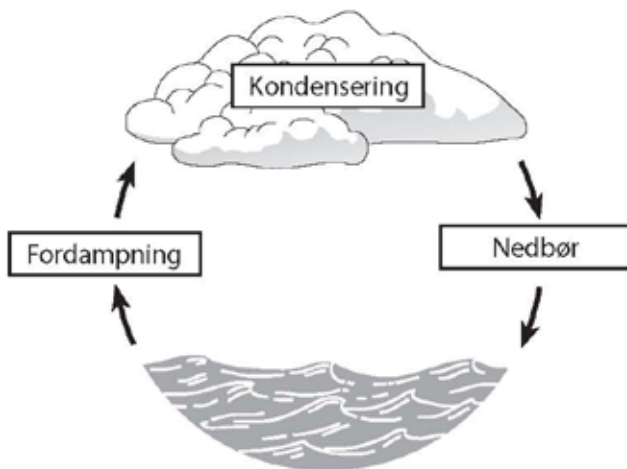
Karakteristikken «naivt bilde av vannets kretsløp» (figur 2) brukes i denne artikkelen i samme betydning som Ben-Zvi Assaraf og Orion (2005b, 2010) gjorde om elevers forståelse.

[The students] entered the eighth grade with an incomplete and naive perception of the water cycle. At this stage they were only acquainted with the atmospheric component of the cycle (i.e., evaporation, condensation, and rainfall) and ignored the groundwater, biospheric, and environmental components. Moreover, they lacked the dynamic and cyclic perceptions of the system and the ability to create a meaningful relationship among the system components. (Ben-Zvi Assaraf og Orion (2005b))

«Naive» nevnes sammen med «incomplete» (ufullstendig). Det kan se ut som begrepene brukes pseudonymt som en helhetsvurdering av elevenes forståelse. McCloskey (1983), Mintzes (1984) og Boesdorfer, Lorschach og Morey (2011) bruker «naive» i en annen betydning fordi det knyttes til «misconceptions». Det er et samlebegrep hos Ausubel (1978:101f), mens Driver og Easley (1978) skiller mellom «misconception» («a wrong idea») og «alternative frameworks» («autonomous frameworks for conceptualising their experience of the physical world»). I denne artikkelen brukes *alternative forestillinger* som Driver og Easlys «alternative frameworks».

En naiv lærebokpresentasjon er et mindre problem enn en med alternative forestillinger, som absolutt ikke må forekomme. En naiv presentasjon kan faktisk være et godt utgangspunkt for lærerens undervisning. Læreren kan ivareta det faglige nivået og den progresjonen læreboka mangler. En naiv presentasjon er imidlertid mer problematisk ved individuelt arbeid.

Figuren nedenfor viser vannets kretsløp på jorda.



Figur 2. TIMSS (Geofag, 8.årstrinn, oppgave 35) viser et meget naivt bilde av vannets kretsløp. "Fordampning" er feilplassert.

Orion og Ault (2007) viser i en litteraturstudie at barn, ungdom og voksne har alternative forestillinger knyttet til praktisk talt alle emner i geofag, også vannets kretsløp:

These studies indicate that schooling all over the world has influenced only in a limited way the ability of students to construct scientifically sound conceptions of the Earth ... many teachers hold the same alternative frameworks as their students and that even text materials foster misconceptions. (Orion og Ault, 2007).

Det er gjort mange undersøkelser av barns forståelse av skyer, nedbør, fordampning og kondensasjon, og noen få har undersøkt forståelsen av vannets kretsløp (For en oversikt, se Henriques, 2002). Bar (1989) viser at adekvate forestillinger om faseendringer, fritt fall og konservering av vann og luft er nødvendige forutsetninger for å forstå vannets kretsløp. På bakgrunn av en intervjuundersøkelse blant israelske barn (5-15 år), mener han at utviklingen av forestillingene om vannets kretsløp går over seks stadier, og at det er stor aldersspredning innen hvert stadium. Bar mener at undervisningen om vannets kretsløp kan innledes rundt 9-årsalderen. En senere undersøkelse (Bar og Travis, 1991) viser at mange barn i 13-14-årsalderen har mangelfull forståelse av kondensasjon, og av at all luft inneholder noe vanndamp, to forutsetninger for å forstå skydannelse.

Hansen (1996:564f) konkluderer i en stor undersøkelse av norske elever på 7. og 9.årstrinn:

Undervisningen [om været] må ha som mål å utvikle kunnskapsstrukturer ikke bare kunnskap om enkeltstående vær fenomener. ... Den må støtte elevene i å etablere stabile kunnskapsstrukturer eller skjemaer som f.eks. vannets kretsløp, ...» (Hansen (1996:564f)

Taiwo, Ray, Motswiri og Masene (1999) undersøker hvordan barn 4.-7.årstrinn fra ulike deler av Botswana oppfatter elementer i vannets kretsløp. Det skjer en utvikling fra årstrinn til årstrinn som tilskrives undervisningen, men utviklingen er negativt påvirket av «the 'untutored' ideas the children bring to school».

Agelidou, Balafoutas og Gialamas (2001) undersøker hvordan greske 15-åringer forstår vann og dets relasjon til natur og samfunn. Flertallet har mangelfull forståelse av komponentene i vannets kretsløp, sammenhengen mellom overflatevann og grunnvann, og sammenhengen mellom vann og vegetasjon. De fleste har et overforenklet bilde av vannets kretsløp: Vann kommer fra skyer til havet og kommer tilbake fra havet til skyer. De referer bare til hav og overflatevann (sjøer og elver), men ikke til grunnvann, iskapper og breer. Flertallet behersker ikke kausalsammenhenger. Ingen referer til faseoverganger. Elevene har problemer med å forstå prosesser som går over lang tid og dekker store områder. Agelidou et al. konkluderer:

Empiricism constitutes an obstacle, in trying to construct an effective representation of the water cycle, since the complex concept of the cycle is not based on empirical facts. (Agelidou et al., 2001)

Henriques (2002) viser i en litteraturstudie at de yngste barna fokuserer på det flytende vannet i syklusen uten å trekke inn prosessene fordampning og kondensasjon: vannet går fra havet til skyene, der det lagres for så å regne ned igjen på bakken. Eldre barn glemmer at vann kan fordampe fra planter, dyr, pytter og bakken. Hun mener: «Possible source of misconception: Diagrams of the water cycle in textbooks tend to have the evaporation arrow coming from a large body of water.»

