

”Dynamic Content Manager”- en grafbasert læringsmodell utprøvd i matematikkundervisning

Kristin Ran Choi Hinna

Avdeling for lærerutdanning, Høgskolen i Bergen (HiB), kristin.hinna@hib.no

Grete Oline Hole

Avdeling for helse- og sosialfag, HiB, grete.oline.hole@hib.no

Terje Kristensen

Avdeling for ingeniørutdanning, HiB, terje.kristensen@hib.no

Yngve Lamo,

Avdeling for ingeniørutdanning, HiB, yngve.lamo@hib.no

Sigvat A. H. Eide,

Masterstudent, Institutt for Informatikk, UiB

Sammendrag

En ny modell for e-læring, DCM-modellen, presenteres i denne artikkelen. Det vises hvordan denne modellen kan anvendes i videreutdanning i matematikk. DCM-modellen er en e-læringsmodell som er en videreutvikling av begrepskart. Gjennom et design-eksperiment viser vi hvordan studentenes begrepsforståelse utvikles gjennom kurset. Dette dokumenteres gjennom ulike evalueringsformer og studenters utforming av egne begrepskart før og etter innføringen i et emne. Den praktiske gjennomføringen er gjort ved bruk av et kommersielt LMS. Tilslutt drøftes styrke og svakhet ved DCM-modellen i forhold tradisjonelle LMS.

Nøkkelord

DCM-modellen, begrepskart, e-læring, LMS, fleksibel læring.

Innledning

Undervisning har som formål å fremme læring, dvs. fremme varige og stabile endringer i den lærendes kognitive strukturer. I denne artikkelen presenteres en metode for å strukturere og modellere læringsprosesser. Målet ved å innføre modellen er å bidra til meningsfull læring. E-læring vektlegges stadig mer innen høyere

utdanning. Forskjellige Learning Management System¹ (LMS) er i bruk for å organisere lærestoffet innen alle utdanningsnivå (UFD, 2004). LMS er primært utviklet med tanke på bruk innen studieadministrasjon og karakteriseres ved at læringsprosessen blir ”sturt” av den rigide oppbygningen av systemene (Li og Toska, 2007; Hoem, 2009). Studenten ”tvinges” til å følge faglærers presentasjon av lærestoffet som en ”guided tour”².

Det er behov for å utvikle fleksible læringsmodeller der lærestoffet blir tilpasset den enkelte bruker. Ved bruk av e-læringsystemet ’Dynamic Content Manager’ (DCM) (Kristensen, Hinna, Hole & Lamo, 2007) kan studenten velge læringsressurser ut fra sine læringsbehov, i tråd med ”torgmodellen’s (Grimstad modellen)”³ prinsipper for nettbasert læring. En slik tilnærming fører til en gradvis oppbygning av studentens kognitive forståelse (Novak & Canãs, 2006/08). DCM gir også faglærer mulighet til å modellere, organisere og gjenbruke læringsstoffet på en formålstjenlig måte.

Ved Høgskolen i Bergen, Institutt for data- og realfag, har man over tid arbeidet med å implementere DCM-modellen som et webbasert system (Bottu, 2007; Tekle, 2007). Uprøvingen er et samarbeid mellom Avdeling for lærerutdanning, Avdeling for helse- og sosialfag og Avdeling for ingeniørutdanning. Dette er gjennomført som et ”single case study” (Stake, 2000) utformet som et ”Design-Experiment” (Brown, 1992). Eksperimentet illustrerer hvordan DCM-modellen tilrettelegger for fleksibel læring. Studenten gjennomgår lærestoffet i matematikk på en dynamisk måte ved hjelp av en ”læringssekvens” i LMS’et. Læringspotensialet ved en slik tilnærming blir belyst gjennom studentenes fremstilling av matematiske begreper i form av begrepskart utformet før og etter arbeidet med emnet (Novak & Canãs, 2006/08).

I artikkelen viser vi hvordan DCM-systemet kan brukes til å forbedre læringsprosesser hos studenter. Innføring av modellen begrunnes i forhold til kognitiv læringsteori. Deretter gis en kort oversikt over strukturen til DCM-modellen, før den blir prøvd ut i praksis. Til slutt drøftes erfaringer fra caset i forhold til DCM-systemets egenskaper.

Læringsteori

En stor del av dagens læringsteori befinner seg i stor grad innenfor et *konstruktivistisk* paradigme der den lærende danner sin egen forståelse av begreper ved å innpasse dem i eksisterende mentale strukturer. En slik tilnærming er inspirert av

¹ Det er mange begrep i bruk her: Learning Management System, (LMS), ”Virtuelle klasserom”, læringsplattform etc.

² ”Guided tours”: Læringsdesign for nettbasert læring som følger på forhånd utvalgte lenker gjennom et planlagt læringsforløp til ønsket mål. Slik unngår man at studenter klikker på lenker underveis og ”går seg vill i Cyberspace” (Staupe, 2001).

³ Torg-analogien kommer fra Telenor-skolen i pedagogisk programdesign i Grimstad. Den er kjennetegnet med at alt lærestoff på internett er presentert tilgjengelig for studentene, som varer lagt frem på et torg (Staupe, 2001; Arnfast, 2000).

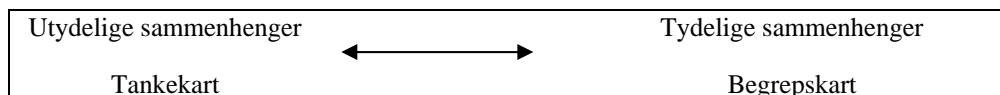
students tilnærming til begrepet ”geometri”. Vi legger merke til studentens manglende koblinger mellom assosiasjonene. Ved første øyekast kan dette forveksles med et *begrepskart*.

