

Studenters forestillinger, holdninger og følelser overfor matematikk.

Elna Svege

Som hovedfagsstudent i matematikdidaktikk ved Høgskolen i Agder skrev jeg i 1995/1996 hovedfagsoppgaven: "Affektive sider ved studenters læring og undervisning av matematikk" (Svege, 1996). En del av denne oppgaven var et forsøk på å kartlegge noen av studentenes forestillinger, holdninger og følelser til matematikk når de begynner på en høgskole.

Denne artikkelen er en kort presentasjon av det affektive området, samt noen av de resultatene som kom fram av en spørreundersøkelse, og en diskusjon av disse resultatene. Spørreundersøkelsen viste blant annet at de fleste studentene:

- * *definerer matematikk primært som regning med tall ved hjelp av de fire regningsarter*
- * *mener at matematikk stort sett består av fakta og fremgangsmåter som må læres utenat*
- * *ser på matematikk som et statisk fag som er fast og forutbestemt, der det er få muligheter til å gjøre forandringer*
- * *mener de har små muligheter til å oppdage ting selv, siden det meste allerede er utforsket og oppfunnet av matematikerne*
- * *mener at noen er født med anlegg for matematikk, men alle med vanlige evner kan lære seg matematikk*
- * *mener at de ikke kan lære seg matematikk på egenhånd, men er avhengig av en autoritet til å fortelle dem hva som er riktig og galt*
- * *mener at det er bare ett riktig svar på problemer, men flere fremgangsmåter for å komme fram til det riktige svaret*
- * *mener at det er viktig å reflektere over hvorfor fremgangsmåter virker og hvorfor svaret er riktig, men dette følges ikke alltid opp i praksis*
- * *er enig i at matematikk kan være gøy*
- * *studerer matematikk fordi det er en del av studiet, men også fordi matematikk er nyttig i andre fag og i senere jobb*
- * *ser på matematikk som et viktig fag*
- * *legger mest vekt på den profesjonelle siden av læringjærningen framfor mer affektive sider, når de skal karakterisere en god lærer*

En av tre studenter mener matematikk er kjedelig og en av fem studenter får panikk når de blir konfrontert med en matematikkoppgave.

Elna Svege er førstekonsulent i administrasjonen ved avdeling for realfag, Høgskolen i Agder, Kristiansand, Norge.

1. Bakgrunn og innledning

Artikkelen er skrevet på bakgrunn av hovedfagsoppgaven "Affektive sider ved studenters læring og undervisning av matematikk" (Svege, 1996). Interessen for dette området fikk jeg gjennom mitt arbeide som hjelpelærer på et matematikkurs for økonomer, og gjennom mitt arbeide med ei støttegruppe for noen av disse studentene.

I 1995 gjennomførte jeg så en spørreundersøkelse på KVANT 101 som er et obligatorisk grunnkurs i matematikk med økonomiske anvendelser. Kurset er på to vekttall (1 års studium = 20 vekttall), og blir gitt i første semester for studenter på det økonomisk administrative studiet, studiet i offentlig administrasjon, studiet systemering og databehandling og kjemiøkonomstudiet. Dette er 2-3 årige yrkesrettede studier. Kurset gir en elementær innføring i funksjoner av en eller flere variable med vekt på derivasjon, kurvedrøfting og maksimum- og minimumsproblem.

I hovedfagsoppgaven presenteres spørreundersøkelsen som blir fulgt opp med 17 intervjuer av studenter. Hensikten med denne artikkelen er å drøfte i hvilken grad affektive faktorer kan hemme eller fremme læring av matematikk og gi noen eksempler på aktuell forskning. Artikkelen presenterer også spørreundersøkelsen som kartlegger noen av studentenes forestillinger, holdninger og følelser ved start på en høyskole.

Matematikk er på mange måter et fag som oppfattes forskjellig fra andre fag. Når jeg forteller at jeg jobber med matematikk opplever jeg ofte reaksjoner som at vedkommende trekker seg ut, eller er rask med å konstatere at «jeg var aldri noe flink i matte», eller at de beundrer de som kan drive med matematikk og sier: «du må være veldig flink». Det er på en måte akseptert å ikke være så flink i matematikk, jeg tror ikke det hadde vært like akseptert å si at en ikke er så flink til å lese. Matematikk bygger dessuten på et eget symbolspråk som mange finner vanskelig å forstå.

Det å lære matematikk består ikke bare av kognitivt arbeide. Affekt vil på mange måter virke inn på læringa. Affektive faktorer kan blant annet være avgjørende for hvor mye krefter en setter av til læringa, hvilke tilnæringsmetoder en vil velge for å løse et problem, om en velger matematikkurser og hvor mange en velger i videregående skole.

Hvorfor er det nyttig å studere affektive sider ved matematikklæring og undervisning? En viktig grunn er å finne måter å hjelpe studenter til å lære matematikk, en annen viktig grunn er at det er et mål i seg selv å skape positive forestillinger, holdninger og følelser til matematikk.

2 Beskrivelse av det affektive området.

Når lærere snakker om sine timer i matematikk, snakker de like gjerne om elevenes entusiasme eller mangel på entusiasme i timene, som om elevenes kognitive ferdigheter. Affektive sider spiller altså en viktig rolle i matematikklæring

For å få en oversikt over det affektive området, kan dette deles inn i forestillinger, holdninger og følelser til matematikk. (McLeod, 1989; 1992; 1994; Malmivuori, 1994; 1995; Pehkonen, 1994 a, b; 1995).

Affekt varierer i intensitet og i retning (positiv eller negativ). En vanlig negativ og ofte intens reaksjon er frustrasjon når en står fast eller ikke forstår. En aha-opplevelse er en intens og positiv reaksjon. Andre reaksjoner som for eksempel det å like en oppgave fordi den har tilknytning til det virkelige liv synes å være mindre intens. I problemløsning kan følelsene svinge fra positive (når en føler en gjør fremskritt), til negative følelser (når en kjører seg fast), og så tilbake til positive følelser igjen dersom en fortsetter og gjør nye fremskritt. Utslagene kan være ganske store i hver retning. Affektive reaksjoner varierer også i stabilitet. Forestillinger og holdninger er relativt stabile og vanskelige å forandre, mens følelser kan forandre seg raskt.

Gjentatte følelser kan bli mer stabile og etter hvert bli en holdning. Det vil være rimelig å anta at en student som stadig opplever nederlag og negative følelser ved problemløsning, vil utvikle et negativt syn på problemløsning, som vil være stabilt og permanent. Den emosjonelle tilstanden kan bli et karaktertrekk med det resultat at studenten alltid vil bli engstelig når han konfronteres med et problem. Resultatet kan bli at studenten unngår eller gir fort opp ved løsning av slike oppgaver. Dette blir da en holdning til matematikk.

Forestillinger, holdninger og følelser varierer også med hensyn til i hvilken grad kognisjon er involvert. Forestillinger er hovedsakelig kognitive og bygges opp over forholdsvis lang tid. Følelser har en mye større affektiv komponent og kan oppstå i løpet av kort tid.

Forestillinger, holdninger og følelser er skrevet i rekkefølge slik at graden av affekt øker, graden av kognisjon avtar, intensiteten øker, og stabiliteten avtar.