I en studie av undervisning og læring av det geologiske kretsløp (the rock cycle) på 7.årstrinn i Israel, viser Kali, Orion og Eylon (2003) at det kreves høyt nivå på systemtenkning (helhetstenkning) for å forstå en kretsløpsteori. For å forstå systemtenkningen må elevene først forstå kretsløpets begreper. Dette følges opp i Ben-Zvi Assaraf og Orions (2005a) undersøkelse av hvordan elever på 7.-9.årstrinn oppfatter vannets kretsløp. Elvene forstår noen enkeltelementer, men har problemer med dynamikken, kretsløptenkningen og helheten i systemet. De fleste er oppmerksom på den atmosfæriske delen av vannets kretsløp, med mange alternative forestillinger, men ignorerer grunnvannsdelen. Mange ser for seg grunnvann som noe statisk og samlet i store grunnvannssjøer. En mulig årsak er at populære lærebøkene på lavere årstrinn gir et naivt bilde av vannets kretsløp i tekst og figurer, begrenset til forholdet mellom hav og atmosfære. I en samtidig undersøkelse hevder de (Ben-Zvi Assaraf og Orion, 2005b) at det er åtte steg i forståelsen av vannets kretsløp: Kunne 1.identifisere komponentene og prosessene, 2.identifisere relasjonene mellom komponentene, 3.organisere kretsløpets komponenter og relasjoner, 4.gjøre generaliseringer, 5.identifisere dynamikken i kretsløpet, 6.forstå kretsløpets skjulte dimensjoner, 7.forstå kretsløpets sykliske natur, 8.tenke bakover og fremover i tid. Etter å ha gjennomgått et veldegnert inquiry based program, som også omfattet feltarbeid, nådde bare en tredel av 8.-klassingene 7.steg, I en senere undersøkelse (Ben-Zvi Assaraf og Orion, 2010) av 4.klassinger som gjennomgikk samme program, ble resultatet helt likt. I begge undersøkelser nådde bare noen få elever også 8.steg.

Andersson (2001:53f) viser at svenske elever på 9. og 12.årstrinn har problemer med å anvende skolekunnskap om vannets kretsløp til å forklare påstanden: «haven vattnar kontinenterna och att kontinenterna förser haven med näringsämnen».

En möjlig förklaring är att de i undervisningen mött vattencykeln som en isolerad företeelse och inte som ett system som växelverkar med mark, vegetation och samhälle, och därför kan användas gång efter annan i olika sammanhang. Den gängse läroboksmodellen [figuren]... fokuserar bara vattnets fasändringar, inte interaktioner med omgivningen. (Andersson, 2001:56)

Cardak (2009) fant på bakgrunn av intervjuer og tegninger at mer enn halvparten av tyrkiske naturfaglærerstudenter har god eller relativt god forståelse av vannets kretsløp, mens en firedel viser alternative forestillinger og/eller et ufullstendig kretsløp. De hyppigst forekommende elementene i tegningene var grunnvann (91%), fordampning (86%), nedbør (83%), atmosfære (75%), kondensasjon (42%) og markvann (42%). Skyer må være glemt i opptellingen selv om de er med på flere tegninger.

Mange studenter hadde problemer med å knytte den atmosfæriske delen av kretsløpet sammen med den delen som er under bakken.

TIMSS 2007 (Grønmo og Ongstad, 2009) har naturfagspørsmål fra biologi, fysikk, kjemi og geofag (*Earth Science*). Geofag utgjør 20% av spørsmålene og omfatter astronomi, naturgeografi, geologi og geofysikk. Norske elever ligger under det internasjonale gjennomsnittet på alle naturfagområder unntatt geofag på 8.årstrinn, og nær gjennomsnittet på 4.årstrinn. Guttene er jevnt over best i geofag. På 8.årstrinn har ca.12% av naturfaglærerne fordypning (60stp/20vt) i geofag, litt mer enn kjemi, litt mindre enn fysikk, mens biologi er ca.30%. Alt er langt under internasjonalt nivå, men relativt best i geofag. I Norge brukes en større andel av undervisningstida i naturfag til geofag og en mindre andel til fysikk enn hva som er vanlig internasjonalt på begge årstrinn. Ingen frigitte spørsmål (TIMSS) på 4.årstrinn gjelder vannets kretsløp. På 8.årstrinn er det ett, illustrert med figur 2: «Hva er energikilden til vannets kretsløp». Svaralternativ: «Månen», «Sola», «Tidevann» og «Vinden». Dessverre er ikke resultatene publisert.

ROSE prosjektet (Sjøberg, 2009:365ff) undersøker hva 15-åringer i Norge og mer enn 30 andre land vil lære om i naturfag. Bare fire spørsmål (Sjøberg) gjelder elementer i vannets kretsløp direkte eller indirekte: For temaet *skyer, regn og været* viser gutter absolutt lavest interesse av alle med 22%, mens jenter med 37% er middels for velstående land. 22% av jenter og 34% av gutter vil lære om *drivhuseffekten og hvordan den kan bli endret av mennesker*. De biologiske prosessene i vannets kretsløp er dekket av det generelle temaet *hvordan mennesker, dyr, planter og miljø avhenger av hverandre*. Også her er jenter (27%) og gutter (26%) blant de laveste i velstående land. Interessen for å lære om *tornadoer, orkaner og sykloner* er langt høyere hos både jenter (66%) og gutter (67%). Dette er nær gjennomsnittet for velstående land. Det er typisk for hele undersøkelsen at spørsmål om noe «dramatisk» fanger mer enn vanlige naturfagtemaer. Elever i utviklingsland er mer interessert enn elever fra velstående land på alle disse spørsmålene.

Naturfag (2005) presenterer et aktivitetsforslag *Vannets kretsløp på vinduet*, der det påstås: «Dette er en illustrasjon på vannets kretsløp». En plastpose med litt farget vann henges opp i et solvendt vindu. Noe av vannet fordampes og stiger opp i posen. Når lufta blir mettet, vil det kondensere og vannråper renner nedover som regn. Aktiviteten er god, men viser altså bare to av mange prosesser i vannets kretsløp. Dette er derfor en aktivitet som kan støtte en naiv forestilling av vannets kretsløp.

Naturfagsenteret (Naturfag.no) har aktivitetsforslag som gir et reelt og komplekst bilde av vannets kretsløp etter idé fra *Project Atmosphere* og *Water in the Earth System* (AMS) i USA. Her har vannmolekylene ni oppholdssteder: hav, atmosfære, planter, innsjø, dyr, bakke, grunnvann, isbre, elv, som de kan gå inn og ut av ved fysiske, geofysiske og biologiske prosesser etter en stokastisk modell. I Canada (UCAR) er utviklet et aktivitetsbasert undervisningsopplegg som tar elevene innom alle prosesser og oppholdssteder.