Begrepskart er et redskap for organisering og representasjon av kunnskap (Novak & Canās, 2006/2008). Det har en grafisk framstilling der enkeltord representerer *begrep*, *linjer* representerer forbindelsene mellom begrepene og *lenkeord* knyttes til linjene for å spesifisere relasjonen mellom begrepene. Begrepskartet visualiserer en persons kunnskapsstruktur i form av et nettverk som synliggjør den kognitive strukturen.

Begrepskart skiller seg fra tankekart ved at begrepene settes i forhold til hverandre. Studentene sin tilegnelse av ny kunnskap (assimilasjonen) blir synliggjort ved fremstilling av begrepenes innbyrdes struktur (Grevholm, 2005). Innføring av begrepskart har utløst forskning knyttet til hvordan de kan anvendes i læring og læringsarbeid (Novak & Canās, 2006/2008). Slike kart kan gi innsikt i hvordan undervisningen kan tilpasses til studentenes ulike læringsstiler (Dunn & Griggs, 2004) for å fremme meningsfull læring. Et begrepskart er et speilbilde av studentens kognitive strukturer innenfor et gitt område og gir innsikt i studentens forståelse, som et ”vindu mot studentens tenkning” (Kinchin & Alias, 2005, s. 574).

Begrepskart kan nyttes som et meta-kognitivt verktøy for å øke forståelsen av hvordan nytt fagstoff integreres i eksisterende strukturer (Hay & Kinchin, 2008; Wiley, 2000; Novak & Canās, 2006/2008). I caset utformer studentene begrepskart før og etter bearbeiding av lærestoffet. På denne måten benyttes begrepskart for å dokumentere studenters kunnskapsbygging.

Tankekart og begrepskart kan representeres som to ulike posisjoner langs en akse. Desto bedre begrepskart en student er i stand til å utforme, jo større forståelse har han av de indre sammenhengene i emnet.



Figur 2: Sammenhengen mellom tankekart og begrepskart.

Strukturen til et godt begrepskart er vanskelig å definere. Det er en subjektiv oppfatning av hvordan kunnskap best kan organiseres. Selve begrepskartet kan tillegges mange ulike didaktiske aspekter. For studenter kan det være vanskelig å se sammenhenger mellom matematiske begreper, se figur 1. Et begrepskartet kan nyttes som et hjelpemiddel for å tilegne seg en helhetlig forståelse. Det kan også være en måte for studenter å ”selvdiagnostisere” sine læringsbehov. Bruk av begrepskart kan også være til hjelp for å oppsummere, repetere og bevisstgjøre fagkunnskap.

Begrepskartets utforming påvirkes ofte av utenforliggende faktorer. Fagets egenart, målformuleringer og faglærers strukturering og presentasjon av fagstoffet kan på-

virke studentens forståelse av begreper. Tradisjonelle LMS legger føringer på faglærers fremstilling av stoffet (Håland, 2007). DCM-modellen viderefører ideen bak begrepskartet som et metakognitivt verktøy.

DCM-modellen

DCM-modellen har som formål å legge til rette for mer hensiktsmessige læringsprosesser. Den gjør det mulig å organisere læringsstoffet i atomiske kunnskaps-elementer. Pedagogen bygger opp hver enkelt læringssekvens eller kurset ved å presentere kunnskapselementene på en formålstjenlig måte. Kunnskapselementene og kurs kan senere gjenbrukes i andre undervisningstilbud. Kunnskapselementene består av henholdsvis Ressurser (R) og Evaluering og vurdering (E) og kan importeres fra eksisterende læringsmateriell, eksempelvis fra bøker og nett-steder. Modellen representerer kunnskapsstrukturer (Knowledge Maps) og ulike lærings-scenarier (Learning Maps). Etter at studenten har arbeidet seg gjennom en sekvens, vil læringsstien vises som et studentkart (Student Map). Organisering av lærestoffet åpner for tilrettelagt læring, det vil si en læringsprosess som er tilpasset deling og gjenbruk av læringsressurser.

”Dynamic Content Model” for e-læring ble introdusert ved Høgskolen i Bergen (Kristensen, Lamo, Mughal, Tekle & Bottu, 2007). DCM-systemet er i dag under utvikling. I caset har vi gjennomført DCM’s prinsipper for dynamisk presentasjon av lærestoff ved hjelp av en ”læringssti” i et tradisjonelt LMS (Kristensen, Lamo, Hole & Hinna, 2009).

Dynamisk innholdsorganisering

Begrepskart er velegnet for representasjon av kunnskapsstrukturer, men understøtter ikke de dynamiske aspekter ved læringsprosessen. DCM-systemet er oppbygd av atomiske kunnskapselementer som gjøres tilgjengelige for gjenbruk i ulike kurs. Ressurser for læringsarbeid, øvinger og evalueringer er knyttet til det enkelte kunnskapselement. Disse importeres fra eksisterende læringsmateriell *og kan anvendes i nye kurs*.

Ved bruk av DCM-modellen vil pedagogen kunne dele lærestoffet opp i små enheter. Digitale læringsressurser som tekster, illustrasjoner, videosnutter gjøres tilgjengelig for brukerne. Modellen har innebygd vurderingsverktøy for evaluering av hvilke kunnskaper studenten har tilegnet seg. Dette kan gjennomføres ved hjelp av tester, flervalgsquiz eller kontrollspørsmål.

Enhetene organiseres i *Kunnskapskart, Læringskart og Studentkart*. *Kunnskapskartet* gir en oversikt over alle tilgjengelige ressurser og sammenhengen mellom

disse. *Læringskartet*⁴ uttrykker den didaktiske strukturen som brukes i et kurs. *Studentkartet* representerer kunnskapen til hver enkelt student som følger et kurs. Det gir et bilde av studentens læringsprogresjon og resultater (Eide, Kristensen & Lamo, 2008; Kristensen & al., 2007).

