

Av Bernt Bertheussen

Ruteark eller regneark? Kognitive utfordringer ved å løse finansoppgaver på papir og PC

Bernt Bertheussen
Førstelektor i
bedriftsøkonomi,
Handelshøgskolen ved
Universitetet i
Tromsø.
E-post: bernt.
bertheussen@uit.no

Sammendrag

Innebygde finansfunksjoner kan utføre avanserte beregninger i et regneark. Ved å kopiere formler i stedet for å lage dem manuelt, kan en løsning dessuten utvikles raskt. I artikkelen spør vi om det er mindre faglig krevende å løse oppgaver i et regneark enn på papir (ruteark). Vi forsøker å svare på spørsmålet ved å analysere en finansoppgave med Blooms reviderte taksonomi (BRT) for det kognitive domenet som metode. Analysen viser tvert imot at det er kognitivt mer utfordrende å utvikle dynamiske regnearkmodeller enn statiske løsninger på papir. Årsaken er at vi må ta i bruk en ny type kategoriseringskunnskap (relative, absolutte og blandede celleadresser) for å kunne lage dynamiske formler i et regneark. Dynamikken gjør at slike modeller kan fungere som læringsressurser i seg selv. Gjennom simuleringer kan de bidra til dybdelæring ved å danne grunnlaget for faglige diskusjoner og refleksjoner som neppe ville funnet sted uten slike ressurser.

Innledning

Teorien om at undervisning og læring bør være *konstruktivt innrettet* (Biggs, 1996) har fått stort gjennomslag i pedagogiske miljøer de siste årene, også hos Nasjonalt råd for økonomisk-administrativ utdanning (NRØA). De har utviklet en plan som skal bidra til nasjonal samordning av bachelorstudiene i økonomi og administrasjon for å sikre et høyt faglig nivå og en felles kunnskapsbase (NRØA, 2011). Ifølge denne skal vurderingsformene være tilpasset forventet læringsutbytte og pedagogisk opplegg for et emne. Emnene bør altså innrettes konstruktivt.

Planen sier videre at studentene skal aktiviseres og trenes i å *anvende* fagkunnskapen. Oppøving av *analytiske* ferdigheter er spesielt viktig i studiet. Studentene skal både arbeide selvstendig og sammen med andre i grupper (ibid., s. 5).

På universiteter og høyskoler skal vi da også tilby utdanning av høy internasjonal kvalitet ifølge Kvalitetsreformen (St.meld. nr 27 (2000/2001)). Kvalitetslæring karakteriseres av dybdeorienterte studenter

som legger vekt på forståelse, anvendelser og kritiske analyser. Overflateorientering gir ikke kvalitetslæring (Pettersen, 2005). Studenter med en slik tilnærming til læringsarbeidet vil legge vekt på å pugge fakta (huske) for å kunne gjengi dem lett og drille prosedyrer (også det husking) for å kunne anvende dem mekanisk (Marton og Säljö, 1976).

Noen studenter vil opptre strategisk og tilpasse læringen sin til krav som må innfris til eksamen. For å høste dybdelæring må det derfor utvikles vurderings- og eksamensoppgaver som krever mer enn pugg og drill. Ifølge Brown og Knight (1994) utgjør eksamen kjernen i studentenes læringserfaring.

NRØA ønsker naturlig nok å fremme dybdelæring (forståelse, anvendelse og analyse) og ikke overflatelæring (husking). Kandidatene skal dessuten utvikle digital kompetanse slik at de kan utnytte relevant programvare og utstyr effektivt i bachelorstudiet, i videre studier og i yrkeslivet (NRØA, 2011, s. 4).

Regneark har i økende grad erstattet papir, blyant og kalkulator i økonomiundervisningen (Baker og Sugden, 2003). I artikkelen brukes metaforen *ruteark* som et samlebegrep for tradisjonelle redskaper brukt til finansielle beregninger – det vil si papir (ruteark), blyant, viskelær, finanskalkulator og eventuelt rentetabeller.

Avanserte finansielle beregninger kan imidlertid implementeres ved hjelp av innebygde funksjoner i et regneark. En løsning kan dessuten utvikles raskt ved at studentene kan kopiere formler i regnearket i stedet for å lage én og én manuelt.

I artikkelen spør vi om bruken av ruteark versus regneark fører til at studentene går fra finansfaglig dybdelæring til overflatelæring. Er det innebygd så mye “intelligens” i et regneark at også studenter med overflatiske finanskunnskaper vil klare å utvikle gode løsninger på en (eksamens-)oppgave på bachelornivået?

Vi forsøker å svare på spørsmålet ved å implementere løsningen både på et ruteark og i et regneark og så sammenligne dem. Blooms reviderte taksonomi (BRT) for det kognitive domenet blir brukt som analysemetode (Anderson og Krathwohl, 2001).

Analysemetode

For mer enn 50 år siden utviklet Benjamin Bloom sammen med flere andre forskere en klassifikasjon av kognitive læringsmål (Bloom et al., 1956). Ifølge Bloom trenger vi mål for å kunne planlegge god undervisning. Læringsaktivitetene må dessuten utformes i samsvar med målene for at disse skal kunne nås. Til slutt trenger vi en god metode til å dokumentere graden av måloppnåelse. Grunnsynet hos Bloom er at læring kan målstyres (Ottesen, 2011).