Litteraturen viser at undervisning om vannets kretsløp kan starte rundt 9-årsalderen dvs. 3.-4.årstrinn. Eleven må først bli kjent med enkeltkomponenter og -prosesser som de selv kan observere, for så å se relasjonene mellom disse i en enkel, endimensjonal utgave av vannets kretsløp. Med årene skal kretsløpet utvides til også å omfatte det som ikke kan observeres. Elevene må utvikle helhetstenkning og erkjenne at vannets kretsløp har mange dimensjoner i rom og tid. Litteraturen viser at elever på alle årstrinn kan ha alternative forestillinger om enkeltkomponenter og -prosesser. Disse forekommer også i lærebøkens tekster og illustrasjoner. Denne artikkelen omhandler analyse av hvordan norske lærebøkene i naturfag og geografi for grunnskolen behandler vannets kretsløp. Problemstillingene er:

- Når og hvordan introduserer emnet vannets kretsløp, og hvordan videreutvikles det i årene som kommer?
- Er tilpasningen til aldersgruppen adekvat?

- Er den gjort på en slik måte at det kan danne grunnlag for videre utvikling av dette komplekse emnet på et høyere nivå?
- Kan de faglige forenklingene skape grobunn for alternative forestillinger?

METODE

Det velges to forlag (tabell 1) etter følgende kriterier:

1. Dekker 1.-10. årstrinn i naturfag og geografi.
2. Høyest eller nest høyest markedsandel på flere årstrinn i disse fagene.

Markedsandelene baseres på forlagenes egne, fortrolige opplysninger for 2006-2011. De kan bare refereres omtrentlig. Til sammen dekker forlagene ca.80-85% av markedet i naturfag og ca.60% i geografi. Det er derfor et meget representativt valg.

I denne artikkelen hentes ideer til analysen fra flere som har analysert lærebøker og læreplaner i naturfag og geografi. Bjørndal (1982:98f) undersøker om læreboka er velegnet som hjelpemiddel for eleven ved individuelt arbeid, språklig framstillingsform, faglige innhold og bruk av illustrasjoner. Nergård (1994) gjør kvantitativ og kvalitativ innholdsanalyse. Roberts (1998) ser hvordan læreplan-tekst vinkler naturfaget. Knain (2000) studerer ideologisk innhold og skjult læreplan. Jünge (2005) vurderer faglig innhold og brukervennlighet. Nordskog (2008) ser i tillegg på lærebokas rolle som læreplan, gjør kvantitativ innholdsanalyse og studerer taksonomisk nivå på oppgaver. Sætre (2009) kombinerer kvantitativ og kvalitativ innholdsanalyse med spesielt fokus på illustrasjoner og forholdet mellom illustrasjoner og boktekster. Analysen til Rønning (2008) har fire fokusområder for læreverkkanalysen, men bare måloppnåelse og vurdering er relevant. Mork og Erlien (2010:32ff) beskriver sjangrer og teksttyper. King (2010) studerer «errors», «misconceptions» og «oversimplifications».

Lærebøker i naturfag består i stor grad av sammensatte tekster. I tillegg til den løpende hovedteksten inngår det bilder, bildetekster, formler, tabeller, grafer, diagrammer, kart, faktabosker og margtekster. ... læreboktekster beskriver stoffer og prosesser som er på et nivå som er usynlig for øyet, eller prosesser som er kompliserte å forklare med bare tekst. ... Å lese sammensatte tekster er ofte en utfordring for elever. Jo flere elementer en sammensatt tekst består av, jo mer komplisert og utfordrende kan det være å få tak i samspillet mellom de ulike elementene. (Mork og Erlien, 2010:52)

Denne kvalitative lærebokanalysen er begrenset til sammensatte tekster om vannets kretsløp. Hovedtekstene er korte, og de andre elementene er få. Alle tekstene bedømmes etter samme mal med følgende hovedpunkter og underpunkter:

1. *Språklig framstilling*: Ingresser og løpende hovedtekster deles opp i så små deler at de klart faller innenfor én av fem kategorier: narrativ, forklarende, beskrivende, argumenterende, veilevende (etter Mork og Erliens (2010:32ff) beskrivelse).
2. *Tekstens faglige innhold*: Teksten bedømmes mot læreplanens kompetansemål; tekstens omfang; i hvilken faglig kontekst vannets kretsløp er plassert; tekstens kvalitet; tekstens vinkling; nytte/relevans, naturvitenskapens struktur, egen erkjennelse, vitenskapelige ferdigheter, solid grunnlag, riktig forklaring, forholdet naturvitenskap – teknologi – samfunn (Roberts (1998) kategorier og beskrivelser); teksten som grunnlag for videre læring om vannets kretsløp; om teksten har en ideologisk eller skjult agenda (etter Knains (2000) forståelse); om teksten inneholder feil, alternative forestillinger eller overforenklinger.
3. *Illustrasjoner*: type; kvalitet; bruk i sammenheng med tekst (etter Mork og Erliens (2010:51ff) beskrivelse).
4. *Brukervennlighet*: mot elevens alder; ved individuelt arbeid.

Tabell 1. Bøker som dekker vannets kretsløp, fra utvalgte forlag.

H. Aschehoug & Co (W. Nygaard)	Gyldendal Norsk Forlag AS
<i>Cumulus 3, Naturfag og samfunnsfag</i> (Bjørshol, Lie, Røine, & Vedum, 2007:24)*	<i>Gaia 3, Naturfag og samfunnsfag</i> (Holm, Jensen, Johnsrud, Langholm, Spilde, Utklev, & Bungum, 2006:111)
<i>Yggdrasil 6, Naturfag</i> (Gran & Nordbakke, 2009:90f)	<i>Gaia 7, Naturfag</i> (Spilde, Christensen, & Bungum, 2008:69)
<i>Tellus 8, Naturfag</i> (Ekeland, Johansen, Strand, & Rygh, 2006:208)	<i>Eureka 8, Naturfag</i> (Frøyland, Hannisdal, Haugan, & Nyberg, 2006:105)
<i>Matrix 8, Geografi</i> (Karlsen & Holgersen, 2006:120)	<i>Eureka 9, Naturfag</i> (Hannisdal, Haugan, & Munvik, 2007:44)
	<i>Underveis 8, Geografi</i> (Birkenes & Østensen, 2006:83)
	<i>Underveis 9, Geografi</i> (Birkenes & Østensen, 2007:103f)
*i artikkelen brukes bare boknavn	
Markedsandel: ca.20% - ca.55%	Markedsandel: ca.30% - ca.45%.
Til sammen ca. 85% i 3.årstrinn, ca.80% i 6./7., ca.80% i 8./9. naturfag, ca.60% i 8./9. geografi.	

Faglig kvalitet dvs. hvor god eller riktig forklaringen er i en sammensatt tekst, avhenger av hvilket årstrinn den er skrevet for. For 3./4.årstrinn holder det med det som kan observeres «on, above ... surface of the Earth» (USGS), med en tilpasset figur. Tekster på 8.-10.årstrinn bør omfatte hele beskrivelsen til USGS, samt en figur som er tilnærmet like kompleks som figur 1. I løpet av grunnskolen må også de viktigste prosessene og forståelse av tid og rom i kretsløpet, inngå i tekstene. Uansett årstrinn, må fremstillingen være et helt kretsløp.