Det som ofte gjør det ekstra vanskelig å beskrive det affektive området, er at samme ord har blitt gitt ulikt meningsinnhold. Affekt blir for eksempel ofte brukt av psykologer til å indikere varme og kraftfulle emosjonelle reaksjoner, mens forskere fra utdanningsmiljøer ofte bruker affekt om et vidt spekter av forestillinger, holdninger og følelser. Angst blir videre ofte beskrevet som redsel, da er angst intens og ladet med følelser, mens andre bruker angst om det å like og ikke like, altså en mindre intens holdning (Hart 1989).

2.1 Forestillinger

Forestillinger kan innehas med varierende grad av overbevisning. De er ikke knyttet til en kontekst, og den som innehar forestillingen er klar over at andre kan ha andre forestillinger.

Det er vanligvis lettere å utvikle en ny forestilling på et område hvor det ikke eksisterer forestillinger på fra før, enn å forandre en forestilling som allerede eksisterer. Nye forestillinger blir satt inn i et system av forestillinger, slik at en forestilling aldri opptrer isolert fra alle andre. Nye forestillinger blir satt sammen med andre etter som individet ser disse i sammenheng med de eksisterende. På denne måten konstruerer individer sine egne systemer av forestillinger om matematikk. Forestillinger om matematikk som passer inn med tidligere forestillinger adopteres lettere enn de som ikke passer inn (Underhill, 1988).

Forskere fra politiske vitenskaper og sosialpsykologi har fokusert på organiseringen av forestillinger. Green (1971) introduserer tre dimensjoner når han skal forklare egenskaper ved organiseringen:

1. *Primære og avledede forestillinger.* En forestilling er aldri uavhengig av andre forestillinger. Systemer av forestillinger kan ikke sies å være logiske, siden systemene blir ordnet etter som individene selv ser sammenhengene mellom forestillingene. Med andre ord vil hver person ha sitt eget system av forestillinger, noen vil være primære forestillinger, mens andre vil være avledede forestillinger. Dette systemet er unikt for hver person, og det reflekterer tenkemåten og verdissettinga til den aktuelle personen. Et eksempel for å illustrere dette: En lærer kan ha følgende forestilling: «Teknologi er et viktig hjelpemiddel i undervisninga». Denne forestillinga kan ses på som en primær forestilling som kan gi opphav til flere avledede forestillinger. Eksempler på avledede forestillinger kan være: «Lærere bør bruke kalkulator så ofte som mulig i undervisninga». «Skolen burde investere penger til flere datamaskiner». «Alle klasser bør ha adgang til datamaskiner til enhver tid» og så videre.
2. *Psykologisk sentrale og perifere forestillinger.* Noen forestillinger er viktigere enn andre for den enkelte. En person kan være så overbevist om at en forestilling er riktig, at han aldri stiller spørsmål om dette stemmer. Green kaller en slik forestilling om matematikk en *psykologisk sentral forestilling*. Denne forestillingen er vanskelig å forandre, siden den blir oppfattet som veldig viktig for personen. Perifere forestillinger er av mindre betydning, og er mye lettere å forandre. Et eksempel for å illustrere

dette: En student kan ha følgende sentrale forestilling: «Kunnskaper i matematikk kommer fra læreren». Perifere forestillinger i sammenheng med denne kan da være: «Et svar er riktig når læreren godkjenner det». «Jeg kan bare gjøre det bra i matematikk dersom jeg får den «riktige» læreren». «Dersom jeg står fast på et problem, kan jeg ikke komme videre før jeg har fått hjelp av læreren» og så videre.

3. *Gruppering (Cluster)*. Forestillinger opptrer i grupper som ikke nødvendigvis hører sammen, eller som bare er løst knyttet til hverandre. Dersom en person har motstridende forestillinger er det naturlig å anta at disse tilhører forskjellige grupper som er isolert fra hverandre. Et eksempel kan være: En elev adderte brøker ved å addere tellerne og nevnerne. Den samme eleven løste samme brøkoppgave som var vist ved hjelp av tegninger helt korrekt. Eleven aksepterte begge svarene som riktig. Dette kan forklares ved at de to algoritmene for å løse problemet må ligge i forskjellige grupper av forestillinger.

Noen forestillinger gir større negative konsekvenser enn andre. På den andre sida så vil forestillinger som er «riktig» organisert være til støtte og hjelp i læring, de vil for eksempel være med å utvikle forestillingene videre. På hvilken måte bør så systemer av forestillinger konstrueres for å få ei så «riktig» organisering som mulig? Green (1971) presenterer noen egenskaper ved strukturen til forestillingene som kan hjelpe oss å svare på det spørsmålet. Dess færre psykologisk sentrale forestillinger det eksisterer, dess lettere er det å påvirke forestillingene når det er nødvendig. Da er det lettere for studentene å diskutere emner forbundet med forestillingene og bedømme om de er hensiktsmessige for dem i matematikklæring.

Studentene burde ha så mange forestillinger som mulig som er bygget opp fra virkeligheten. Det innebærer at studentene også tar med årsakene til forestillingene, dermed får læringa større betydning. Ved å legge til årsakene bak forestillingene vil systemene av forestillinger bli mere likt et system av kunnskap. Det betyr at forestillingene er bundet sammen med hverandre på en mere logisk måte. Studentene vil da oppfatte sammenhengen mellom forestillingene og ordningen av dem så objektivt som mulig. Forestillinger basert på fakta, og en logisk ordning av forestillingene vil gjøre systemene mer konsistente. Studentene er mistenksomme til nye forestillinger. Når det er tilstrekkelig med grunner og beviser, vil de legge til nye forestillinger.

Det at forestillingene ligger i grupper kan hindre dannelsen av sammenhenger mellom forestillinger i ulike grupper. Dermed kan en risikere at studenter bare henter kunnskaper fra en av gruppene

ved problemløsning. Det ideelle ville være at der var så mange sammenhenger som mulig mellom disse grupperingene. På den måten vil alltid nye forestillinger sees i sammenheng med tidligere forestillinger og grupperinger av disse, og da vil ikke ny kunnskap bli isolert fra tidligere kunnskap i matematikk.

Forestillinger i matematikk blir formet utfra studentenes erfaringer med matematikk. En hver opplevelse i matematikkundervisninga representerer en erfaring hvor studentene former forestillinger forbundet med matematikk. Slike systemer av forestillinger inneholder studentenes ubevisste og bevisste forestillinger om matematikk. De er basert på studentenes daglige observasjoner i klasserommet. Alt som skjer i klasserommet har en sterk effekt på studentens forestilling om matematikkens natur og om matematikkoppgaver, om matematikk-læring og undervisning, og om dem selv og matematikk.

I matematikkutdanninga kan vi plukke ut flere faktorer som har betydning for hva slags forestillinger som blir dannet. Innholdet i matematikk, det vil si hvilke tema som blir undervist er en faktor. Dette bestemmes av pensum. Undervisningsmaterieell som blir brukt er en annen faktor. Hva som blir brukt er igjen avhengig av pensum. Måten emner blir presentert på er en tredje faktor. Undervisningsmetodene er igjen avhengig av pensum og hva slags undervisningsmaterieell som blir brukt (Malmivuori, 1994). Disse faktorene er med på å bestemme hvilke forestillinger studentene bygger opp i matematikk.