De enkelte kurs er beskrevet ved Lærings- og Studentkart. Læringskartet er analogt til et begrepskart der ressurser og evalueringer representerer begrep. Relasjonene mellom dem er gitt ved rekkefølgen av kursmaterialet. Progresjonen kan være fastlåst eller valgfri, avhengig av hvilke forkunnskaper som forutsettes, og hvordan læreren planlegger undervisningen. Studentkartet er speiling av læringskartet til den enkelte student. Det blir oppdatert på grunnlag hvilke av ressurser studenten har brukt og oppnådde resultater på evalueringer. Etter avsluttet læringssekvens kan pedagog og student bruke studentkartet til refleksjon over læringsutbyttet.

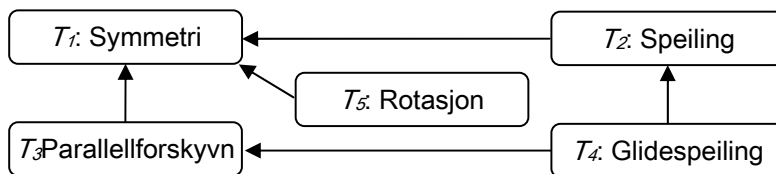
Kunnskapskartet er en abstraksjon av læringskartene i systemet. Her samles ressurser og evalueringer som omhandler samme tema til konsepter. Sammenhengene mellom ressurser og evalueringer fra forskjellige konsepter blir representert som en relasjon mellom de aktuelle konseptene i kunnskapskartet. Dette kartet fremstiller kunnskapen i systemet og tillater lærere å opprette nye kurs ved enkel gjenbruk av materialet (Eide & al., 2008).

Kunnskapsenheter

Kunnskapskartet består av kunnskapsenheter, og hver enhet kan inneholde flere ressurser og evalueringer. Systemet holder rede på forandringer læreren har gjort etter hvert som atomiske enheter blir skapt, modifisert eller brukt om igjen. På denne måten etableres en abstrakt representasjon av kunnskapsområdet som kan gir detaljert informasjon om fagområdet.

Kunnskapskart

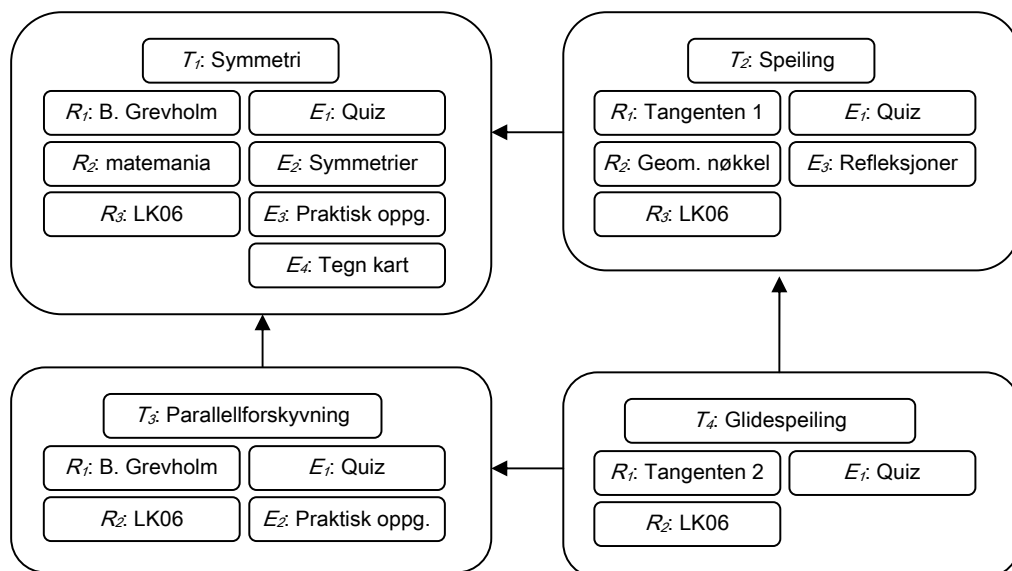
Kunnskapselementene organiseres i et Kunnskapskart som gir oversikt over tilgjengelig informasjon uten unødvendige detaljer.



Figur 3: Et eksempel på et Kunnskapskart hvor kunnskapsenheten er merket Tema (T) 1-5.

⁴ Læringskartet består av enheter fra kunnskapskartet hvor sammenhenger mellom enhetene i læringskartet kan gjenfinnes i kunnskapskartet. Dette kan formaliseres ved hjelp av begrepet delgraf.

Når en lærer har valgt ut emnene som brukes i kurset, finner hun mer detaljert informasjon ut fra det som er gjort tidligere. Etterhvert som nytt materiell utvikles, inkluderes det i Læringskartet i det aktuelle kurset. Det inkluderes automatisk i Kunnskapskartet for fremtidig bruk. Et eksempel på et Kunnskapskart innen geometri vises i figur 3 og 4.



Figur 4: Eksempler på noen av Kunnskapsenhetene fra kartet i Figur 3, hvor enhetene er ”blåst” opp slik at en kan studere deres indre struktur. Rotasjonsenheten er droppet for å spare plass. R er Ressurser og E er Evaluering.

I det følgende presenterer vi hvordan DCM-modellen anvendes i et videreutdanningskurs for lærere på trinn 1.-4.

DCM i geometri

Matematikk 4, geometri og måling er et kurs (15 studiepoeng) for lærere i småskolen som ønsker kompetanseheving i matematikk. Kurset organiseres med fem fysiske samlinger over to dager på Høgskolen i Bergen. I tillegg får studentene tre studiebreve, publisert via LMS’et, som de skal arbeide med mellom samlingene. Til hvert studiebrev skal det innleveres en oppgave som blir evaluert til bestått/ikke bestått. Kurset avsluttes med en individuell muntlig, todelt eksamen. Halvparten av eksamenstiden omhandler studentens undervisningspraksis relatert til faglige og didaktiske utfordringer. Studenten blir i tillegg prøvd i et matematisk emne.