Lærebøker kan brukes på ulike måter for eksempel som utgangspunkt for lærerens undervisning eller ved individuelt arbeid. Rønning (2008:36) hevder at «store deler av undervisningstiden brukes til at elevene arbeider individuelt med oppgaver i lærebøkene». Det bekreftes av TIMSS 2007 (Grønmo et al., 2009:236). Da bør det være slik at elevene kan «navigere» på egenhånd i den sammensatte teksten og eventuelt på tilhørende nettsted. Hvis læreren underviser stoffet, er det læreren som «styrer» informasjonen og fyller ut tekstene i læreboka og nettstedet.

En helhetsvurdering av hvor godt den sammensatte teksten er tilpasset årstrinnets leseferdighet og elevenes utviklingsnivå, omfatter hvilke og antall elementer teksten er satt sammen av, hvor ”komplisert og utfordrende ... [det er] å få tak i samspillet mellom de ulike elementene”. (Mork og Erlien, 2010:52), og bruk av begreper og forklaringer.

RESULTATER OG DISKUSJON

Felles for lærebøkene

1. Språklig framstilling: Tekstene veksler mellom forklarende og beskrivende elementer – alltid med tyngdepunkt i forklarende, da oftest med utgangspunkt i en prosess. Tekstene er gjennomgående godt tilpasset sitt årstrinn.

2. Tekstens faglige innhold: Vannets kretsløp nevnes ikke i noe kompetansemål for naturfag 1-10 i *Læreplan for Kunnskapsløftet* (Utdanningsdirektoratet, 2006:81ff). Emnet introduserer likevel i lærebøkene i naturfag når «observasjoner av vær og skyer og måle ... nedbør» er kompetansemål etter 4.årstrinn (ibid.:86), og videreutvikles når «foreta relevante værmålinger» er kompetansemål etter 7.årstrinn (ibid.:87). Kompetansemålet «gjøre greie for ... abiotiske faktorer ... i et økosystem» (ibid.:88) etter 10.årstrinn legitimerer vannets kretsløp i Tellus 8. Det samme gjør «undersøke kjemiske egenskaper til noen vanlige stoffer» (ibid.:89) i Eureka 8 og 9. På 1.-4.årstrinn er naturfag og samfunnsfag i samme bok. På 5.-7.årstrinn er ikke vannets kretsløp nevnt i kompetansemål i samfunnsfag, og finnes heller ikke i lærebøkene. Når «fortelje om ... krinsløpet til vatnet» er kompetansemål etter 10.årssteget (ibid.:124), finnes emnet i geografibøkene.

Tekst og illustrasjon får alltid plass på én side eller mindre – altså meget beskjedent. Vannets kretsløp står alltid i en faglig relevant kontekst, som del av et større kapittel. Den naturfaglige vinklingen på tekstene er alltid forsøk på å gi riktig forklaring på vannets kretsløp, tilpasset årstrinnet, slik at det er grunnlag for videre læring. Det fokuseres nesten bare på de deler av kretsløpet eleven kan observere selv, også på 8./9.årstrinn. Energien som driver kretsløpet, omtales sjelden. Det skal godt gjøres å lese noe ideologisk eller finne en skjult agenda mellom linjene i disse korte tekstene.

3. Illustrasjoner: Illustrasjonene (figur 3-10) er, med to unntak (figur 5 og 9), sjablongmessige tegninger, noen med innsatte ord/faktabokser. Alle begreper, prosesser og oppholdssteder i tekstene kan gjenfinnes på tegningene. Tegningene på 3.årstrinn viser et enkelt, endimensjonalt kretsløp som synes å være relativt lokalt. Det er fullt akseptabelt, men ikke på senere årstrinn. Det er alltid orografisk nedbørsutløsning på losiden av et fjell. Tidsaspektet kan oppfattes som relativt kort siden det alltid dannes haugskyer (cumulus) som utvikler seg til bygeskyer (cumulonimbus). Unntaket er Yggdrasil 6 (figur 5) der det er et nedbørskytag (nimbostratus). For 3., 6. og 7.årstrinn fordampes det bare fra hav. Grunnvann er med som et blindspor i kretsløpet på 8. og 9.årstrinn, unntatt Matrix 9 (figur 9) der det ikke er med. Halvparten av tegningene har sol med stråler som representerer energi til jorda. Flere tegninger mangler oppholdsstedene snø/isbre, planter og dyr. I alle bøker står tegning og tekst i et symbiotisk forhold – de utfyller hverandre.

4. Brukervennlighet: På 3. og til dels 6./7.årstrinn har tekstene mange begreper som er nye og kan være vanskelige selv om forklaringen er tilpasset alderen. Det er mindre, nesten for lite, "nytt" på 8. og 9.årstrinn. Alle tekstene er en meget komprimerte, stort sett endimensjonale fremstillinger av noe svært komplekst. I flere bøker kan de sammensatte tekstene egne seg til individuelt arbeid, mens resultatet kan bli en relativt naiv forståelse av vannets kretsløp i andre. En lærerstyrt klassesamtale og gode aktiviteter er et nesten nødvendig supplement til de sammensatte tekstene på alle årstrinn.

De enkelte lærebøkene

Det som er felles, gjentas ikke.

Cumulus 3

2. Tekstens faglige innhold: Teksten står i kapittelet *Meteorologi*. Den forklarer flere grunnleggende begreper i vannets kretsløp. Begrepet «damp» brukes udifferensiert både om den usynlige gassfasen og om den synlige væskefasen (sky). Begrepet «sky» blir uklart fordi det forklares gjennom begrepet

«damp». Utsagnet om at skyene «blir til vanndråper» bidrar til uklarheten. Skyer er mikroskopiske vanndråper. Teksten har også en faglig feil: «... skyene blir kaldere. Skyene blir til vanndråper, og det begynner å regne. Om vinteren når det er kuldegrader, fryser vanndråpene til snø.» All nedbør hos oss starter som snø selv om sommeren. Uten å bruke begrepsordet, er prosessen «fordampning» forklart på tilpasset nivå. Prosessen videre («kondensasjon») til sky er verken beskrevet eller forklart. Det forventes imidlertid ikke prosessene «nedbørsutløsning», som gjør skydråper til regndråper, omtales på dette årstrinnet. Teksten beskriver ikke hele kretsløpet, men stopper med nedbør, mens tegningen (figur 3) har også en elv som bringer vannet til havet igjen.