Studentene samhandler med lærere og andre studenter. Utenfor klasserommet har foreldre, søsken og venner også betydning for dannelsen av forestillinger i matematikk.

2.2 Holdninger

Forskning på det affektive området i matematikk startet på mange måter utfra forskning på holdninger, men holdninger blir brukt som et generelt uttrykk for forestillinger om matematikk og forestillinger om seg selv. Det er derfor ofte vanskelig å skille mellom arbeider gjort på forestillinger og arbeider gjort på holdninger.

Holdninger er karaktertrekk som er relativt stabile, de er ikke tids- eller situasjonsavhengige som følelser. Holdninger i matematikk kan oppstå på to måter (McLeod, 1992; 1993; Malmivuori, 1994 b). En holdning kan være et resultat av automatisering av gjentatte emosjonelle reaksjoner til matematikk. Dersom en student for eksempel opplever gjentatte negative erfaringer ved problemløsning, så vil de emosjonelle reaksjonene etter hvert bli mindre intense og til slutt bli automatiske. Studenten vil utvikle negative holdninger til

problemløsning. En annen kilde til dannelse av holdninger er overføring av eksisterende holdninger til andre områder. En student som har utviklet negative holdninger til bevis i geometrien, kan for eksempel overføre disse holdningene til også å gjelde bevis i algebra.

Kulm (1980) hevder at det er en sammenheng mellom atferd og holdninger. Lærere vil ofte utfra elevenes atferd kunne si noe om deres holdninger. Holdninger vil påvirke atferden, men atferden vil også påvirke holdninger. For eksempel så kan det at en ikke liker matematikk (holdning) føre til at en ikke følger med i timen (atferd), eller en god karakter på en prøve (atferd) kan føre til at en liker matematikk (holdning).

2.3 Følelser

Matematikk er et fag der det ofte uttrykkes mye følelser. Alle har vel hørt utbrudd som: «Jeg hater matematikk», «Jeg hater å stå framme på tavla» eller «Jeg ble så glad, da jeg fant en løsning på problemet». Ved løsning av matematikkoppgaver vil også følelsene svinge fra negative (frustrasjon) når en står fast, til positive når en kommer videre.

For å se på opphavet til følelser beskrives noen av Mandlers (1984; 1989) teorier. Han legger vekt på individets forventninger, sammen med avbrytelser i planer, for å forklare opphavet til følelser.

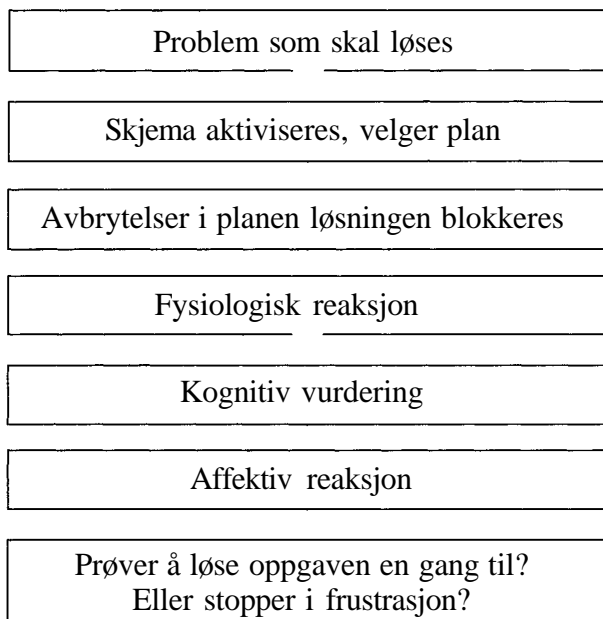
Mandlers syn er at de fleste affektive faktorer dannes fra emosjonelle svar på avbrytelser av planer eller planlagt oppførsel (se figur 1). Planer oppstår ved aktiviseringen av et skjema. Skjema produserer en handlingssekvens, og dersom de forventede handlingssekvenser ikke kan fullføres som planlagt, vil en blokkering eller uoverensstemmelse etterfølges av en fysiologisk respons. Den fysiologiske reaksjonen oppstår som økt hjerteaktivitet og muskelspenning. Reaksjonen fungerer som en mekanisme for å gjenopprette individets oppmerksomhet. På samme tid som den fysiologiske reaksjonen oppstår, vil individet forsøke å vurdere meningen med denne uventede eller problemfylte blokkeringen.

Vurderingen av avbrytelsen kan klassifiseres på en av flere måter; en hyggelig overraskelse, en irritasjon eller en katastrofe. Den kognitive vurderingen av den opprinnelig avbrytelsen bestemmer meningen av den fysiologiske responsen. Dette blir reflektert i det emosjonelle svaret til individet.

Avbrytelsen fører til denne fysiologiske og kognitive reaksjonen fordi den er i strid med forventningene. I følge Mandler så liker ikke mennesker erfaringer som er i strid med forventningene, de foretrekker forutsigbare, kontrollerte erfaringer. Responsene Mandler snakker om, skjer så fort at vi ikke nødvendigvis er klar over denne

prosessen. Mandler inkluderer altså både bevisst og ubevisst bearbeiding av avbrytelsen. På denne måten fanger han inn sammenhengen mellom kognisjon og følelser.

Analysen av meningen med avbrytelsen inneholder flere deler. For det første kommer meningen fra den kognitive tolkningen av avbrytelsen. Denne meningen vil være avhengig av individets kunnskaper, forestillinger og holdninger. For det andre varer normalt ikke avbrytelser som leder til følelser veldig lenge. Individet vil normalt tilpasse seg den uventede situasjonen og tolke den i den konteksten den oppstår, og videre prøve å finne andre måter å fortsette den opprinnelige planen på. For det tredje vil gjentatte avbrytelser i samme kontekst etter hvert gi følelser som er mindre intense. Vi reduserer kravet til den kognitive bearbeidinga ved å svare automatisk og mindre intenst etter hvert som samme avbrytelse gjentas. Det vil si at våre responser på avbrytelsen etter hvert blir mere stabile og forutsigbare og begynner å ligne en holdning.



Figur 1: Affekt og problemløsning.

Et eksempel for å illustrere Mandlers ideer: Tenk deg en elev med gode prestasjoner i matematikk. Han er vant til å regne rutineoppgaver som gir en rask løsning i løpet av et par minutter. Denne eleven blir så stilt overfor et problem som det kan ta dager å løse. Dersom nå eleven ikke er i stand til å finne en løsning innenfor et rimelig tidspunkt, så vil det oppstå en avbrytelse av planene. Tolkningen av

den avbrytelsen vil antagelig være negativ. Elevene beskriver dette vanligvis som frustrasjon. Dersom eleven klarer å komme over blokkeringen, rapporterer han positive følelser. Dersom eleven ikke klarer å løse problemet, og stadig opplever negative reaksjoner med problemløsnings-oppgaver, vil eleven utvikle stabile negative holdninger til denne typen oppgaver.