Den originale Blooms taksonomi beskriver kunnskaper hierarkisk og kumulativt i seks nivåer: kunnskap, forståelse, anvendelse, analyse, syntese og evaluering. Gruppen mente at for å kunne mestre et høyere nivå, må du også mestre de lavere nivåene i hierarkiet.

Anderson og Krathwohl (2001) reviderte den originale taksonomien med bakgrunn i en langvarig debatt om hvorvidt rekkefølgen til de tre øverste nivåene i det kognitive domenet var korrekt eller ikke. Disse forskerne valgte dessuten å kombinere den kognitive

prosessdimensjonen med en kunnskapsdimensjon som går fra det konkrete til det abstrakte – fakta, begreper, prosedyrer og metakognitiv kunnskap.

Blooms reviderte taksonomi (BRT) definerer et kognitivt læringsmål på formatet «studenten vil lære å *verb, substantiv*». Verbet beskriver en kognitiv prosess og substantivet en kunnskapsenheter. De to aksene i Figur 1 gir en oversikt over hovedkategoriene i BRT.

Pilene inne i tabellen kobler begrepsparet overflatelæring og dybdelæring til kognitive prosesser og kunnskapsenheter i taksonomien. Overflatelæring er begrenset til huskeprosesser. Det kan dreie seg om å pugge og huske fakta, begreper og prosedyrer.

Dybdelæring på bachelornivået vil i stor grad handle om å forstå, anvende og analysere fakta, begreper og prosedyrer, men det er også nødvendig å huske for å kunne lære noe i dybden. Dess lenger ned til høyre vi beveger oss i tabellen, dess mer dybdeorientert blir læringen vår.

I det følgende vil vi gjøre nærmere rede for taksonomitabellen i Figur 1.

Den kognitive prosessdimensjonen

De seks hovedkategoriene langs den kognitive prosessdimensjonen har til sammen 19 underkategorier. Disse er ikke med i Figur 1, men vil bli drøftet nå.

Å huske er en grunnleggende kognitiv prosess som består av (1.1) gjenkjenning og (1.2) gjenkalling.

Å forstå betyr å skape mening ut av informasjonen vi får presentert. Det handler om (2.1) tolking, (2.2) eksemplifisering, (2.3) klassifisering, (2.4) oppsummering, (2.5) utledning, (2.6) sammenligning og (2.7) forståing.

Å anvende betyr (3.1) utføring og (3.2) implementering av prosedyrer i en gitt situasjon.

Å analysere innebærer (4.1) differensiering av elementer, (4.2) organisering av elementer og (4.3) attributtering av elementer (dekonstruering) – det vil si å bryte materialet ned i enkeltdele og finne ut hvordan delene kan kobles til hverandre i en overordnet struktur eller til et overordnet formål.

Å evaluere betyr (5.1) kontrollering og (5.2) kritisering – det vil si å gjøre vurderinger basert på kriterier og standarder.

Kunnskaps- dimensjonen (substantiv)	Den kognitive prosessdimensjonen (verb)					
	1 Huske	2 Forstå	3 Anvende	4 Analysere	5 Evaluere	6 Skape
A Fakta- kunnskap	Overflatelæring					
B Begreps- kunnskap						
C Prosedyre- kunnskap	Dybdelæring					
D Metakognitiv- kunnskap						

Figur 1. Overflatelæring og dybdelæring koblet til Blooms reviderte taksonomi.

Å skape betyr (6.1) generering av hypoteser, (6.2) planlegging eller utvikling og (6.3) produsering og konstruering. Dette innebærer å sette sammen elementer slik at de danner et samstemt eller funksjonelt hele og så gjenkjenne elementene i et nytt mønster eller i en ny struktur.

Spennet fra å huske til å skape representerer en overgang fra å gjenkjenne og huske fakta til teoriskaping og kunnskap om gode lærevaner (Anderson og Krathwohl, 2001).

De kognitive prosessene huske, forstå og anvende blir ofte omtalt som lavere ordens kognitive nivå. Vi er på høyere ordens kognitive nivå når vi analyserer, evaluerer og skaper.

Kunnskapsdimensjonen

De fire hovedkategoriene langs kunnskapsdimensjonen i Figur 1 kan deles inn i til sammen 11 underkategorier.

Under faktakunnskap (A) har vi underkategorien (Aa) kunnskap om terminologi og (Ab) kunnskap om spesifikke detaljer og elementer.

Begrepskunnskap representerer en syntese av faktakunnskap. Samtidig beveger vi oss mot å forstå prinsipper og teorier i et fag. Det inkluderer (Ba) kategoriseringskunnskap, (Bb) kunnskaper om prinsipper og generaliseringer og (Bc) kunnskap om teorier, modeller og strukturer.

Prosedyrkunnskap har med ens evne til å studere noe. Dette handler om (Ca) kunnskap om fagspesifikke ferdigheter og algoritmer, (Cb) kunnskap om fagspesifikke teknikker og metoder og (Cc) kunnskap om kriterier for når det er riktig å anvende ulike prosedyrer.

Metakognitiv kunnskap er vår evne til å oppsummere teoretisk og begrepsmessig kunnskap som syntetiserer de lavere kategoriene. Dette er (Da) kunnskap om løsningsstrategier, (Db) kunnskap om kognitive oppgaver og (Dc) kunnskap om en selv, ens sterke og svake sider i forhold til tenking og læring.