3. Illustrasjoner: Ok, bortsett fra at regnet faller mot vindretningen.

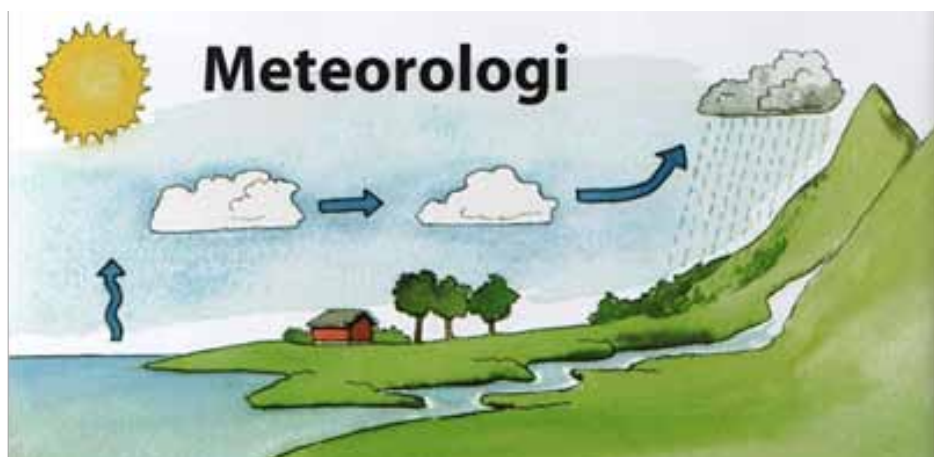
Gaia 3

2. Tekstens faglige innhold: Teksten står i det store kapittelet *Været*. Teksten forklarer noen få grunnleggende begreper i vannets kretsløp. Uten å bruke begrepsordene, er prosessene «fordampning», «kondensasjon» og «nedbørsutløsning» forklart tilpasset nivået. «Vanndamp er lettere enn luft. Derfor stiger den høyt til værs» er en alternativ forestilling. Vann har riktig nok laver molekylvekt enn luft, men når det dannes konvektive skyer, stiger hele luftpakken til værs, ikke bare vannmolekylene. Teksten forklarer ikke hvorfor skyene flytter seg, og skyene blir ikke presset oppover av fjellet (orografi) verken i teksten eller på tegningen (figur 4).

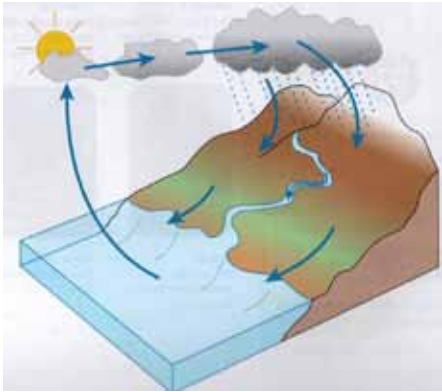
Yggdrasil 6

1. Språklige framstilling: Som de andre bøkene veksler teksten mellom å være forklarende og beskrivende, men her etterfølges den av en fin, liten narrativ tekst *Med vannet på reise*.

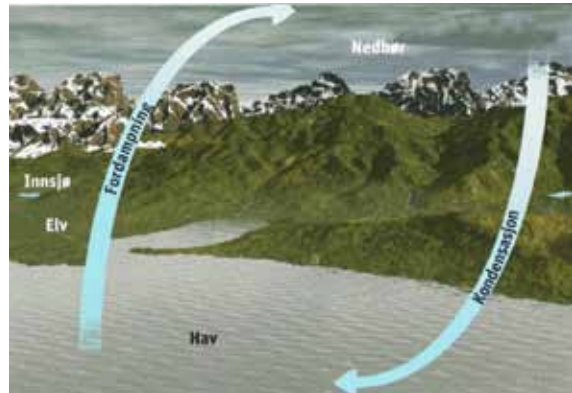
2. Tekstens faglige innhold: Teksten står i det store kapittelet *Alle snakker om været*. Begrepene til vannets kretsløp videreutvikles fra Cumulus 3. Begrepene «nedbør», «fordampe» og «kondensere» defineres i egen faktaboks og brukes tilpasset årstrinnet. Det gjelder også «nedbørsutløsning» uten å innføre begrepsordet – og her starter nedbør som snø! Eneste element utover det tradisjonelle fra 3.årstrinn, er grønne planters bidrag til fordampningen. *Med vannet på reise* går innom både dyr og planter.



Figur 3. Cumulus 3.



Figur 4. Gaia 3.



Figur 5. Yggdrasil 6.

3. Illustrasjoner: Figuren 5 er et databilde som viser elementene fra teksten. Inni en stor pil fra havoverflaten til skyene står det «Fordampning», og i pila tilbake står det «Kondensasjon». Dette stemmer overhode ikke med den korrekte teksten. For å gi riktig mening bør bildet derfor gjennomgå av læreren. Tegningen (perspektivisk) til *Med vannet på reise* viser regn fra en sky ned i en bekk der det står et reinsdyr og drikker.

4. Brukervennlighet: Tekstenes tilpasning til aldersgruppen synes god. Problemet er at bildet kan støtte alternative forestillinger for elever som skal arbeide individuelt.

Gaia 7

1. Språklige framstilling:

Det meste av teksten står som faktabokser i tegningen (klippet bort i figur 6).

2. Tekstens faglige innhold:

Teksten står i det store kapittelet *Vær og klima*. Her møter elevene alle de grunnleggende begrepene i flere sammenhenger før de knyttes sammen i vannets kretsløp. Derfor fungerer teksten i faktaboksene utmerket selv om de er komprimert. Det er god videreutvikling fra Gaia 3. Begrepene «fordamper» og «kondenserer» brukes godt tilpasset årstrinnet. Det gjelder også «nedbørtløsning» uten å innføre begrepsordet. Ett lite minus er at nedbøren kan starte både som regn og snø i skyene. Et element i videreutviklingen er at «vannet samler seg i bakken, i planter og i elver og vann», men det sies ikke noe om hvordan vannet kommer videre fra bakken og planter (kretsløp?). Teksten, sett i konteksten vær og klima, er godt grunnlag for videre læring. Emnet har en merkelig ingress: «Vind, vanddamp og ulik temperatur i atmosfæren får vannet til å rase rundt i en evig runddans. Denne runddans kalles vannets kretsløp.» Dette gir et helt feil inntrykk av årsaken og tidsaspektet til vannets kretsløp.

3. Illustrasjoner:

Tegning (figur 6) er perspektivisk og har hovedtrekk fra Gaia 3 (figur 4), men med piler fra faktabokser. Det gjør at sammenhengen mellom tegning og tekst blir meget god.

4. Brukervennlighet:

God! Figuren med faktabokser bør fungere ved individuelt arbeid.

Tellus 8

2. Tekstens faglige innhold: Teksten er et lite avsnitt under *Klima – nedbør og temperatur* i det store kapittelet *Økologi – samspillet i naturen*. Konteksten er meget relevant. Teksten og den fyldige figurteksten er enklere enn i Yggdrasil 6. Tekstene bidrar til å utvikle forståelsen av vannets kretsløp som element i den abiotiske delen av økosystemet.

3. Illustrasjoner: Tegningen (figur 7) er todimensjonal, og «utvider» vannets kretsløp til også å omfatte «grunnvann». Piler viser at vann synker inn i grunnvannet, men ikke ut (kretsløp?). En fyldig figurtekst supplerer tegningen og teksten. Tilsammen bør dette gi en god utvikling av prosessene i vannets kretsløp.