2.4 Metakognisjon

I forbindelse med det affektive området vil ofte andre beslektede begreper dukke opp, som for eksempel metakognisjon. Interessen for metakognisjon stammer fra et arbeid av Tulving & Madigan i 1970, der de kritiserte forskningen på minne. De kritiserte spesielt at ingen så på den menneskelige siden ved menneskets minne, nemlig det faktum at vi har kunnskap og forestillinger om våre minne prosesser. Flavell plukket opp dette ved å studere barns metaminne (Campione, Brown & Connell, 1989). Metaminne defineres som «generell kunnskap om minne», det kan være kunnskap om hukommelse, kunnskap om å lagre, hente fram informasjon, og et system av ferdigheter for planlegging, overvåking og evaluering av ens atferd i lærings- og hukommelsessituasjoner (Weinert, 1987). Metakognisjon ble nå etter hvert et populært forskningsfelt.

John Flavell og Ann Brown ses ofte på som forgrunnsfigurer for to ulike retninger innen metakognitiv forskning. Flavell (1987) definerer metakognisjon som kunnskaper om egen læring. I følge denne definisjonen er metakognisjon både en bevisst og ubevisst prosess. Brown (1987) definerer metakognisjon som regulering og kontroll av sin kognisjon. Da er metakognisjon en bevisst prosess. Når en i dag snakker om metakognisjon inkluderer definisjonen begge retninger. Metakognisjon refererer til den kunnskap og kontroll en har over egne kognitive prosesser (Garofalo, 1987; Pramling, 1987).

Mange har undersøkt hvilken rolle metakognisjon spiller i elevers og studenters problemløsning. Det er enighet om at hvordan man kontrollerer atferden mens man løser oppgaver har stor innvirkning på ens prestasjoner (Garofalo & Lester, 1985; Schoenfeld, 1985; 1987; 1992; 1993).

Kunnskap om kognisjon og seg selv som problemløser inkluderer kunnskap om ens sterke og svake sider, tendenser og typiske reaksjonsmønstre, kombinert med det å være klar over hvilket verktøy og strategier en har til disposisjon. Det gjelder også å kunne hente fram de riktige ferdigheter og strategier til riktig tid. Her spiller forestillinger om matematikk en viktig rolle. Våre forestillinger om matematikk kan

bestemme hvordan vi velger å nærme oss et problem, hvilke strategier vi vil bruke, hvor lang tid vi avsetter til problemet og så videre.

Kunnskap om kognisjon i problemløsning kan deles inn i tre kategorier (Flavell, 1987; Garofalo & Lester, 1985):

1. Kunnskap om personvariable.
Personkategorien inneholder hvilke kunnskaper og forestillinger en har om seg selv og andre som kognitive organismer. Et eksempel kan være en persons forestilling om at han/hun er flink i språk, men dårlig med tall.
2. Kunnskap om oppgavevariable.
Oppgavekategorien inkluderer kunnskap om formål og krav til oppgaver, så vel som faktorer og forhold som gjør en oppgave mer vanskelig enn andre.
3. Kunnskap om strategivariable.
Metakognitiv kunnskap om strategier inkluderer kunnskap om generelle og spesifikke kognitive strategier, sammen med det å vite når det er hensiktsmessig å bruke de ved utføring av en bestemt oppgave.

Kontrollaspektet av metakognisjon handler om planlegging av løsningsprosessen, etterprøving og vurdering av løsningsforslag underveis. En må for eksempel velge strategier for å forstå problemet, planlegge hvilke løsningsstrategier som skal benyttes, evaluere og regulere løsningsstrategiene underveis, evaluere resultatet og om nødvendig revidere eller forkaste resultatet.

Det å reflektere over egne handlinger er viktig for å utvikle metakognitive ferdigheter. Studentene må observere, analysere og evaluere deres egen matematiske kunnskap og oppførsel.

Garofalo (1987) sier at matematikkundervisningen har tradisjonelt lagt mer vekt på å innøve ferdigheter og teknikker for å mestre emner i matematikken. Det har blitt lagt lite vekt på å oppøve elevenes metakognitive ferdigheter. Mange elever utvikler selv slike ferdigheter, og mange lærere oppfordrer til refleksjon, men oppmerksomheten har vært mest rettet mot det å beherske emner i matematikken. Hvis vi ønsker at studentene skal bli mere aktive i læringen og utføringen av matematikk, så må vi rette oppmerksomheten mere mot å utvikle metakognitive ferdigheter.

2.5 Forskning på det affektive området

Lampert (1990) skriver:

Vanligvis er matematikkforbundet med sikkerhet, med å vite og å være i stand til å komme fram til rett svar raskt. Disse kulturelle antagelsene er formet av erfaring fra skolen; hvor det å utføre matematikk betyr å følge reglene bestemt av læreren; å kunne matematikk betyr å huske den rette regelen når læreren stiller et spørsmål; matematisk sannhet er bekreftet når læreren godkjenner svaret. Forestillinger om hvordan man utfører matematikk og hva det betyr å kunne matematikk i skolen tilegnes gjennom år med å se, lytte og øve.

(Lampert 1990, oversatt av forfatteren).

Frank (1988) undersøkte studenters forestillinger i «junior high school». Hun gir følgende typiske forestillinger:

1. Matematikk er beregning. Matematikk var for studentene de fire regningsartene. For å beherske disse er det nødvendig å huske de riktige algoritmene og reglene.
2. Matematikkproblemer bør kunne løses raskt, og ved hjelp av få trinn. Matematikkproblemer skulle være rutineproblemer med kjente algoritmer og regler til å løse disse. Ikke rutine problemer ble sett på som ekstraoppgaver utenfor den virkelige matematikken. Dersom ikke problemene ble løst forholdsvis raskt var det enten noe galt med oppgaven eller den som skulle løse den.
3. Målet med å utføre matematikk er å få «det rette svaret». Matematikk blir delt inn i å være enten «helt rett» eller «helt galt». Studentene fokuserer bare på svaret, og om dette var rett eller galt. Noen mente at det bare var læreren som kunne avgjøre om svaret var riktig. Dersom svaret var galt, så var det en verdiløs erfaring.
4. Studentenes rolle er å motta matematisk kunnskap for så å vise at kunnskapen er mottatt. Matematikk blir mottatt ved å lytte oppmerksomt i timene, lese i læreboka og jobbe med leksene. Ved å produsere de rette svarene viser du at du har mottatt matematikken. Dersom du får rett svar, så forstår du stoffet. Dersom du ikke får rett svar, så forstår du ikke stoffet.
5. Matematikklærerens rolle er å overføre matematikkunnskap og bekrefte at studentene har mottatt kunnskapen. Matematikklærerne forventes å gjennomgå stoffet i læreboka. Dersom læreren er flink til dette, så vil studentene være i stand til å få de rette svarene på lekser og tester. Læreren bekrefter svarene ved å sjekke svarene for å være sikker på at de er riktige.