Lærestoffet er knyttet til Læreplan for Kunnskapsløftet 06 (LK06) (UFD 2006). Emnene i kurset blir presentert ut fra indre sammenheng, vanskelighetsgrad og

tilknytning til skolehverdagen. Dette svarer nødvendigvis ikke til den rekkefølge de har i læreplanen. Geometriemnet er knyttet til mål for 2. og 4. klassetrinn i LK06:

- ”gjenkjenne og bruke speilsymmetri i praktiske situasjoner” (ibid s. 57)
- ”gjenkjenne og bruke speilsymmetri og parallellforskyvning i konkrete situasjoner” (ibid s. 58)

I studiebrevene presenteres fagstoffet. Studentene gjennomfører en arbeidsoppgave med omfang 3 – 4 sider som leveres via LMS’et. Oppgaven er knyttet til matematiske og didaktiske utfordringer.

Kurset har også som mål å øke studentenes digitale kompetanse slik at IKT blir integrert naturlig i matematikkundervisningen. Interaktive nettsider er en viktig del av læringsressursene. Valg av nettressurser må gjøres med omhu for å sikre tilgang til gode og aktuelle nettsteder uten ”lenkeråte”. Studentene må ikke møte unødvendig mange lenker (Munkvold & al., 2008). Det er like lite motiverende som å få anbefalt mange bøker for å komme i gang med å løse oppgaver.

Undervisningssekvens i geometri

I studiet beskrives en annen tilnærming til fagstoffet enn i tradisjonell undervisning. Dette blir dokumentert ved hjelp av et ”design-eksperiment” (Brown, 92) i Studiebreve 2. Studentene fikk presentert stoffet på en strukturert måte i henhold til DCM-modellen. Lærestoffet ble delt opp i grunnleggende elementer, og relasjoner mellom dem ble presentert. Gjennom LMS’et får studentene tilgang til ulike læringsressurser. I oppgaveformuleringen la en vekt på å presentere ulike framgangsmåter. Evalueringen inneholdt flere komponenter for å vurdere studentenes forståelse av emnet.

Studiebreve 2 ble presentert som et ”Notat”. Det første studentene skal gjøre er å lage et begrepskart over emnet symmetri. Studentene får tilgang til ulike Ressurser, Arbeidsoppgaver og Evalueringer (jfr. figur 5). Progresjon i studieforløpet blir presentert ved LMS’ets hierarkiske katalogstruktur. Studentene kan begynne med arbeidsoppgaver eller evalueringer. Tanken er at studentene skal lese studiebrevet og få oversikt over tilgjengelige ressurser før de begynner på arbeidsoppgavene. Etter at de har arbeidet med fagstoffet gjennomfører de ulike evalueringsoppgaver.



Figur 5: Oversikt over strukturen i Studiebreve 2.



I notatet Litteratur presenteres pensumlitteraturen (se figur 6). Studentene får også tilgang til andre ressurser som PDF filer og interaktive læringsmedier. De ble gjort oppmerksom på at de måtte bruke geometriske hjelpemidler som passer og linjal. Under arbeidsoppgaver valgte man å bruke LMS-funksjonen ”Forklaringsssekvens” (Symmetrier i figur 7).

Figur 6: Aktuelle læringsressurser.

Læringssekvensen kom i tillegg til tradisjonelle oppgaver knyttet til lærebøker og nettressurser. I notatet "Praktiske oppgaver" gis oversikt over oppgavene studenten skulle gjennomføre. Oppgavene er hentet fra læreboken og interaktive læringsmedier som matemania⁵ og Multi 1.–10. trinn⁶.



Figur 7: Eksempel på ulike arbeidsoppgaver.

I Forklaringssekvensen ble emnet strukturert i små enheter basert på DCM-modellen prinsipper. Symmetriemnet blir delt opp i underemner som speiling, rotasjon, parallellforskyvning og glidespeiling. Studenten får en "guidet tour" gjennom emnet. I LMS'ets Forklaringssekvens blir studenten ledet gjennom emnet steg for steg. LMS'et tilbyr ingen mulighet for alternative progresjon i fagstoffet, i motsetning til den mer fleksible tilnærmingen i DCM-modellen. Etter gjennomgang av hver del av Forklaringssekvensen svarer studenten på ett kontrollspørsmål⁷. Funksjonen deaktiveres etter første gjennomgang og kan ikke gjenbrukes som repetisjon. Arbeidet med en Forklaringssekvens kan avbrytes, men studenten må starte fra begynnelsen igjen.

Det er ofte vanskelig å vurdere om studentene har nådd forventede kompetansemål.



Innen lærerutdanning inneholder kunnskapsbegrepet ulike aspekter som fakta, ferdigheter, holdninger, fagdidaktikk og meta-kognisjon. Det er viktig å inkludere dette i evalueringen.

Figur 8: Eksempel på ulike evalueringsformer knyttet til emnet Symmetri.

Fakta vil være definisjoner, formler, navn og symboler – ofte frittstående biter av informasjon. At studenten har tilegnet seg *ferdigheter* vil si han kan utføre en prosedyre, anvende en bestemt algoritme og bruke hensiktsmessige verktøy. En student vil ikke kunne gjennomføre en korrekt speiling dersom han ikke har lært seg å konstruere en rett vinkel på speilingsaksen ved hjelp av passer og linjal. Dette forutsetter at studenten forstår begrepene rett vinkel og speiling samt sammenhengen mellom dem. Det er viktig at studenten utvikler gode problemløsningsstrategier i forhold til fakta og aktuelle arbeidsmåter i matematikk.