4. Brukervennlighet: De relativt enkle tekstene og en tydelig tegning bør fungere ved individuelt arbeid.

Eureka 8 og 9

1. Språklige framstilling: I 9 starter avsnittet narrativt og fortsetter forklarende og beskrivende.

2. Tekstens faglige innhold: I 8 er vannets kretsløp nevnt i én setning i forbindelse med andre stoffkretsløp (C, N, O, P, S). I 9 står avsnittet i kapittelet *Vann – et livsviktig stoff*. Kapittelet handler mer om kjemi enn liv. Supplert med en fyldig bildetekst, utgjør avsnittet en summarisk beskrivelse av kretsløpet. Dette er den eneste boka som nevner at vannets kretsløp er «transport av energi [som] har stor betydning for klimaet på jorda». Det er også den eneste teksten som bruker begrepet «vanmolekyl» i teksten om vannets kretsløp, men det har ingen funksjon i forklaringen.

3. Illustrasjoner: Tegning (figur 8) er todimensjonal, har mange relevante elementer, er tydelig og med tekst. «Fordamping» er feilplassert midt mellom himmel og jord/vann/hav. Piler viser at vann synker inn i grunnvannet, men ikke ut (kretsløp?). Teksten, sammen med tegningen, er godt grunnlag for oppgaver og klassesamtale om vannets kretsløp – også i en kjemi- eller økologikontekst, der kompleksiteten og helheten kan videreutvikles fra Gaia 7.

4. Brukervennlighet: Tekstene og tegningen kan synes enkel for elever på 9.årstrinn. Den kompleksiteten og helheten i vannets kretsløp som tegningen og teksten spiller opp til, vil neppe elvene forstå hvis det overlates helt til individuelt arbeid.



Figur 6. Gaia 7. Bildet er beskåret for å ta bort tekstbobler.



Figur 7. Tellus 8.

Matrix 8

2. Tekstens faglige innhold: Teksten står i kapitlet *Vann* i en geografikontekst. Teksten gir et enkelt, men mer fullstendig bilde av vannets kretsløp enn de andre bøkene. Som eneste bok brukes og defineres begrepet ”vannmagasinene” gjennom oppramsing av åtte oppholdssteder. Disse finnes også på tegningen (figur 9).

3. Illustrasjoner: Tegning er en perspektivisk akvarell som også skiller seg fra de andre (figur 3-10) ved å ha et kunstnerisk snitt: Den ene skya blåser på den andre som smiler og lar det regne på fjellet. Dette kan støtte animistiske forestillinger (Piaget, 1927), men slike finnes neppe på 8.årstrinn. Tegningen har mange relevante elementer og god sammenheng med teksten. Dette burde være godt grunnlag for integrasjon av kunnskap fra naturfag og videre læring i begge fag.

4. Brukervennlighet: Teksten egner seg bedre til individuelt arbeid enn flere av de andre bøkene.

Underveis 8

2. Tekstens faglige innhold: Testen står i kapitlet *Atmosfæren – lufthavet rundt jorda*. Dette er godt grunnlag for videre læring i Underveis 9, bortsett fra at teksten påstår: «Når den fuktige luften blir avkjølt, faller vannet ned igjen som nedbør». Det korrigeres på tegningen (figur 10) som viser at fuktig luft som stiger, blir til «Skyer». Det påstås at «det er sola som holder det hele i gang», i og for seg riktig, men det burde stått «solenergien holder det hele i gang».

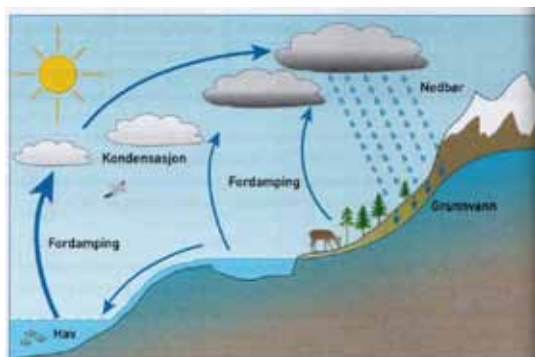
3. Illustrasjoner: Tegning er perspektivisk, med tekst. «Fordampning» er plassert i luften, ikke der det skjer. Begrepsordet «kondensering» brukes verken i tekst eller tegning. Tegningen viser ikke hvor vannet synker inn i grunnvannet (beskrevet i teksten), men det beveger seg ut mot innsjøen. Tegningen gir vannets kretsløp et mindre «lokalt» preg enn de andre (figur 3-10).

4. Brukervennlighet: Teksten og tegningen er enkel, og bør egne seg for individuelt arbeid der eleven også kan trekke inn sine naturfaglige kunnskaper.

Underveis 9

2. Tekstens faglige innhold: Testen står i kapitlet *Vann – den viktigste ressursen på jorda*. Første avsnitt er nærmest en kopi fra Underveis 8. Neste avsnitt beskriver noen av vannets oppholdssteder i kretsløpet. De to siste avsnittene viser eksempler på hvordan tilførsel av ferskvann fra vannets kretsløp, er en ressurs på jorda.

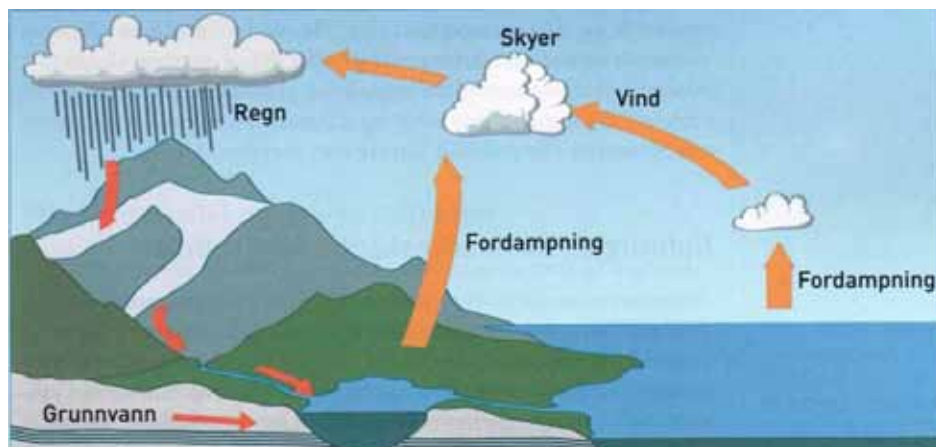
3. Illustrasjoner: Som i Underveis 8.



Figur 8. Eureka 9.



Figur 9. Matrix 8.



Figur 10. Underveis 8;9.