Kloosterman (1991) skriver at studentenes forestillinger er nøkkelen til å forstå deres atferd. Hensikten med hans arbeid var å se på korrelasjoner mellom fire forestillinger om hvordan matematikk læres og prestasjoner i matematikk. Disse fire forestillingene handler om:

1. Selvtillit ved å lære matematikk.
2. Forklaringsmønster (attributional style). Forklaringsmønster går ut på å si noe om hvordan individer forklarer årsaker til suksess og fiasko.
3. Hardt arbeid.
4. Feil som en akseptabel fase i matematikklæring.

Konklusjonene i dette arbeidet er at forestillinger i matematikk er faktorer som påvirker prestasjoner, dermed må forestillinger tas i betraktning av lærerne. Flere studier har vist positive korrelasjoner mellom selvtillit og prestasjoner, lærere må derfor arbeide med å fremme studentenes selvtillit ved matematikklæring. Lært hjelpeløshet er en forestilling om at en ikke er i stand til å kontrollere sin egen skjebne eller overvinne fiasko. «Lært-hjelpeløse» studenter tror det er liten sammenheng mellom hardt arbeid og suksess, lærere må derfor fremheve for studentene at hardt arbeid er viktig. Noen studenter mener at det å gjøre det bra i matematikk betyr å gjøre det bedre enn andre, en bør derfor gjøre studentene oppmerksom på at å forbedre seg selv er viktigere enn å gjøre det bedre enn andre. Studenter med positive forestillinger gjør det bedre i matematikk, og studenter som gjør det bra i matematikk, har mer positive forestillinger. Det er derfor viktig å la studentene føle at de har suksess, for å fremme mere positive forestillinger. For å få slutt på den forestillingen at feil ikke er ønskelig i matematikk, bør studentene få utfordrende problemer slik at de ser at feil er en del av læringsprosessen.

Data fra «the National Assessment of Educational Progress» (Carpenter m.fl., 1980; 1983; Brown m.fl., 1988) viser at elever (undersøkelsene er gjort blant 13 og 17 åringer) som regel oppfatter matematikk som viktig for samfunnet, men mindre viktig for dem personlig og som vanskelig. Elevene mener matematikk er basert på regler og memorering, men det er samtidig viktig å vite hvorfor et svar er riktig.

Stodolsky m.fl. (1991) sammenlignet studentenes forestillinger og holdninger til samfunnsfag og matematikk. I samfunnsfag jobber elevene mere i grupper, utfører undersøkelser og jobber generelt mere med oppgaver som krever høyere-ordens tenkning. I matematikk, på den andre siden, bruker studentene mye mer tid på tavleundervisning etterfulgt av oppgaveregning. Blant unge elever er matematikk et av de best likte fagene, og på alle nivåer blir det vurdert til å være det

viktigste faget. Etter som elevene ble eldre, var der færre som rapporterte at de likte det, og mange syntes det var vanskelig. Samfunnsfag var blant de minst likte fagene på alle nivå, og ble plassert blant de minst viktige. Elevene karakteriserte positive og negative erfaringer i matematikk etter sine prestasjoner og evner, mens i samfunnsfag ble disse knyttet til om de finner det kjedelig eller gøy. Flere studenter trodde de kunne lære samfunnsfag på egenhånd, enn matematikk. Elevene uttrykte sterke følelser om læring og deres egne evner når de diskuterte matematikk i forhold til andre fag. Matematikkerfaringer ble spesielt omtalt med følelser av angst, skam og utilstrekkelighet.

Det er ikke vanskelig å forstå at slike forestillinger som jeg nå har gitt eksempler på, kan få negative konsekvenser. Schoenfeld (1985) gir noen eksempler på forestillinger hos elever, og hvilke konsekvenser disse kan få:

- * Forestilling: Formell matematikk har lite eller ingenting med virkelig tenking og problemløsning å gjøre.
- * Konsekvens: I et problem som krever undersøkelser vil ikke formell matematikk bli benyttet.
- * Forestilling: Matematikkproblemer kan løses i løpet av 10 minutter, hvis de kan løses i det hele tatt.
- * Konsekvens: Hvis problemet er uløst etter 10 minutter vil studenten gi opp.
- * Forestilling: Bare genier er i stand til å oppdage eller skape matematikk.
- * Konsekvens 1: Dersom en elev har glemt noe, så er det ikke noe å gjøre med det, fordi det er bare genier som er i stand til å utlede noe på egenhånd.
- * Konsekvens 2: Elever aksepterer algoritmer og prosedyrer og prøver ikke å forstå hvorfor disse virker. Prosedyrene kommer jo tross alt fra autoritetspersoner som kan dette.

Schoenfeld (1989) testet 230 matematikkelever i de tre siste årene på «High School» med et spørreskjema som inneholdt 70 lukkede spørsmål og 11 åpne spørsmål. Dataene viser at elevene var motivert og at de jobber hardt i matematikk, men problemløsning ser ut til å være kun retorisk for elevene. Elevenes svar viser at de for eksempel synes matematikk er interessant og at det å lære matematikk vil hjelpe dem til å tenke klarere. Den beste måten å lære matematikk er å huske reglene, og dersom et problem ikke lar seg løse innen 12 minutter, vil det være umulig å løse problemet.

Schoenfeld (1992) beskriver også et arbeide fra flere års observasjoner i geometriklasser i high-school. Disse dataene viser blant annet at:

1. Ingen av klassene løste det vi kan kalle problemer, kun øvingsoppgaver som krever kunnskap i små deler av emneområder.
2. Hjemmeleksene besto i å løse fra 18 til 45 "problemer".
3. En typisk test som ble gitt, ga studentene to minutter og ti sekunder på hver oppgave. Den underliggende beskjeden elevene får, er at hvis du forstår stoffet, så kan du løse oppgavene. Hvis du ikke kan løse oppgavene innenfor et rimelig tidspunkt, så forstår du ikke stoffet. På en spørreundersøkelse ble elevene spurt: «Hvis du forstår stoffet, hvor lang tid ville det ta å løse et typisk hjemmelekkse problem?». Svarene var på gjennomsnittlig 2,2 min. «Hvor lang tid er det rimelig å jobbe med et problem før du vet at det er uløselig?» Svarene var på gjennomsnittlig 11,7 min. Elever med en slik oppfatning vil gi opp et problem etter noen få minutters forsøk.

Stiegler & Perry (1989) fant at der er store kulturelle forskjeller i forestillinger hos foreldre, lærere og elever om matematikkens natur i USA og Japan. De deler forestillingene inn i:

1. Forestillinger om hva som er mulig.
2. Forestillinger om hva som er ønskelig.
3. Forestillinger om hva som er den beste metoden for å undervise matematikk.

Noen av forskjellene de fant var:

1. Elever i USA heller mer til at suksess i matematikk skyldes medfødte evner enn elever i Japan.
2. Lærebøker i USA introduserer store tall mye senere enn tekstbøker i Japan, Kina og Sovjet.
3. Foreldre i USA mener lesing og ikke matematikk bør legges mer vekt på i pensum.
4. I USA er det tendenser til å tro at forståelse skyldes plutselig innsikt, mens i Japan og Kina ble det lagt mer vekt på at forståelse er en langsam og gradvis prosess. Dess mere enn kjemper, dess mere forstår en.