BRT ble designet for å lette arbeidet med å utvikle læringsmål, skape læringsaktiviteter og vurdere grad av måloppnåelse på flere nivåer – program-, emne- og enhetsnivå (Anderson og Krathwohl, 2001). I hovedavsnittet *Analyse og resultater* vil vi drøfte hvilke kognitive utfordringer en student kan bli stilt overfor når hun skal løse finansoppgaven som beskrives i neste avsnitt. Taksonomien vil altså bli anvendt på enhetsnivå i denne artikkelen.

Materialet

Den grunnleggende ideen er å gi studenter trening i å løse økonomioppgaver enten på ruteark eller i regneark. Løsningen på en oppgave er en modell utviklet av studenten selv. En regnearkmodell bør struktureres slik at den er enkel å bruke også for andre enn konstruktøren (Powell og Baker, 2004). En leder skal for eksempel enkelt kunne bruke den til simuleringer og beslutningsstøtte uten selv å ha detaljkunnskaper om oppbyggingen. Kravet til struktur er ikke like stort i et ruteark siden en slik løsning er statisk og ikke kan gjenbrukes.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Oppgave: gi råd om et investeringsprosjekt bør gjennomføres						
2	Ole Olsen har bygd populære trebåter i en årrekke. Nå vurderer han å investere i større produksjons-						
3	kapasitet, men før han bestemmer seg vil han at du skal analysere lønnsomheten til prosjektet.						
4							
5	Spørsmål						
6	Prosjektets netto nåverdi før skatt						
7	Bør Ole Olsen investere i prosjektet?						
8							
9	Fakta		NB! Tekst modellaksene med relevante etiketter under.				
10	Investering	4 700 000	i år 0	Avskrivninger			År 0
11	Desinvestering	420 000	i år 4	Faste betalbare kostnader			År 2
12	Salgspris	25 000	per stykk	Innbetalinger fra driften			År 3
13	Salgsvolum	100	i årene 1-4	Investering/desinvestering			År 4
14	Variable kostnader	25 %	av innbet.	Prosjektets netto kontantstrøm			År 5
15	Faste kostnader	300 000	i årene 1-4	Variable betalbare kostnader			År 1
16	Avkastningskrav	15 %					
17							
18	Modell						
19							
20							
21							
22							
23							
24							

Figur 2. Eksempellopgaven.

Figur 2 viser eksempeellopgaven i artikkelen. Den krever at en student utvikler en finansmodell (A18:G24), gjør en beslutningskritisk beregning (C6) og fatter en beslutning (C7).

Læreren kan sette inn en liste med ledetekster for å forenkle modellbyggingen for studenten (se D10:G15 i Figur 2). Studenten kan da bygge en regnearkmodell svært raskt ved å benytte ledetekstene i arket. Registreres for eksempel formelen =D14 i celle A19, vises teksten Investering/desinvestering i denne cellen. Det at modellbyggingen går raskt, kan gi studentene ekstra motivasjon til å arbeide med oppgaveløsning. På et ruteark vil etikettene fungere som en huskeliste.

Læreren kan imidlertid ta med irrelevante ledetekster for å gjøre modelleringen vanskeligere. En student må da selv ta stilling til hvilke ledetekster som er relevante og som skal med i modellen og hvilke tekster som ikke skal brukes.

Hvis læreren tar en utskrift av oppgaven i Figur 2, kopierer den og deler den ut manuelt til studentene, kan de løse oppgaven med ruteark som artefakt i stedet for regneark.

Figur 3 viser løsningen på oppgaven i Figur 2. Også løsningen kan skrives ut, kopieres og deles ut til studenter som har løst den på ruteark.

Modellstrukturen forklares i Tabell 1.

	A	B	C	D	E	F	G	
1	Fasit: gi råd om et investeringsprosjekt bør gjennomføres							
2	Ole Olsen har bygd populære trebåter i en årrekke. Nå vurderer han å investere i større produksjons-							
3	kapasitet, men før han bestemmer seg vil han at du skal analysere lønnsomheten til prosjektet.							
4								
5	Spørsmål							
6	Prosjektets netto nåverdi før skatt		36 727					
7	Bør Ole Olsen investere i prosjektet?		ja					
8								
9	Fakta						NB! Tekst modellaksene med relevante etiketter under.	
10	Investering	4 700 000	i år 0	Avskrivninger			År 0	
11	Desinvestering	420 000	i år 4	Variable betalbare kostnader			År 1	
12	Salgspris	25 000	per stykk	Faste betalbare kostnader			År 2	
13	Salgsvolum	100	i årene 1-4	Innbetalinger fra driften			År 3	
14	Direkte kostnader	25 %	av dr.innb.	Investering/desinvestering			År 4	
15	Faste kostnader	300 000	i årene 1-4	Prosjektets netto kontantstrøm			År 5	
16	Avkastningskrav	15 %						
17								
18	Modell	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4		
19	Investering/desinvestering	-4 700 000				420 000		
20	Innbetalinger fra driften		2 500 000	2 500 000	2 500 000	2 500 000		
21	Variable betalbare kostnader		- 625 000	- 625 000	- 625 000	- 625 000		
22	Faste betalbare kostnader		- 300 000	- 300 000	- 300 000	- 300 000		
23	Prosjektets netto kontantstrøm	-4 700 000	1 575 000	1 575 000	1 575 000	1 995 000		
24								

Figur 3. Løsningen på eksempeloppgaven.