*Holdninger, fagdidaktisk forståelse og meta-kognisjon*⁸ er viktige aspekter ved lærerrollen. Disse forhold påvirker hennes forståelse av faget, og hvordan hun formidler lærestoffet til elevene. Når studenten tilegner seg kunnskap i forhold til alle sider ved læringsmålene, blir kunnskapen mer robust. Med robust kunnskap menes

⁵ <http://www.matemania.no/>, Caspar Forlag 2002/2003 (28.03.09).

⁶ <http://www.gyldendal.no/multi/Multi%201/index.html> (28.03.09).

⁷ I et komplekst emne som symmetri bør man ha flere kontrollspørsmål. Dette lar seg ikke gjennomføre i LMS'et.

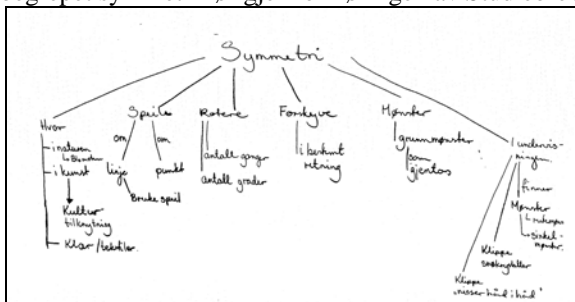
⁸ Kunnskap om egen tenkning, oppfatning og tanker om læring, refleksjon om handlinger, overvåkning av seg selv og selvinstruksjon (Breiteig & Venheim, 2005).

integriert kunnskap som kan anvendes på en god måte i klasserommet. Selv om man gjennom videreutdanning blir bevisst på mer funksjonelle undervisningsmåter, er det alltid fare for at man faller tilbake til gamle vaner og ”trygge” undervisningsformer (Brown, 1992, s. 171). Tid er en mangelvare i skolen. I en stresset hverdag er det enklere å ty til den praksis man er fortrolig med. For å få studenten til å jobbe med alle sider ved kunnskapstilegnelsen (Lauvås & Jakobsen, 2002), er det viktig at dette også vektlegges i evalueringene. En slik helhetlig evaluering bevisstgjør studenten på sitt faglige ståsted og kan bidra til varig og stabil endring av kunnskap.

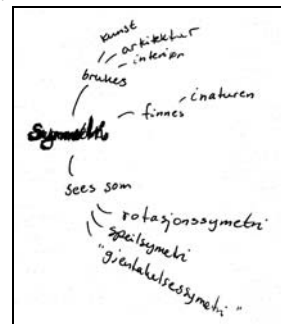
Etter å ha arbeidet seg gjennom nettleksjonen utførte studentene oppgavene i mappen Evaluering. Evalueringen av emnet inneholdt totalt 11 oppgaver av ulik art. Fire matematiske oppgaver der studentene demonstrerer teoretiske ferdigheter i faget og fire åpne utforskningsoppgaver med vekt på praktiske anvendelser. I to didaktiske oppgaver viser studentene fagdidaktisk forståelse. I flervalgsquiz er det faktakunnskapene som testes. Til slutt skal studentene skrive et notat der de reflekterer over fag, arbeidsmåte og læringsutbytte for å dokumentere holdninger til faget og arbeidsmåter. Gjennom denne prosessen utvikles meta-kunnskap. I tillegg skulle studentene lage begrepskart i forkant og etterkant av Studiebrev 2 for å synliggjøre begrepsutviklingen.

Gjennomføring av Studiebrev 2

Et sentralt læringsmål er at studentene får eierforhold til kunnskapen. Aktivitet i seg selv (*doing*) gir ikke nødvendigvis læring. Når man har tilegnet seg et bevisst forhold (*reflection*) til det faglige innholdet, oppnår en dybde og innsikt i den indre strukturen av emnet. Ved bruk av begrepskart i læringsprosessen kan studentene se hvordan deres kunnskaper utvikler seg, og hvordan matematiske begreper må forstås i en sammenheng. Figurene nedenfor viser eksempler på to studenters oppfatning av begrepet symmetri før gjennomføringen av Studiebrev 2.



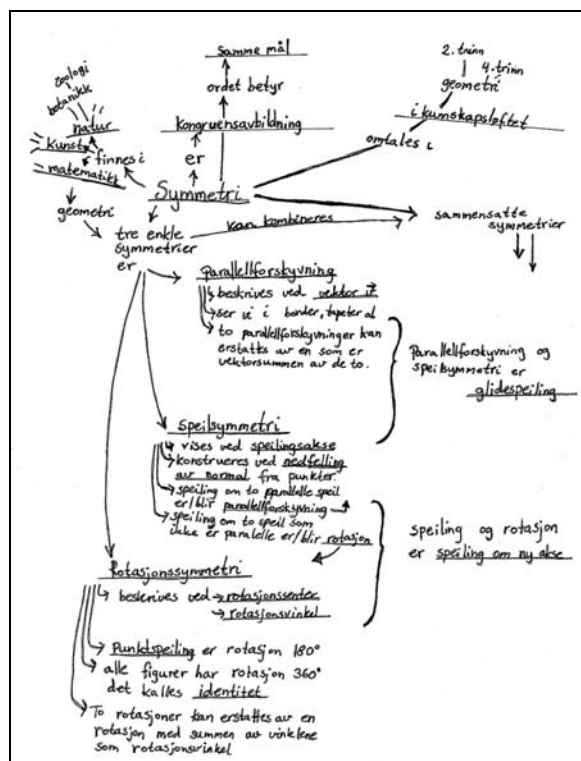
Figur 9: Student A før Studiebrev 2.



Figur10: Student B før Studiebrev 2.

Studentene fikk i oppgave å utforme et begrepskart over emnet symmetri før de har arbeidet med emnet. I figur 9 og 10 dokumenteres to studenters forståelse av selve begrepet. Illustrasjonene ovenfor viser enkle tankekart med korte sekvenser og ingen ”forbindelser” mellom ”hovedlinjene”. Det matematiske språket hos studentene er

Student A benytter nå et grafisk program og demonstrer større digital kompetanse. Igjen ser vi at det ikke er noe entydig oppfatning av et godt begrepskart. Begreps-



Figur 12: Nytt begrepskart til student B.

kartene gjenspeiler hver enkelt student sin forståelse og innsikt i emnet.