4. Brukervennlighet: Tekst og tegning bør kunne brukes ved individuelt arbeid.

USGs figur 1 og beskrivelse viser vannets kretsløp som en stor og kompleks teori, på et nivå som langt på vei burde være oppnåelig i løpet av grunnskolen. Forklarende og beskrivende tekster dominerer naturlig nok når denne teorien skal introduseres og videreutvikles. Narrative tekster kan, som to bøker viser, supplere teorien så den blir enda mer interessant for alle, og mindre teoritungt for de som sliter med fysikken. Millar og Osborne (1998:13) anbefaler sterkt: "Science education should make much greater use of ... the narrative form".

Allerede fra 3.årstrinn prøver tekstene og tegningene å gi inntrykk av å formidle helheten - tilpasset årstrinnet. Analysen viser imidlertid at elevene også på senere årstrinn får en meget begrenset helhet der tidsaspektet synes kort og romligheten relativt lokal. Tegningene viser ofte flere oppholdssteder for vann enn det som omtales i tilhørende tekst. Det som skjer i atmosfæren og jordoverflaten med elver, vann og hav, behandles stort sett tilfredsstillende - tilpasset årstrinn. Dette kan knyttes direkte til elevenes egne erfaringer. Is/snø er utelatt i tekstene og noen av tegningene. Planter og dyr er knapt nevnt noe sted, men er på noen tegninger. Respirasjon og fotosyntese nevnes ikke. Det som skjer i bakken og med grunnvann er også meget mangelfullt behandlet selv på 8./9.årstrinn i geografi. Energien fra sola som driver kretsløpet, er nevnt i noen få tekster. Bare én bok forklarer hvordan vannets kretsløp også er transport av energi mellom oppholdsstedene. De sammensatte tekstene i naturfag på 8./9.årstrinn formidler altså langt fra den helheten og kompleksibiliteten som USGs figur 1 og beskrivelse viser. Til å være "a big idea in science" er vannets kretsløp viet alt for lite plass. Det kan skyldes at vannets kretsløp ikke er nevnt i kompetansemålene for naturfag. Vannets kretsløp er imidlertid kompetansemål i geografi (samfunnsfag). Her kan plasseringen i en geografisk kontekst, rettferdiggjøre at formidlingen av helheten og kompleksibiliteten som "a big idea in science", ikke er hovedfokus. Selv om forlagene bruker fagkonsulenter, har det sneket seg inn noen unøyaktigheter, feil, alternative forestillinger og overforenklinger. Noe kan skyldes ønsket om å forenkle stoffet og få det inn på begrenset plass.

Kompetansemål etter 10.årssteget i samfunnsfag, «fortelje om ... krinsløpet til vatnet» (ibid.:124), representerer sluttkompetansen i grunnskolen. Verbet «fortelje» signaliserer kompetanse på mellomste nivå i den verblisten som ble brukt i utforming av kompetansemålene i alle fag i Kunnskapsløftet (Utdanningsdirektoratet). Rønning (2008:157) mener kompetansemålet ligger på laveste nivå og er et rent kunnskapsmål. Middels eller lavt – «fortelje» er på samme nivå som «forklare» i verblisten. I *Kjennetegn på måloppnåelse* (Naturfagsenteret) er «forklare enkle sammenhenger» lavt måloppnå-

else, mens «forklare relevante sammenhenger» er høy måloppnåelse. Rønning peker på læreverkets nettsted og lærerens ressursperm som læreren kan trekke veksler på i sin undervisning for å supplere læreboka. Det kan bety at hun mener det ikke er nok å reproducere lærebøkens begrensede forståelse for å vise høy måloppnåelse.

KONKLUSJON

Teorien om vannets kretsløp er en av “big ideas in science”. Forfatterne av naturfagbøkene må krediteres for at de introduserer og videreutvikler denne teorien selv om den ikke er kompetansemål i naturfag, bare i samfunnsfag etter 10. årstrinn. Årsaken kan være at naturfagbokforfatterne ønsker å sette kunnskapen om enkeltstående vær fenomener og fysiske prosesser inn i en større kunnskapsstruktur. Vannets kretsløp har dessuten god tradisjon i naturfag. Emnet introduseres allerede på 3. årstrinn i naturfagbøkene. Det er en viss faglig progresjon når elevene møter det igjen på 6./7. i naturfag. Emnet kommer igjen i 8/9. årstrinn både i naturfag- og geografibøkene, fortsatt med noe faglig progresjon. Tilpasningen til årstrinnene synes adekvat fram til 6./7. årstrinn. På 8./9. årstrinn kunne elevene tålt større faglige utfordringer og en klar integrasjon mellom geografifaglig og naturfaglig kunnskap som er nødvendig for å få frem kompleksiteten og helheten i teorien. Vannets kretsløp er ikke nevnt i kompetansemål på videregående skole VG1, så utviklingen av den helhetlige forståelsen kan stoppe i grunnskolen.

Slik vannets kretsløp er presentert i lærebøkene kan det være grobunn for forestilling om vannets kretsløp som relativt lokalt, nesten endimensjonalt – mellom atmosfæren, elver, vann og hav, og det bruker kort tid på en runde. Hvis ikke elevenes individuelle arbeid med lærebøkene suppleres av lærernes undervisning, kan resultatet bli at elevene går ut av grunnskolen med en naiv forståelse av vannets kretsløp.

REFERANSER

- Agelidou, E., Balafoutas, G., & Gialamas, V. (2001). Interpreting how third grade junior high school students represent water. *Environmental Education and Information*, 20(1), 19-36.
- AMS (n.d.). Project Atmosphere. Retrieved December 20, 2011, from http://www.ametsoc.org/am-sedu/project_atmosphere.html
- Water in the Earth System. Retrieved December 20, 2011, from <http://www.ametsoc.org/am-sedu/wes/home.html>
- Andersson, B. (2001). *Elevers tänkande och skolans naturvetenskap*. Stockholm: Skolverket.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology. A Cognitive View*. Second Edition. Holt, Rinehart and Winston, New York, Chicago, San Francisco, Dallas, Montreal, Toronto, London, Sydney.
- Bar, V. (1989). Children's Views about the Water Cycle. *Science Education*, 73(4), 481-500.
- Bar, V., & Travis, A.S. (1991). Children's Views Concerning Phase Changes. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 363-382.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005a). A Study of Junior High Students' Perceptions of the Water Cycle. *Journal of Geoscience Education*, 53(4), 366-373.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2005b). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science teaching*, 42(5), 518-560.
- Ben-Zvi Assaraf, O., & Orion, N. (2010). *Journal of Research in Science teaching*, 47(5), 540-563.
- Birkenes, J. & Østensen, U.E.S. (2006). *Underveis 8. Geografi*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Birkenes, J. & Østensen, U.E.S. (2007). *Underveis 9. Geografi*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Bjørndal, B. (1982). Et studium i lærebøkens didaktikk. Prosjekt: Lærebøkene og skolens innhold. Rapport nr.1. Oslo: Pedagogisk forskningsinstitutt, Universitetet i Oslo.