Utfordringen for en student er å transformere oppgaven i Figur 2 til noe som ligner løsningen i Figur 3. Modellen (A18:F23) kan bygges på flere måter, og det fins dermed også flere løsninger. En korrekt løsning vil imidlertid gi identisk kontantstrøm med den i Figur 3 (se rad 23). Også prosjektets nåverdi (C6) og beslutningen om å investere (C7) vil være lik de i Figur 3 i en riktig løsning.

I neste hovedavsnitt vil vi analysere hvilke kognitive utfordringer en student må takle for å mestre det å utvikle en oppgaveløsning i et regneark og på et ruteark. Vi ønsker svar på spørsmålet:

«Inneholder regnearket, som artefakt, så mye kunnskaper i seg selv i forhold til et ruteark at også en student med overflatiske finanskunnskaper vil kunne få til å utvikle en god løsning?»

Analyse og resultater

Ved å arbeide med utfordringer, kan vi høste læring. Hvor mye hver og en av oss faktisk lærer (*actual learning outcome*) er individuelt (Gynnild, 2011). Noe av det vi lærer er utilsiktet. Det kan for eksempel være ferdigheter i å bruke regneark (*unintended learning outcome*)

Tabell 1. Modellstrukturen

1	Tittel og innledning Oppgavetittelen vises først i løsningen (se A1). Den peker på problemet som tas opp. Tittelen starter med et verb for å angi at studenten skal gjøre noe selv. Under tittelen kommer en kort beskrivelse av problemet.
2	Fakta og simuleringer Inndataene som skal brukes i modellen er i faktadelen. En beslutningstaker skal enkelt kunne endre fakta og raskt få svar på om dette har betydning for utfallet av beslutningen. Dette er hovedpoenget med en dynamisk regnearkmodell.
3	Modellen Modellen er i området under faktaseksjonen. Den gir grunnlaget som behøves for å kunne svare på spørsmålene i løsningens seksjon 4. Det er enklere for en student å strukturere modellen når hun vet hvor dette skal gjøres i arket. Regnearkmodellen bør plasseres nær faktadelen fordi den henter inndata derfra. Siden det er lettere å bla vertikalt i regnearket (med PgDn/PgUp) enn horisontalt, blir modellen mer brukervennlig når den plasseres under faktadelen og ikke ved siden av den.
4	Beslutningsvilkår og beslutning Beslutningsvilkåret og beslutningen som skal fattes, er plassert over fakta og etter innledningen. Den viktigste informasjonen for modellbrukeren (en beslutningstaker) bør få den mest sentrale plasseringen i skjermbildet. Beslutningsvilkår og fakta bør være synlige i modellens første skjermbilde. En regnearkbruker slipper da å bla for å komme til disse. Spørsmålet i oppgaven (se A7, <i>Bør Ole Olsen investere i prosjektet?</i>) stilles for å synliggjøre at modellen medierer en praksisnær kontekst. Den skal brukes til beslutningsstøtte for ledelsen.

når vi utvikler en finansmodell. Bare en (liten) del av læringsutbyttet blir dokumentert til eksamen (*documented learning outcome*). Denne artikkelen forsøker å måle tilsiktet kognitiv læringsutbytte av å løse en finansoppgave i et regneark eller på et ruteark (*intended learning outcome*).

I oppgaven i Figur 2 blir en student bedt om å gjøre en økonomisk beregning av en planlagt investering (spørsmål 1, celle A6) og fatte en beslutning med bakgrunn i beregningsresultatet sitt (spørsmål 2, celle A7).

Prosjektets netto kontantstrøm (i rad 23 i Figur 3) er et nødvendig input til nåverdiberegningen (C6). Netto kontantstrøm følger ikke direkte av fakta, men må beregnes. For å kunne etablere kontantstrømmen, må studenten utvikle en modell med basis i fakta (se 3 i Figur 3). Utdataene fra modellen vil altså i neste omgang bli inndata til beregningen (C6).

Oppgaven skal løses i et regneark eller på et ruteark. Studenten må derfor beherske et slikt verktøy (artefakt) og i tillegg ha grundige finansfaglige kunnskaper.

Etablering av modellstrukturen

En student må forstå (2.7) at det å etablere netto kontantstrøm ved å bygge en kontantstrømmodell er en nødvendig forutsetning for å kunne gjøre en nåverdiberegning (Cc). Vårt første taksonomipar blir da 2.7 – Cc. Dette er uavhengig av artefaktet som brukes.

Hun må videre vite hvilke prosedyrer som skal følges for å kunne designe modellen, og hun må få til å implementere disse prosedyrene (3.2 – Cb). Tenkingen er den samme på et ruteark og i et regneark.

Modellen som skal skapes må tilpasses den aktuelle problemstillingen. Modellen vil imidlertid bestå av strukturelle elementer som ofte gjentas i denne type analyser. Det å utvikle modellen er derfor en analytisk prosess der delelementer blir organisert i en større struktur, og ikke en skapende prosess (6.3) der det blir konstruert en helt ny type struktur for denne typen problemstillinger. Heller ikke her påvirkes tenkingen av artefaktbruken, og vi får taksonomiparet 4.2 – Bc, ikke 6.3 – Bc.

Modellen kan utvikles hvor som helst på et ruteark eller i et tomt område i et regneark. I et regneark er det en bedre løsningsstrategi å plassere den nær fakta, siden formlene som skal gjøre beregningene i modellen bygger på disse (5.2 – Da). Modellbyggingen går raskere når fakta er nær modellen, men kravet til struktur er ikke det samme på et ruteark siden dette ikke skal gjenbrukes.