Greenwood (1984) skriver at hovedkilden til matematikkangst er undervisningsmetoden som han kaller «forklare-øve-huske

paradigmet». For at flere underrepresenterte grupper skal fortsette med matematikkurser (blant annet kvinner), så hjelper det ikke med flere lærere fra disse gruppene, flere obligatoriske matematikkurser, eller deltagelse på angstklinikker. Problemløsningsprosesser i undervisning viser derimot lovende resultater som alternativer til «forklare-øve-huske paradigmet».

Matematikkundervisning har i de siste årene vært under forandring i de fleste land, og denne prosessen foregår fremdeles. Det er nå bred enighet om at matematikk ikke er et statisk system som skal overføres til studentene, men at studentene må være aktive i læringsprosessen. Har dette vært med på å forandre disse typiske forestillingene som blir beskrevet i litteraturen?

3 Spørreundersøkelsen

Målet med spørreundersøkelsen min var å kartlegge noen av studentenes forestillinger, holdninger og følelser til matematikk når de starter på en høyskole. 337 studenter svarte på spørreskjemaet. Dette var studenter som var tilstede på forelesning i KVANT 101 den 30.08.95. Studentene ble bedt om å svare på spørreskjema ut i fra sine egne tanker og oppfatninger omkring matematikk basert på deres egne erfaringer med faget.

Alderen til de som svarte varierte fra 18 til 51 år, og gjennomsnittsalderen var på 21,6 år. De fleste studentene kom rett fra videregående skole, eller hadde hatt et kort opphold etter videregående. Litt flere gutter (57%) enn jenter (43%) svarte på spørreskjemaet. Over halvparten av studentene (56,3%) hadde 3 år med matematikk fra videregående skole. Gjennomsnittskarakteren på siste eksamensgivende kurs var på 3,6. Litt over halvparten (54,6%) hadde gått på allmennfag, og litt under halvparten (43,6%) hadde gått på handel og kontor. De fleste studentene (70%) gikk på det økonomisk/administrative studiet.

På spørreskjemaet ble det benyttet en firepunktsskala der studentene skulle uttrykke graden av enighet i forskjellige utsagn. Studentene krysset av om de var sterkt enig, noe enig, noe uenig eller sterkt uenig i utsagnene. Utsagnene ble delt inn i følgende 7 kategorier:

1. Matematikkens natur
2. Evner og ferdigheter
3. Oppgaveløsning
4. Holdninger og følelser
5. Samarbeid

6. Metakognisjon / Refleksjon
7. Sammenheng skole / dagligliv

Spørreskjema avsluttet med de fire spørsmålene:

1. Grunnen til at jeg forsøker å lære matematikk er...
2. Hva karakteriserer en god lærer?
3. Sammenlignet med andre studenter i matematikk er jeg...
4. Hvor viktig synes du det er å gjøre det godt i matematikk?

Her får studentene flere svaralternativ som kan krysses av. Tabellene i det følgende viser hvor mange prosent som har krysset av på de ulike alternativene.

3.1 Matematikkens natur

	sterkt enig	noe enig	noe uenig	sterkt uenig
1. Matematikk består stort sett av fakta og fremgangsmåter som må læres utenat	24,6	60,2	13,6	1,5
2. Matematikk er utfordrende for tanken	37,0	55,2	7,2	0,6
3. I matematikk er ting enten rett eller galt	47,8	37,9	13,4	0,9
4. Matematikk er oppfunnet av andre. Jeg kan ikke komme med mine egne ideer	30,3	33,8	26,7	9,2

Tabell 1: Svarfordeling i prosent.

Dersom vi slår sammen kategoriene sterkt enig og noe enig ser vi at det er stor enighet i de fleste utsagnene her. 84,8% er enig i at matematikk består stort sett av fakta og fremgangsmåter som må læres utenat. 92,2% er enige i at matematikk er utfordrende for tanken. 85,7 % er enige i at i matematikk er ting enten rett eller galt. 64,1% er enige i at matematikk er oppfunnet av andre, og at de ikke kan komme med egne ideer. Påstand nr. 4 kan nok tolkes på ulike måter. Studenten vil kanskje være enig dersom han oppfatter dette som at han ikke kommer til å oppdage noe av større allmenn interesse, noe tidligere ukjent som vil bli publisert. Studenten vil kanskje være uenig dersom han oppfatter dette som at han ikke behøver bruke de metodene han lærte på skolen, men at han kan komme med egne ideer til å løse en oppgave.

Disse resultatene er i overensstemmelse med resultater fra blant annet data fra «the National Assessment of Educational Progress» (NAEP), (Carpenter m.fl., 1980; 1983; Brown m.fl., 1988) og Schoenfeld (1989). Disse dataene stammer fra en annen aldersgruppe enn min undersøkelse. Dette tyder på at slike holdninger er nokså

stabile. Data fra NAEP viser for eksempel at halvparten av 13 og 17 åringer mener matematikk for det meste består i å huske reglene.

De fleste studentene ser på matematikk som utfordrende for tanken, og de fleste har en forestilling om matematikk som fast og forutbestemt, bestående av fakta og fremgangsmåter som må læres utenat der ting er enten rett eller galt. De ser altså på matematikk som et statisk fag, selv om nye ideer i matematikken er under stadig utvikling. Disse resultatene gir også støtte til den forestillingen Frank (1988) fant var vanlig, nemlig at matematikk er å finne det ene rette svaret. Mye tyder på at studentene har liten erfaring med ikkerutine oppgaver, hvor en ikke har ferdige prosedyrer å følge, og hvor løsningene kan være mange og åpne for diskusjon.

3.2 Evner / ferdigheter

	sterkt enig	noe enig	noe uenig	sterkt uenig
7. Enhver person med vanlige evner kan lære seg matematikk	54,9	38,0	6,2	0,9
8. Noen er født flinke i matematikk, mens andre er ikke	28,4	48,1	17,0	6,6

Tabell 2: Svarfordeling i prosent

Hele 92,9% mener at enhver person med vanlige evner kan lære seg matematikk, og 76,5% mener at noen er født flinke i matematikk, mens andre er det ikke.

Schoenfeld (1989) fant at mange mener at noen er født flinke i matematikk, mens andre bare ikke er det. Han stilte samme spørsmål for engelsk og samfunnsfag og fant at færre var enig i dette for disse fagene. Disse resultatene er også i overensstemmelse med Stiegler & Perry (1989) som fant at slike forestillinger er kulturavhengige. Elever i USA heller mer til at suksess i matematikk skyldes medfødte evner enn elever i Japan gjør. Schoenfeld (1992) sier at studenter som har den holdning at matematikk ikke er for "vanlige dødelige" som dem selv, blir passive mottakere av matematikk, som aksepterer og memorerer hva som blir sagt uten å prøve å gi det noen mening. Denne "enten så kan du eller så kan du ikke" holdningen kan også føre til at en gir opp problemer veldig tidlig, selv om en kunne forstått dem ved å stå på.