- Bjørshol, S., Lie, S., Røine, W.H., & Vedum, T.V. (2007). *Cumulus 3. Naturfag og samfunnsfag*. Oslo: H.Aschehoug & Co. (W.Nygaard).
- Boesdorfer, S., Lorsbach, A., & Morey, M. (2011). Using a Vicarious Learning Event to Create a Conceptual Change in Preservice Teachers' Understanding of the Seasons. *Electronic Journal of Science Education, 15*(1), 1-14.
- Cardak, O. (2009). Science Students' Misconceptions of the Water Cycle According to their Drawings. *Journal of Applied Sciences, 9*(5), 865-873.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and Paradigms: a Review of Literature Related to Concept Development in Adolescent Science Students. *Studies in Science Education, 5*, 61-84.
- Ekeland, P.R., Johansen, O.-I., Strand, S.U., & Rygh, O. (2006). *Tellus 8. Naturfag for ungdomstrinnet*. Oslo: H. Aschehoug & Co. (W.Nygaard).
- Frøyland, M., Hannisdal, M., Haugan, J., & Nyberg, J. (2006). *Eureka 8. Naturfag*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Gran, K. & Nordbakke, R. (2009). *Yggdrasil 6. Naturfag for barnetrinnet*. 2.utgave. Oslo: H.Aschehoug & Co. (W.Nygaard).
- Grønmo, L.S., & Onstad, T. (Red.) (2009). Tegn til bedring. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007, Oslo: Unipub.
- Hannisdal, M., Haugan, J., & Munvik, M. (2007). *Eureka 9. Naturfag*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Hansen, P.J.K. (1996). "Alle snakker om været..." En teoretisk og empirisk undersøkelse av grunnskolelens undervisning i vær og klima og elevenes forståelse av emnet. HiO-rapport 1996 nr.4. Oslo: Høgskolen i Oslo.
- Harlen, W. (Red.) (2010). *Priciples and big ideas of science education*. Hatfield: ASE.
- Henriques, L. (2002). Children's Ideas about Weather: A Review of the Literature. *School Science and Mathematics, 102*(5), 202-215.
- Holm, D., Jensen, I.K., Johnsrud, M., Langholm, G., Spilde, I., Utklev, A.-E., & Bungum, B. (2006). *Gaia 3. Naturfag og samfunnsfag*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Jünge, Å. (2005). Lærebokvurdering. I R. Mikkelsen & J.P. Sætre (Red). *Geografididaktikk for klasserommet* (s.113-125). Kristiansand: Høgskoleforlaget.
- Kali, Y., Orion, N., & Eylon, B.-S. (2003). Effect of Knowledge Integration Activities on Students' Perception of the Earth's Crust as a Cyclic System. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(6), 545-565.
- Karlsen, O.G., & Holgersen, T. (2006). *Matrix 8. Geografi*. Oslo: H.Aschehoug & Co. (W.Nygaard).
- King, C.J.H. (2010). An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education, 32*(5), 565-601.
- Knain, E. (2000). *Naturfag mellom linjene. Hvordan kan ideologier i naturfag se ut, og hvordan finne dem?* Tønsberg: Høgskolen i Vestfold.
- McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. I D. Gentner & A.L. Stevens (Red.). *Mental models*. (s.299-324). Hillsdale and London: Lawrence Erlbaum.
- Millar, R. & Osborne, J. (Red.) (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.
- Mintzes, J.J. (1984). Naive theories in biology: Children's concepts of the human body. *School Science and Mathematics, 84*(7), 548-555.
- Mork, S.M., & Erlien, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Naturfag (2005): Vannets kretsløp på vinduet. *Naturfag, 1*(1), 12.
- Naturfag.no (n.d.). Vannets kretsløp. Retrieved December 20, 2011, from http://www.naturfag.no/_ungdom/forsok/vis.html?tid=729961
- Naturfagsenteret (n.d.) Kjennetegn på måloppnåelse. Retrieved December 20, 2011, from <http://www.naturfag.no/binfil/download.php?did=3888>
- Nergård, T. (1994). Hvor er det blitt av naturfagene på barnetrinnet? En undersøkelse av o-fag i 4.-6. klasse. Oslo: Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet, Senter for lærerutdanning og skoletjeneste, Universitetet i Oslo.

- Nordskog, E. (2008). *Kunnskapsløftet: et løft for lærebøker i geografi: en studie av tre lærebøker i geografi og hvordan de reflekterer Kunnskapsløftet*. Trondheim: NTNU.
- Orion, N., & Ault, C.H. Jr. (2007). Learning Earth Science. I S.K. Abell & N.G. Lederman (Red.). *Research on Science Education*. (s.653-687). New Jersey/London: Lawrence Erlbaum Associates.
- Piaget, J. (1927). *La causalité physique chez l'enfant*. Oversettelse (1930): *The Child's Conception of Physical Causality*. London: Kegan Paul, Trench, Trubner & Co.LTD, New York: Harcourt Brace & Company.
- Roberts, D.A. (1998). Analyzing School Science Courses: The Concept of Companion Meaning. I D.A. Roberts & L. Östman (Red.). *Problems of Meaning in Science Curriculum* (s.5-12). New York: Teachers College Press.
- Rønning, W. (Red.) (2008). Læreplan, læreverk og tilrettelegging for læring. Analyse av læreplan og et utvalg læreverk i naturfag, norsk og samfunnsfag. NF-rapport nr. 2/2008. Bodø: Norlandsforskning.
- Sjøberg, S. (n.d.). Droplines-resultater. Upublisert.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse*. 3.utgave. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Spilde, I., Christensen, A., & Bungum, B. (2008). *Gaia 7. Naturfag*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Sætre, P.J. (2009). Geografi i tekst og bilde: En studie av geografibøker for ungdomsskolen fra Norge, Sverige, Danmark og Finland. Trondheim: NTNU.
- Taiwo, A.A., Ray, H., Motswiri, M.J., & Masene, R. (1999). Perceptions of the water cycle among primary school children in Botswana. *International Journal of Science Education*, 21(4), 413-429.
- TIMSS (n.d.). Retrieved December 20, 20011, from http://www.timss.no/oppgaver/2007_naturfag_4.pdf, http://www.timss.no/oppgaver/2007_naturfag_8.pdf
- UCAR (n.d.). The water Cycle. Retrieved December 20, 2011, from http://www.UCAR.edu/learn/1_1_2_4t.htm, <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclenorwegian.html>
- USGS (n.d.). Retrieved December 20, 2011, from <http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle.html>
- Utdanningsdirektoratet (2006). Læreplanverket for kunnskapsløftet. Oslo: Utdanningsdirektoratet.
- Utdanningsdirektoratet (n.d.) ... forenklete versjoner av Blooms kunnskapsstige og Simpsons ferdighetsstige. Upublisert.