Studenten må gjenkalle at en kontantstrømmodell er todimensjonal (1.2 – Bc). Det er en vannrett tidsakse med én kolonne for hvert år. Det nødvendige antallet kolonner kan utledes av faktainformasjonen om desinvesteringen (2.5 – Ab). Dette er likt i et regneark og på et ruteark.

Den loddretteaksen skal inneholde hvert delelement i modellen. Modellen brytes nå ned i deler som henger sammen i en overordnet struktur. Dette er en analytisk problemstilling som krever kunnskap om spesifikke detaljer og elementer (4.3 – Ab). Slik kunnskap er uavhengig av artefaktet som brukes.

Antall loddrette delelementer som er med i fasiten, er bare et forslag. En student kan finne det hensiktsmessig å slå sammen delelementer eller opprette flere enn de som er i fasiten. Det som betyr noe for kvaliteten til modellen, er at prosjektets netto kontantstrøm blir beregnet riktig, det vil si bunnlinjen i modellen (rad 23 i Figur 3).

Implementering av beregningsprosedyrene i modellen

Når aksene til tabellen er opprettet, kan beregningsprosedyrene implementeres. Studenten skal altså implementere fagspesifikke algoritmer (3.2 – Ca). For at logikken i en formel skal bli riktig, må hun kunne forstå (2.7 – Bc), forklare (4.3 – Bc) og implementere (3.2 – Bc) årsaks-/virkningssammenhenger. Den grunnleggende tenkingen er akkurat den samme på et ruteark og i et regneark.

Beregninger skal imidlertid ikke inn i alle cellene i modellen. En student må derfor vurdere hvilke celler som skal inneholde formler (5.2 – Cc). Hvis hun har trent mye på tilsvarende problemstillinger tidligere, vil hun kunne gjenkalle et mønster (1.2 – Cc). Også dette er likt i et regneark og på et ruteark.

I et regneark må formlene være dynamiske for at modellen skal være simulerbar. En dynamisk formel oppdateres automatisk når fakta (inndata) endres. Dette får en student til ved å konstruere formler som består av celleadresser (for eksempel = $\$B\$12*\$B\13) og ikke konkrete verdier (for eksempel = $25000*100$).

En student tar da i bruk nye begreper (3.2 – Da). Celleadressene må dessuten kategoriseres som relative, blandede og absolutte i formler som skal kopieres for å unngå feil i kopiene. Denne abstraheringen og kategoriseringen er en kognitiv utfordring som rutearkbrukere ikke blir eksponert for.

Disse må i stedet slavisk gjenta den samme beregningsprosedyren i flere ruter (se Figur 4). Det å gjenta en prosedyre som du allerede behersker, utfordrer deg kognitivt i liten grad.

I Figur 4 er modellberegninger gjort for År 1 (C20:C23). I et regneark kan en student kopiere disse formlene til D20:F23 i stedet for å sette dem inn manuelt i hver enkelt rute. Det går raskt å kopiere, og det gir færre feil når celleadressene i formlene som skal kopieres er kategorisert riktig (det vil si absolutt, blandet eller relativ).

Beslutningskritisk beregning

Beregningen av nåverdi er basert på en fagspesifikk algoritme, men alle nødvendige inndata er ikke oppgitt blant fakta slik de er til beregningene som gjøres i modellen. Her må studenten implementere beregningsalgoritmen delvis basert på beregninger hun selv har gjort i modellen sin (prosjektets netto kontantstrøm) og delvis på fakta som er oppgitt. Det dreier seg derfor om å implementere en algoritme (3.2 – Ca), ikke bare om å utføre den. Dette er uavhengig av artefaktbruken.

På et ruteark må imidlertid nåverdien beregnes for hvert enkelt år i kontantstrømmen (se B24:F24 i Figur 5) og deretter summeres i svarcellen (C6). Dette kan også gjøres i et regneark, men der er den forhåndsprogrammerte NNV-funksjonen (netto nåverdi) et mindre arbeidskrevende og raskere alternativ. Funksjonen kan registreres direkte i C6 der svaret skal vises. Svaret blir imidlertid det samme i rutearket og i regnearket når de to algoritmene implementeres riktig. De kognitive utfordringene er mer eller mindre identiske, men arbeidsmengden er ulik.

Fatte beslutning om å investere eller ikke

Investeringsbeslutningen som skal fattes, må være i samsvar med studentens beregningsresultat. Dersom nåverdien til prosjektet er positiv, lønner det seg å investere – ellers ikke. Studenten må derfor evaluere nåverdien til prosjektet og fatte beslutning ut fra dette kriteriet (5.2 – Cc). Beslutningskriteriet, og dermed også beslutningen, er uavhengig av artefaktbruken.

	A	B	C	D	E	F	G
18	Modell	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	
19	<i>Investering/desinvestering</i>	-4 700 000				420 000	
20	<i>Innbetalinger fra driften</i>		2 500 000				
21	<i>Variable betalbare kostnader</i>		- 625 000				
22	<i>Faste betalbare kostnader</i>		- 300 000				
23	<i>Prosjektets netto kontantstrøm</i>	-4 700 000	1 575 000				
24							

Figur 4. I et regneark kan formler kopieres, i et ruteark må de gjentas.