Det synes som om studentene i min undersøkelse mener at noen er født med anlegg for matematikk, men alle med vanlige evner kan lære matematikk. Jeg finner ikke den samme holdningen som Schoenfeld og Stiegler & Perry beskriver blant amerikanske elever. Paulos (1992) beskriver også forestillingen: «matematikk er ikke for

alle, men bare for noen få utvalgte» som en utbredt myte. Denne myten mener jeg ikke blir delt av de fleste studentene i min undersøkelse. Det er jo sant at noen har større talent i matematikk enn andre, det gjelder jo også i andre fag. Alle kan allikevel utvikle en forståelse for matematikk.

Jeg ba også studentene om å sammenligne seg med andre studenter og krysse av det alternativet som passer best; blant de 10% flinkeste, over gjennomsnittet, omtrent gjennomsnittet, under gjennomsnittet eller blant de 10% svakeste. Resultatene ble slik:

	Frekvens	Prosent	Kum. Prosent
Blant de 10% flinkeste	9	2,8	2,8
Over gjennomsnittet	65	19,9	22,6
Omtrent gjennomsnitt	181	55,4	78,1
Under gjennomsnittet	54	16,5	94,5
Blant de 10% svakeste	18	5,5	100,0

Tabell 3: Svarfordeling i prosent av 327 spurte

Vi ser at 22,6% vurderer seg som blant de 10% flinkeste eller over gjennomsnittet. Her skiller dataene seg fra data fra amerikanske undersøkelser. Data fra NAEP viser at en stor andel av elevene vurderer sine evner som gjennomsnittlige eller bedre. Disse dataene viser at 70 % av 13 åringene og 75% av 17 åringene trodde de var bedre enn gjennomsnittet i klassen. Schoenfeld (1989) fant også liknende resultater i sin undersøkelse.

Her hadde det vært interessant og sett om det er kjønnsforskjeller. Vi har sett i litteraturen at der er en tendens til at jenter vurderer sine evner lavere enn gutter, og at dette ikke kan forklares utfra prestasjoner. Gutter har i de fleste undersøkelser vist større selvtillit i matematikk enn jenter. I min undersøkelse fant jeg:

	blant de 10% flinkeste	over gjennomsnitt	omtrent gjennomsnitt	under gjennomsnitt	blant de 10% svakeste
Mann	2,7	26,6	53,3	14,7	2,7
Kvinne	2,8	11,2	58,0	18,9	9,1
Totalt	2,8	19,9	55,4	16,5	5,5

Tabell 4: Svarfordeling i prosentfordelt på kjønn

Vi ser at 29,3% av guttene vurderer seg som over gjennomsnittet eller blant de 10% flinkeste, mens 14,0% av jentene vurderer seg slik. Her er det mange andre variable som spiller inn. Jeg sjekket karakterene og det viste seg at jentene fikk gjennomsnittlig litt bedre karakter (3,8 mot 3,4), men det var flere jenter enn gutter som bare hadde et år med matematikk i videregående skole (29,7% mot 13,6%), og altså lot være å ta videregående kurs.

Berge (1993) rapporterer at ca. 50% av jentene fortsetter med matematikk etter første året på allmennfag i videregående skole, mens ca. 75% av guttene fortsetter. Omtrent 40-45% av guttene tar 3MN (matematikk, naturfaglig retning i 3. klasse i videregående skole) og ca. 18-20% av jentene tar 3MN.

3.3 Oppgaveløsning

	sterkt enig	noe enig	noe uenig	sterkt uenig
9. Matematikkproblem kan løses korrekt bare på en måte	4,5	24,0	38,3	33,2
10. Virkelige matematikkproblem kan løses ved sunn fornuft i stedet for de matematikkreglene du lærte på skolen	8,7	36,1	34,6	20,6
11. Alle matematikkproblem kan løses ved å bruke kjente regler og løsningsmetoder	22,3	49,0	21,7	7,1
12. Den beste måten å gjøre det godt i matematikk er å huske alle formlene	13,1	41,4	34,2	11,3
13. En god matematikklærer viser deg ulike måter for å løse ett og samme matematiske problem	48,1	39,4	10,4	2,1
14. Jeg kan si før jeg begynner på en matematikk oppgave om jeg klarer å løse den eller ikke	4,2	26,2	36,9	32,7
15. Dersom en matematikkoppgave ser vanskelig ut så gir jeg opp etter et par minutter	6,0	24,7	30,4	39,0

Tabell 5: Svarfordeling i prosent

De fleste (72,5%) er uenig i at et matematikkproblem kan løses korrekt bare på en måte. Det er også stor enighet (87,5%) om at en god matematikklærer viser deg ulike måter å løse et matematikkproblem. De fleste studentene (71,3%) er enige i at problemer løses ved at en kjenner regler og løsningsmetoder, og ikke med sunn fornuft i stedet for matematikk reglene en lærte på skolen (55,2%). Denne påstanden kan tolkes på flere måter. Studenten kan være enig dersom han tolker denne påstanden dithen at det eksisterer problem som kan løses helt eller delvis med egne metoder. Studenten kan være uenig dersom han tolker påstanden dithen at ingen kan selv bygge opp det verktøy som trengs til for eksempel å integrere en funksjon. Det tok jo matematikerne flere hundreår å utvikle dette verktøyet. Nesten hver tredje elev (30,7%) vil gi opp etter et par minutter dersom en oppgave ser vanskelig ut.

Schoenfeldt (1989) fant at mange studenter tror at typiske oppgaver i hjemmelekkse eller på prøver skal la seg løse i løpet av et par minutter, og de fleste tror at dersom ikke oppgaven er løst innen 12 minutter, så er det umulig å løse oppgaven.

3.4 Holdninger og følelser

	sterkt enig	noe enig	noe uenig	sterkt uenig
16. Dersom matematikk var valgfritt, ville jeg ikke valgt matematikk	21,7	22,0	27,1	29,2
17. Matematikker kjedelig	5,6	26,7	38,6	29,1
18. Matematikk kan være gøy	34,7	51,0	9,8	4,5
19. Jeg gruer meg mer til eksamen i KVANT 101 enn andre eksamener	28,5	23,1	19,6	28,8
20. Jeg blir lett nervøs på matematikkprøver	15,1	33,3	33,0	18,2
21. Jeg får panikk når jeg blir konfrontert med en matematikkoppgave	4,2	17,9	29,2	48,8

Tabell 6: Svarfordeling i prosent.

Litt under halvparten av studentene ville ikke valgt matematikk dersom det var valgfritt. Hver tredje elev er enig i at matematikk er kjedelig, mens 85,7% er enig i at matematikk kan være gøy. Halvparten av studentene gruer seg mer til eksamen i KVANT 101 enn til andre eksamener. Halvparten av studentene blir lett nervøse på matematikkprøver, mens hver femte student får panikk når vedkommende blir konfrontert med en matematikkoppgave.

Data fra NAEP viser at de fleste elever (68% av 13 åringene og 53% av 17 åringene) sier de liker matematikk. Andelen av de som liker matematikk avtar dess eldre studentene er.

3.5 Samarbeid

	sterkt enig	noe enig	noe uenig	sterkt uenig
22. På skolen samarbeidet vi ofte i smågrupper i matematikktimene	12,9	29,3	21,6	36,2
23. Jeg samarbeidet ofte med andre om leksene i matematikk	7,2	24,0	27,8	59,0
24. Jeg lærte mye av å samarbeide med andre i matematikk	27,8	46,8	14,7	10,7
25. Jeg lærte mest av å løse matematikkoppgaver alene	14,1	34,5	38,1	13,2

Tabell 7: Svarfordeling i prosent.