Diskusjon

Ved innføring av Læreplan for grunnskolen, L97 (KUF, 1997), gjorde 6 åringene sitt inntog i skolen. Vi gikk fra en 9-årig til en 10-årig grunnskole. Et viktig mål er aktiv tilegnelse av kunnskap allerede fra 1. trinn. Aktiviteten i klasserommet har generelt økt etter L97 (Klette, 2004), men "... i disse klassene er aktivitetsnivået høgt, det skjer mykje, og med høg lyd. Det faglege innhaldet er likevel uklart, overfladisk og fragmentert..." (Haug, 2006, s. 48). Aktivitet i læringsøyemed er like aktuelt etter innføring av Kunnskapsløftet (LK06, UFD, 2006). Deweys tese "Learning by doing" er tatt på alvor. Problemet er at man har glemt det mest sentrale i Deweys teori. Selve aktiviteten gir ikke nødvendigvis læring. "Learning by doing" må etterfølges av "learning by reflection" (Dewey, 1916/2009) Refleksjon gir forståelse av tilegnet kunnskap og innsikt i hvordan begreper er relatert til hverandre. Dette er grunnleggende for tilegnelse av didaktisk kompetanse og meta-kunnskap. Gjennom ulike evalueringsformer, bl.a. åpne oppgaver, får studenten anledning til å dokumen-

tere ervervet kunnskap. Refleksjon i læringsprosessen er en forutsetning for utvikling av kunnskapsforståelse.

I designeksperimentet vektlegger vi varierte evalueringsformer som ivaretar faktakunnskaper, ferdigheter, holdninger, fagdidaktisk forståelse og meta-kognisjon. Flervalgsquiz og refleksjonsoppgaven var individuelle innleveringer. Det var valgfritt om de andre oppgavene skulle innleveres gruppevis eller individuelt. Individuelle oppgavene sikrer at studenten har tilegnet seg grunnleggende kunnskaper og kan anvende dem på en selvstendig måte. Samtidig gir man rom for tilpassinger der studenter i læringsfelleskap med kollegaer kan utvikle læringsstoff for egen praksis. Slik fleksibilitet gir mulighet for tilpassing til ulike læringsstiler (Gardener, 1993).

Sammenligning mellom DCM og LMS

Forklaringsssekvensen i LMS'et gjør det mulig å dele opp begrepene i mindre enheter. Atomisering av lærestoffet er en sentral funksjon i DCM. I LMS'et vil Forklaringsssekvensens atomære enheter være knyttet til selve sekvensen. I DCM vil en kunne gjenfinne læringsenheter i kunnskapsreservoaret til bruk i kurset. Slik kan læringsressurser enkelt gjenbrukes uavhengig av kurs. Tilsvarende begrensning er det i LMS'et sin oppbygging av flervalgsquiz oppgaver. Oppgaver fra et bestemt "spørsmålsett" kan gjenbrukes, men ikke overføres til andre sett. Responsen som studenten får ved å gjennomføre en flervalgsquiz er lik i begge systemene. I DCM er oppgaver en strukturell del av læringsenheten som enkelt kan gjenbrukes. Slik kobling finnes ikke i dagens LMS'er.

Bruk av DCM-systemet gir studenter større mulighet til å bygge egne Læringskart ut fra hvilke læringstier som velges i gjennomgang av stoffet. Faglærer står fritt til å velge kunnskapsenheter og hvordan disse kan organiseres og presenteres. Studenten kan velge blant ulike ressurser.

LMS'et sin struktur legger føringer som hindrer fleksibilitet i tilegnelse av stoffet. I kurset må studentene følge faglærers rekkefølge og didaktiske overveielser.

Begrepskart må konstrueres manuelt i et tradisjonelt LMS. I DCM er begrepskart en grunnleggende del av kunnskapsstrukturen. Det genereres automatisk en representasjon av studentens læringsprosess i form av et læringskart. Læringskartet baseres på evalueringer som er lagret i systemet. I læringsssammenheng er det også nyttig at studentene konstruerer sine egne begrepskart. Strukturen til DCM gjør at faglærer kan sammenligne systemgenererte begrepskart mot studentens konstruerte kart.

Dynamisk tilnærming – konsekvenser

Studiebrev 2 viste seg svært krevende for studentene. De fleste hadde ikke gode nok forkunnskaper til å jobbe med emnet. Uavhengig av om studentene valgte gruppearbeid eller individuell bearbeidelse av stoffet var det behov for en gjennom-

gang av det. Grunnskolelærerne som deltok på kurset hadde svært ulik bakgrunnskunnskap. De fleste var førskolelærere med kompetanse til å undervise på småskoletrinnet. Flere av disse var tatt opp på førskolelærerutdanningen etter realkompetansevurdering uten grunnlag i matematikk. Mange hadde ikke jobbet med matematikk på flere år, men skulle nå undervise dette til 6 – 10 åringer. Deres manglende forkunnskaper ble avdekket underveis i kurset. Studentene kunne ha tilegnet seg fagstoffet på en mer produktiv måte om faglærer hadde vært klar over dette. Da kunne fagstoffet blitt delt opp i mindre enheter. Man kunne også med fordel ha innført tidsbegrensning på Forklaringssekvensen for å unngå at den ble deaktivert⁹.

Studentenes refleksjoner over Studiebreve 2

Studiebreve 2 gir en utradisjonell tilnærming til fagstoffet ved bruk av begrepskart, Forklaringssekvens og ulike evalueringsformer. Med studentenes tillatelse gjengir vi noen av deres refleksjonsnotater som viser deres synspunkter.