	A	B	C	D	E	F	G
5	Spørsmål						
6	Prosjektets netto nåverdi før skatt		36 727				
7	Bør Ole Olsen investere i prosjektet?						
17							
18	Modell	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	
19	Investering/desinvestering	-4 700 000				420 000	
20	Innbetalinger fra driften		2 500 000	2 500 000	2 500 000	2 500 000	
21	Variable betalbare kostnader		- 625 000	- 625 000	- 625 000	- 625 000	
22	Faste betalbare kostnader		- 300 000	- 300 000	- 300 000	- 300 000	
23	Prosjektets netto kontantstrøm	-4 700 000	1 575 000	1 575 000	1 575 000	1 995 000	
24	Nåverdi	-4 700 000	1 369 565	1 190 926	1 035 588	1 140 648	

Figur 5. I et ruteark må nåverdien beregnes for hvert enkelt år og så summeres. I et regneark kan NNV-funksjonen utføre alle disse operasjonene i én enkelt prosedyre.

Tabell 2 oppsummerer resultatene av den taksonomiske analysen.

Taksonomiparene 3.2 – Ca og 5.2 – Cc gjentas to ganger i Tabell 2 (se x2). Teller vi antall par, finner vi at 11 av taksonomiparene (2 + 4 + 5) er knyttet til lavere ordens kognitive nivå, men 6 er på høyere ordens nivå. To av 17 taksonomipar handler om å huske.

Paret 3.2 – Da er unikt for regneark (anvendelse av relative, absolutte og blandede celleadresser i formler). De øvrige taksonomiparene er felles.

Diskusjon

Kognitive utfordringer

Motivet med analysen i forrige hovedavsnitt var å få svar på spørsmålet om hvorvidt et regneark som artefakt inneholder så mye kunnskaper i seg selv at også en student med overflatiske finanskunnskaper kan få til å utvikle en god løsning.

Tabell 2. Resultatene fra den taksonomiske analysen. Bare paret 3.2 – Da er unikt for regneark. Alle de øvrige er felles

Kunnskapsdimensjonen	Den kognitive prosessdimensjonen					
	1 Huske	2 Forstå	3 Anvende	4 Analysere	5 Evaluere	6 Skape
A Faktakunnskap		2.5 – Ab		4.3 – Ab		
B Begrepskunnskap	1.2 – Bc	2.7 – Bc	3.2 – Bc	4.2 – Bc 4.3 – Bc		
C Prosedyrekunnskap	1.2 – Cc	2.7 – Cc	(3.2 – Ca) × 2 3.2 – Cb		(5.2 – Cc) × 2	
D Metakognitiv kunnskap		2.7 – Da	3.2 – Da		5.2 – Da	
Antall taksonomipar	2	4	5	3	3	0

Resultatet av den taksonomiske analysen, slik den presenteres i Tabell 2, viser at et ruteark *ikke* gir større kognitive utfordringer enn et regneark ved å utvikle finansmodellen i Figur 2. Tvert imot.

Det å lage dynamiske formler basert på relative, absolutte eller blandede celleadresser, løfter implementeringen av modellens beregningsprosedyrer opp på et høyere abstraksjonsnivå i et regneark. Dette reflekteres i taksonomiparet 3.2 – Da i Tabell 2, som er unikt for dette artefaktet.

I et regneark går det raskere å bruke den innebygde NNV-funksjonen til nåverdiberegninger enn å gjøre disse manuelt på et ruteark (se Figur 5). En student som implementerer NNV-funksjonen uten å forstå hva den gjør, vil basere seg på overflatekunnskaper. Argumentet er imidlertid også gyldig for en student som pugger den “manuelle” nåverdiformelen og implementerer denne mekanisk på et ruteark.

Et artefakt – om det er et ruteark eller et regneark – kan ikke tenke selv. Tenkingen må gjøres av studentene (Säljö, 2001). Den taksonomiske analysen i forrige hovedavsnitt er derfor i svært liten grad avhengig av artefaktet som brukes – ruteark eller regneark. De kognitive utfordringene er nesten identiske.

Den taksonomiske analysen i Tabell 2 viser at oppgaven, både om den løses i regneark eller på ruteark, utfordrer studentene i betydelig grad på høyere ordens kognitive nivå (6 av 17 taksonomipar). I en akademisk kontekst er dette et attributt ved dybde- eller kvalitetslæring (Pettersen, 2005).

Grunnlaget for den taksonomiske analysen faller imidlertid bort dersom studentene tidligere har drillt mye på lignende problemer, fordi da vil også studenter med en overflatetilnærming kanskje klare å løse oppgaven. Men også forhåndsdrilling er uavhengig av artefaktet som brukes.

Simuleringer

Et artefakt har ingen egenverdi, men er avhengig av at brukeren forstår hva det kan brukes til. En slik forståelse er betinget av den sosiale praksisen brukeren er en del av. Artefaktet er derfor, i et sosiokulturelt perspektiv, en bærer av kulturen det er skapt i (Vygotsky, 1978).

På et ruteark blir sluttproduktet til en student et statisk løsningsforslag på et stykke papir. Når et regneark brukes som artefakt, kan sluttproduktet bli noe mer. Løsningen i Figur 3 er en dynamisk finansmodell som kan mediere en praksisnær kontekst.

Denne konteksten kan skape nye lærings situasjoner hvis modellen brukes til simuleringer. Simuleringene kan danne grunnlaget for faglige diskusjoner og refleksjoner mellom deltakere i læringsfellesskapet. Læringsutbyttet kan dermed øke for alle (Shulman, 2002; Østerud, 2009). Ved å modellere sine faglige refleksjoner i et regneark, kan studentene også bli dyktigere i økonomisk teori (Marriott, 2004).

Simuleringer kan også gjøres manuelt på et ruteark, men dette er svært tid- og arbeidskrevende fordi mange beregninger må gjøres på nytt ved den minste endring i inndata.

En student med liten eller ingen kjennskap til finansfaget, vil få et beskjedent læringsutbytte av å simulere fordi det vil være vanskelig å forstå konteksten som finansmodellen forsøker å mediere. Den intenderte læringssituasjon vil i så fall ikke være til stede for henne. Men etter hvert som hun lærer, vil hun få større forståelse for konteksten og vil kunne gå fra å være en legitim perifer deltaker til et fullverdig medlem i læringsfellesskapet (Lave og Wenger, 1991).

Regnearket er et artefakt som også kan gjøre det mulig for studenter å arbeide sammen i pedagogiske par med oppgaveløsningen. I slike par kan to studenter arbeide i fellesskap med å løse oppgaver på én maskin. Det parvise samarbeidet vil fremme faglig dialog mellom de to, og de kan støtte hverandre i arbeidet med å utfordre sine nærmeste utviklingssoner (Williams og Upchurch, 2001).

Konseptet med problemløsning i pedagogiske par på PC er forankret i sosiokulturell læringsteori (Säljö, 2001), som legger vekt på at kunnskap konstrueres i en sosial praksis når mennesker arbeider mot et felles mål eller gjennom utfordringer som blir synliggjort i dialog mellom mennesker med ulike perspektiver (Salomon, 1993).

Digital skoleeksamen

Eksamen er grunnleggende i studentenes læringserfaring, og den definerer hva studentene betrakter som viktig i læringsarbeidet (Brown og Knight, 1994).

Studentene som gjennomfører finanskurset vårt blir dyktige i regneark, og de ønsker naturligvis å bruke dette verktøyet også til eksamen. Dette er også nødvendig for at kurset skal være konstruktivt innrettet (Biggs, 1996) siden regneark brukes til problemløsning i alle fagets praktiske fasetter.

Datalaboratorier med begrenset kapasitet er imidlertid en fysisk utfordring som vi har løst ved å la studentene bruke egne PC-er også på skoleeksamen.

Eksamensoppgavene blir levert ut og samlet inn elektronisk. Internett og egen harddisk er tilgjengelig under eksamen, med de muligheter det gir for kommunikasjon og juksing. Men vi forsøker å hindre eksamensjuks på flere måter.

Studentene får samme oppgave til eksamen (som f.eks. den i Figur 2), men alle med ulike tall (se B10:B16 i Figur 2). Dermed blir ingen svar like.

Faktaene som skal brukes i formlene settes dessuten inn i randomiserte celler i området A10:B16. Med randomiserte verdier og randomisert plassering av verdiene, blir også studentenes formler forskjellige. Å få informasjon om en annens formler er derfor uten verdi.

Studentene får dessuten mindre tid på seg til den digitale eksamenen (2,5 timer) enn hva de får på en tradisjonell eksamen (4 timer) siden de arbeider raskere og mer effektivt på PC. Mindre tilgjengelig tid bidrar til at studentene prioriterer å arbeide med egne løsninger fremfor å hjelpe andre.

På eksempeloppgaven, som også har vært gitt til eksamen på vår handelshøyskole, ble skåren tilnærmet normalfordelt i en gruppe med 131 studenter. Dette kan tyde på at gjenkjennelsen ikke var spesielt stor blant disse studentene. De opplevde i stedet at de måtte anvende etablert kunnskap på en ny problemstilling.

Tabell 3. Sammenligning av ruteark og regneark ved utvikling av finansmodeller

	Ruteark	Regneark
Krav til forhåndskunnskaper om artefaktet	Studenter som begynner på et høyere økonomistudium behersker neppe finanskalkulator.	Elever lærer å bruke regneark fra 7. trinn i barneskolen. De fleste behersker dette artefaktet når de starter på et økonomistudium.
Implementering av beregningsprosedyrer i modellen	Hver enkelt beregning i modellen må implementeres manuelt, men er beregningsresultatet helt likt, kan dette bare gjentas (se Figur 4).	Beregninger som skal gjentas kan enkelt kopieres forutsatt at formlene bygger på celleadresser i regnearket. Slike formler stiller større krav til abstrakt tenkning enn formler basert på konkrete verdier.
Implementering av beslutningskritisk beregning	Prosedyren for å beregne nåverdi må gjentas for hvert enkelt år (se rad 24 i Figur 5), og så må verdiene summeres (se C6 i Figur 5).	Den forhåndsprogrammerte NNV-funksjonen (netto nåverdi) kan implementeres direkte i cella der resultatet skal vises (se C6 i Figur 3).
Bygging av modellstrukturen	Tilnærmet identiske kognitive utfordringer (se resultatet av den taksonomiske analysen i Tabell 2).	
Sluttproduktet	Et statisk løsningsforslag som ikke kan brukes til simuleringer eller gjenbrukes.	En dynamisk finansmodell som kan brukes til simuleringer og danne grunnlaget for faglige diskusjoner og refleksjoner. Modellen kan dessuten gjenbrukes.
Til eksamen	Velegnet og utprøvd teknologi ved individuelle skoleeksamener. Liten risiko for juks. Kostbar å administrere.	På store kurs er institusjonene avhengig av at studentene bruker egne PC-er med tilgang til egen harddisk og Internett. Dette gir større jukserisiko. Studentene ønsker å bruke digitale verktøy i studiene sine, også til eksamen. Det viser blant annet studentaksjonen "PC på eksamen" som fant sted høsten 2011. ¹