Samarbeidsformer

De fleste studentene har samarbeidet. Noen valgte først å jobbe alene og deretter sammen med andre. Noen studenter jobbet sammen hele tiden, men alle beskriver i sine refleksjonsnotater at samarbeid er en viktig del av læringsprosessen. En student sier følgende:

Vi har samarbeidet om brevet og hatt flere gode samtaler omkring emnet. Selve oppgavene har vi løst i fellesskap. Vi har lest pensumlitteraturen samt sett i Kirfels bok (*anbefalt litteratur*): Eksperimentering med matematikk 2. Vi har samtalt mye omkring den litteraturen vi har lest. Vi har også sett i ulike grunnskolebøker og lærerveiledninger. Jeg føler at jeg lærer mye i samtaler rundt lærestoff. For meg har det vært veldig viktig å kunne ha noen å samarbeide med.

Eller som en annen student sa:

... Den (*pensum-*) boken fant jeg vanskelig. Føler den ikke klarer å forklare stoffet på en forståelig måte. Møtte derfor min kollega og vi startet med å løse oppgaver. Vi prøvde å løse noen, og hadde mange fine diskusjoner rundt oppgavene.

Pedagogisk bruk av begrepskart

Begrepskart kan være et didaktisk virkemiddel for faglærere. Ved hjelp av begrepskart får lærer bedre oversikt over stoffet som skal gjennomgås. Det er et hjelpemiddel til å strukturere undervisningen og foreta prioriteringer i valg av lærestoff.

⁹ I utgangspunktet blir en Forklaringssekvens i et LMS deaktivert etter én gangs gjennomføring. Dette kan unngås hvis en setter en tidsbegrensning på Forklaringssekvensen.

Dette gir ofte større innsikt i egne kunnskaper og en bedre oversikt over hvilke deler av fagstoffet som man vil evaluere studenten i.

Først når studentene erfarer hva et begrepskart representerer er de i stand til å bruke dette for å konkretisere læringsprosesser. De fleste studentene var ukjent med hvilken styrke bevisst bruk av begrepskart kan ha før de selv fikk erfaring med det. En student kommenterte:

Kognitivt kart: Dette var spennende og svært nyttig. Jeg så nok ikke den store forskjellen mellom et kognitivt kart og en tankekart før jeg hadde arbeidet meg gjennom brevet og det nye kartet ble laget. Jeg ser at det er stor forskjell mellom de to kartene. Jeg har også bestemt meg for å bruke kognitive kart i det videre arbeidet med studiet.

Studentene var på forhånd ikke kjent med hvordan man utformer et begrepskart:

Kognitive kart: Dette var mye mer nyttig og oversiktlig enn tankekart. Det var spennende og jeg vil bruke dette hjelpemiddelet for å strukturere nye emner videre i studiet, men også i planlegging på skolen. Kjempeflott!

Studentene ser kognitive kart/begrepskart ikke bare som nyttig tilnærming for å få bedre oversikt over egen kunnskap, men også som et didaktisk virkemiddel i skolen. En annen student sier:

Det å lage et kognitivt kart var helt nytt for meg, men jeg så godt poenget etter å ha laget det første kartet. Det var nødvendig for å kunne fordype meg i geometrien i lærebøkene, og også så lage det andre tankekartet. Framgangen var formidabel og jeg kunne fylle kartet med mange flere ideer.

Vi har i designeksperimentet observert hvordan begrepsforståelsen har utviklet seg, fra enkle tankekart i figur 9 og 10 til mer komplekse begrepskart i figur 11 og 12. Vi ser at når studentene har oppnådd større innsikt i emnet, vil de konstruere mer finstrukturerte begrepskart. De klarer også å synliggjøre sammenhengen mellom begrepene. Innholdet i refleksjonsnotatet viser at studentene ser nytten av slike kart i egen læring. Studentene er også motivert til å bruke slike kart i planlegging av egen undervisning.

Videre oppfølging

Læringskart uttrykker den didaktiske strukturen av et kurs. Det finnes ingen absolutt "riktig" undervisningsmetode. Dette ser vi i mangfoldet av ulike læringskart som utformes til et bestemt undervisningsscenario. LMS sin rigide struktur vil kunne legge bånd på faglærers praksis. DCM gir større frihet ved at læringsstoffet presenteres på en mer fleksibel måte. Læringskart og Studentkart gir en bedre oversikt over studentenes læringsprogresjon og resultater (Eide & al., 2008; Kristensen & al., 2007). Studentkart gir en representasjon av Læringskartet for den enkelte student og

oppdateres dynamisk ut fra de ressurser studenten har brukt og de resultater han har oppnådd på ulike evalueringer.

I dagens versjon av DCM er Kunnskapskart, Læringskart og Studentkart en del av strukturen. Studentkartet blir generert under læringsprosessen, men systemet mangler funksjonalitet for å visualisere kartene. For å få fullt utnytte av DCM modellen er det nødvendig å utvikle det grafiske grensenettet.

DCM har en struktur som er tilpasset læringsprosessen, i motsetning til tradisjonelle LMS der systemets struktur gir føringer på læringsscenarioet. Dette utgjør den viktigste forskjellen mellom DCM og et tradisjonelt LMS. Erfaringer fra designeksperimentet synliggjør behovet for å kunne strukturere kunnskap på forskjellige måter i et e-læringsystem.

Referanser

- Arnfast, B. (2000). Ka' barn lave undervisningsprogrammer? Om inndragelse av brukerne tidlig i designprosessen ved fremstilling av multimedier til undervisning. Master of Multimedia arts, Universitetet i Århus 2000. <http://arnfast.dk/dok/brorsspeciale.pdf> (18.09. 2009)
- Bottu, A. K. (2007). Dynamic Content Manager for e-learning. Master Thesis, Dept of Informatic, University of Bergen November 2007
- Breiteig, T. & Venheim, R. (2005). Matematikk for lærere 1. Oslo Universitetsforl.
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodical Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Setting. *The Journal of Learning Sciences* 2:2, pp.141–178
- Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing and mathematics. In: Resnick R. B (ed.) *Knowing, Learning and Instruction learning and instruction: Essays in honour of Robert Glaser.* (pp. 453–494) Hillsdale N. J: Lawrence Erlbaum
- Dewey, J. (1916/2009). *Democracy and Education. An introduction to the Philosophy of Education.* South Dakota: Nuvision Publications
- Dunn, R. & Griggs, S. [Bull-Holmberg, J. & Guldal, T. overs] (2004). *Læringstiler.* Oslo: Universitetsforlaget
- Eide, S., Kristensen, T., & Lamo, Y. (2008). A Model for Dynamic Content Based E-learning systems. In ACM proceedings EATIS 2008 Aracaju, Brasil 10-12 September 2008
- Gardner, H. (1993). *Frames of Mind* New York: Basic Book
- Greeno, J. G, Collins, A. & Resnick, L. B. (1996). *Cognition and Learning.* In Berliner, D. C. & Calfee, R. C. (eds.), *Handbook of Educational Psychology.* New York: Macmillan Library Reference
- Haug, P. (red.) (2006). *Begynnaropplæring og tilpassa undervisning – kva skjer i klasserommet?* Bergen: Caspar Forlag A/S
- Grevholm, B. (2005). Kognitiva verktøy for lärande i matematik - tankerkartor och begreppskartor, *Tangenten*, 16:1, s. 22–29

- Hay, D. & Kinchin, I. M. (2008). Using Concept Mapping to Measure Learning Quality. *Education & Training* 50:1, pp. 167–182
- Hoem, J. (2009). Personal Publishing Environments. PhD thesis NTNU (Norwegian University of Science and Technology) Trondheim August 2009 (18.09.2009) <http://infodesign.no/2009/08/personal-publishing-environments-all.htm>
- Håland, E. (2007). Må ha det, må bare ha det! – Om fenomenet Learning Management Systems (LMS). *Digital Kompetanse*, 2:1, 4–22
- Kinchin, I. M. & Alias, M. (2005). Exploiting variations in concept map morphology as a lesson-planning tool for trainee teachers in higher education, *Journal of In-Service Education* 31:3, pp. 569–592
- Klette, K. (2004). Lærerstyrt kateterundervisning fremdeles dominerende? Aktivitet- og arbeidsformer i norsk klasserom etter Reform 97. I Klette, K. (red.) *Fag og arbeidsmåter i endring? Tidbilder fra norsk grunnskole*. Oslo Pedagogisk forskningsinstitutt Universitetet i Oslo
- Kristensen, T., Lamo, Y., Mughal, K., Tekle, K. M. & Bottu, A. K. (2007). Towards a dynamic, content based e-learning platform. In Uskov, V. (ed.) *Computers and Advanced Technology in Education*, pp. 107–114. ACTA Press
- Kristensen, T., Hinna, K., Hole, G.O. & Lamo, Y. (2007). “Different E-learning paradigms - a Survey”. In proceeding of MIT-LINC (Massachusetts Institute of Technology Learning International Network Consortium) 4.th International Conference: Technology-Enabled Education: a Catalyst for positive Change. Amman: Jordan, October 2007
- Kristensen, T., Lamo, Y., Hinna, K. R. C. & Hole, G.O. (2009). Dynamic Content Manager - a new Conceptual Model for e-learning. To be published in: Liu, W. & al. (eds.) *WISM 2009, LNCS 5854*, pp. 499 –507. Heidelberg: Springer
- KUF (1997). *Læreplanen for grunnskolen*
- Lauvås, P. & Jakobsen, A. (2002). *Exit eksamen eller? Former for summativ evaluering i høyere utdanning*. Oslo: Cappelen Akademiske forlag
- Li, J. & Toska, J. A. (2007). *Læringsteknologi i norsk høgre utdanning. En kartlegging av pågående og planlagte utviklingsprosjekter I universitets- og høyskolesektoren*. Tromsø: Norgesuniversitetets skrifteserie 1-2007
- Novak, J. & Canãs, A. (2006/2008). *The theory underlying Concept Maps and how to construct them*. Technical report, IHMC CMaps Tools, Florida Institute for Human and Machine Cognition, USA
- Novak, J. & Canãs, A. (2007). *Theoretical Origins of Concept Maps, How to Construct them, and Uses in Education*. *Reflecting Education* 3:1, pp. 29–42
- Munkvold, R., Fjeldavli, A., Hjertø, G. & Hole, G. O. (2008). *Nettstøttet undervisning*. Kristiansand: Høyskoleforlaget
- Piaget, J. (1959/2000). *Ligevektsbegrepets rolle i psykologien*. I Illeris, K. (red.) *Tekster om læring*. Roskilde: Roskilde Universitetsforlag
- Staupe, A. (2001). *Nettbaserte læringsformer: Hypermedia*. September 2001 <http://stud.hsh.no/lu/inf/pioll/materiell%5CStaupe%5CHypermedia%20for%20kurse%20h-2001.htm> (18.09 2009)
- Stake, R. E. (2000). *Casestudies*. I Denzin, N. K. & Lincoln, Y. S. (ed.) *Handbook of Qualitative Research*. pp 435–454) Thousand Oaks: Calif Sage

- Tekle, K.M. (2007). Dynamic Content Manager for e-learning. Master Thesis, Dept of Informatic, University of Bergen November 2007
- Wiley, M. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory. A definition, a metaphor, a taxonomy. The Instructional Use of Learning Objects: fra <http://www.reusability.org/read> (18.09.2009)
- UFD, (2006). Kunnskapsløftet
- UFD, (2004). Program for digital kompetanse 2004-2008