Konklusjon

I artikkelen er Blooms reviderte taksonomi for det kognitive domenet brukt som analysemetode for å kunne svare på om bruk av regneark som artefakt i stedet for ruteark bidrar til finansfaglig overflatelæring hos studenter. Overflatelæring kjennetegnes av pugging og drilling.

Analysen viser at bare to av 17 taksonomipar er knyttet til å huske, mens seks er koblet til høyere ordens kognitive nivå (Tabell 2). Dette resultatet er uavhengig av artefaktbruken. Siden eksempeloppgaven er en læringsressurs i et finansemne i bachelprogrammet, kan

det være konstruktivt å utfordre studentene mer på lavere ordens kognitive nivå enn på høyere ordens nivå.

Konklusjonen er i samsvar med NRØAs ønske om at studentene på bachelornivået skal få trening i å anvende kunnskaper og øving i analytiske ferdigheter. For å løse eksempeloppgaven kreves det dyp finansfaglig innsikt. Det er ikke tilstrekkelig med overflatiske fagkunnskaper.

Resultatet av den taksonomiske analysen (Tabell 2) viser at et ruteark *ikke* gir større kognitive utfordringer enn et regneark ved utvikling av finansmodeller, men mindre.

Det å lage dynamiske formler basert på relative, absolutte eller blandede celleadresser løfter implementeringen av modellens beregningsprosedyrer opp på et høyere abstraksjonsnivå i et regneark.

Det ekstra kognitive strevet kan imidlertid gi god ‘pay-off’ ved at en student kan spare tid på å slippe å gjenta manuelle rutineprosedyrer. Formler kan kopieres i et regneark. Enda viktigere er det imidlertid at dynamiske finansmodeller kan brukes til simuleringer og fungere som læringsressurser i seg selv ved å stimulere til faglige diskusjoner og refleksjoner blant deltakere i et læringsfellesskap (Lave og Wenger, 1991).

Skjer dette, vil regnearket som artefakt kunne bidra til større faglig læringsutbytte enn alternativene kalkulator og rentetabeller. Med ‘på kjøpet’ får studentene digital kompetanse som er etterspurt i videre studier og i yrkeslivet.

Litteraturliste

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (Eds.): (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives, Complete Edition*, New York: Longman.
- Baker, J. E. & Sugden, S. J. (2003). Spreadsheets in education: The first 25 years. *Spreadsheets in Education*, 1 (1), 18–43. Hentet fra <http://epublications.bond.edu.au/ejsie/vol1/iss1/2/>
- Biggs, J. (1996). Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*, 32, s. 1–18.
- Bloom, B., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational objectives Handbook Book 1: The cognitive domain*. New York: Daved McKay & Co.
- Brown, S. & Knight, P. (1994). *Assessing learners in higher education*. London: Kogan Page.
- Gynnild, V. (2011). Kvalifikasjonsrammeverket: Begreper, modeller og teoriarbeid. *Uniped*, 34(2), s. 18–32.
- Lave, J. & Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marriott, N. (2004). Using computerized business simulations and spreadsheet models in accounting: a case study. *Accounting Education: an international journal*, 13(suppl. 1), s. 55–70.
- Marton, F. & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning: I. Outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46, s. 4–11.
- NRØA (2011). Plan for bachelor i økonomi og administrasjon – vedtatt 17. oktober 2011.
- Ottesen, G. (2011). Nasjonalt kvalifikasjonsrammeverk – riktig intensjon, men feil virkemiddel. *Uniped*, 34(4), s. 34–47.
- Pettersen, R. C. (2005). *Kvalitetslæring i høyere utdanning: Innføring i problem- og praksisbasert didaktikk*. Oslo: Universitetsforlaget.

- Powell, S. G. & Baker, K. R. (2004). *The Art of Modeling with Spreadsheets: Management Science, Spreadsheet Engineering, and Modeling Craft*. New York: Wiley.
- Salomon, G. (1993). *Distributed Cognitions: Psychological and Educational Considerations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Shulman, L. S. (2002). Making differences. A table of Learning. *Change*, 34(6), s. 36–44.
- Säljö, R. (2001). *Läring i praksis. Et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen Akademisk Forlag.
- St.meld. nr 27 (2000/2001). *Gjør din plikt – Krev din rett. Kvalitetsreform av høyere utdanning*. Oslo: Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet. <http://www.regjeringen.no>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society. The Development of higher Psychological Processes*. Cambridge Mass: Harvard University Press.
- Williams, L. & Upchurch, R. L. (2001). In support of student pairprogramming. I Proc. 32nd SIGCSE Technical Symp. Computer Science Education, ACM, 327–331.
- Østerud, S. (Red.) (2009). *Enter. Veien mot en IKT-didaktikk*. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Note

- 1 http://www.nrk.no/lyd/studentaksjon_for_pc_pa_eksamen/2955D8DC4BD9E8E9/emne/student/