Matematikktimene blir i litteraturen ofte beskrevet etter «forklare-øve-huske paradigmat» slik Greenwood (1984) gjorde. Læreren forklarer først, deretter øver elevene hver for seg på rutineoppgaver. Mere samarbeid og flere ikke-rutine oppgaver blir ofte etterlyst. Resultatene her viser at en god del av studentene er kjent med samarbeid i matematikktimene.

Vi ser at 42,2% sier de ofte samarbeidet i smågrupper i matematikk-

timene. Jeg synes det er vanskelig å tolke dette svaret. Jeg tror at det etterhvert er vanlig å sitte to og to og samarbeide om oppgaver i matematikk, men ikke så vanlig å jobbe sammen i større grupper. Her burde der vært et spørsmål om de ofte jobbet i grupper på mere enn to personer i matematikk. Nesten hver tredje elev sier de ofte samarbeidet med andre om leksene i matematikk. Tre av fire studenter mener at de lærte mye av å samarbeide med andre i matematikk, mens halvparten av studentene mente at de lærte mest av å løse oppgaver aleine.

3.6 Refleksjon

	sterkt enig	noe enig	noe uenig	sterkt uenig
26. Det er vel anvendt tid å undersøke hvorfor en gitt løsningsmetode fører fram til korrekt svar	35,5	51,2	10,9	2,4
27. tillegg til å finne et rett svar er det også viktig å vite hvorfor svaret er korrekt	62,8	33,2	2,7	1,2
28. Å få rett svar er viktigere enn å forstå hvorfor svaret virker	4,8	20,0	43,3	31,9

Tabell 8: Svarfordeling i prosent.

Hele 86,7% av studentene mener det er vel anvendt tid å undersøke hvorfor en gitt løsningsmetode fører fram til korrekt svar. 96% mener at i tillegg til å få riktig svar så er det viktig å vite hvorfor svaret er riktig, mens 24,8% mener det er viktigere å få rett svar enn å forstå hvorfor svaret virker. Det er stor enighet blant studentene om at det er viktig å vite bakgrunnen til svarene. Spørreundersøkelsen forteller imidlertid lite om hvor mange som virkelig går tilbake og sjekker hvorfor svarene er riktige.

Data fra «the National Assessment of Educational Progress» (Carpenter m.fl., 1980; 1983; Brown m.fl., 1988) viser også at 13 og 17 åringer mener at det å vite hvorfor et svar er korrekt er like viktig som å få riktig svar.

3.7 Sammenheng skole - dagligliv

	sterkt enig	noe enig	noe uenig	sterkt uenig
29. Matematikk vil være viktig for meg i et senere yrke	23,0	59,1	14,9	3,0
30. Jeg har ofte fått brukt for den matematikken jeg har lært på skolen i dagliglivet	6,0	30,4	41,7	22,0
31. Jeg har ofte brukt erfaringer fra dagliglivet for å løse problemer i matematikken	3,0	29,2	47,0	20,8
32. Gode kunnskaper i matematikk gjør det lettere å lære andre fag	16,3	63,5	15,4	4,7
33. Det er bortkastet tid å studere matematikk	2,4	7,7	28,6	61,3

Tabell 9: Svarfordeling i prosent.

Fire av fem studenter mener at matematikk vil være viktig for dem i et senere yrke, og at gode kunnskaper i matematikk gjør det lettere å lære andre fag. Hver tredje student sier at de har fått bruk for matematikken de har lært på skolen i dagliglivet, og motsatt at de har brukt erfaringer fra dagliglivet for å løse problemer i matematikken. En av ti studenter mener det er bortkastet tid å studere matematikk.

3.8 Hvorfor studere matematikk?

Studentene ble bedt om å krysse av de utsagnene de var enig:

Det er et krav i mitt studium	92,0
Matematikkunnskaper gjør det enklere i andre fag	43,9
Matematikk vil være viktig for meg i et senere yrke	39,2
Matematikk er et verdifullt og nyttig fag	35,0
Det er interessant	32,0
Jeg liker matematikk	28,2
Matematikk vil hjelpe meg i å få jobb	18,4
Jeg liker å bli utfordret av et vanskelig problem	11,6
Jeg er flink i matematikk	8,9
For å hjelpe meg generelt å tenke klarere	8,6
Annet	2,1

Tabell 10: Svarfordeling i prosent.

KVANT 101 er et obligatorisk to-vektttallskurs i matematikk. Vi ser at de fleste har krysset av at de studerer matematikk fordi det er et krav i studiet. Ellers så går de mest populære alternativene på nytten av matematikk, slik som «jeg vil få problemer dersom jeg ikke lærer matematikk», «matematikkunnskaper gjør det enklere i andre fag» eller «matematikk vil være viktig for meg i et senere yrke».

3.9 Hva er en god lærer?

Studentene ble bedt om å krysse av de 3 alternativene de var mest enig i på spørsmålet hva er en god lærer:

Læreren snakker forståelig	65,2
Læreren er godt forberedt	59,3
Læreren er faglig flink	47,6
Undervisninga er godt organisert	39,0
Læreren er interessant å høre på	32,9
Læreren gir gode muligheter til å ta notater	29,0
Undervisninga er eksamensrettet	24,7
Læreren har humor i undervisninga	23,8
Læreren bryr seg om hvordan jeg gjør det i faget	15,2
Læreren er lett og grei å prate med	11,0
Læreren har laget oversiktlige overheader	11,0
Læreren har god tavleorden	9,8
Læreren oppfordrer til dialog i timene	7,6
Læreren holder ro og orden	4,6
Andre forslag	2,7

Tabell 11: Svarfordeling i prosent.

Det viktigste for studentene er altså at læreren snakker forståelig på deres nivå. Det er også viktig at læreren er godt forberedt og faglig flink. Undervisninga må være godt organisert og læreren må være interessant å høre på. Vi ser at det er den profesjonelle sida ved lærergjerningen som ses på som viktigst. De mer affektive sidene som for eksempel at læreren bryr seg om hvordan studentene gjør det i faget og er lett og grei og prate med, er mindre viktig.

4 Oppsummering og diskusjon

Det er begrenset hva en slik spørreundersøkelse som ble gjennomført, kan gi av informasjon. En kan stille seg spørsmål om studentene ville gitt samme svar dersom de skulle besvart spørsmålene en gang til. Som vi har sett kan også flere av påstandene tolkes på flere ulike måter (for eksempel påstand 4 og 10). For å utdype resultatene fra spørreundersøkelsene utførte jeg i tillegg 17 intervjuer som ble skrevet ut i sin helhet. Med hensyn til omfanget har ikke disse blitt presentert, men i diskusjonen vil noen av resultatene bli kommentert.

Studentene i undersøkelsen viser stort sett samme forestillinger og holdninger som er funnet i mange andre vestlige land. På noen punkter fant jeg at studentene i undersøkelsen ikke har samme forestillinger som ofte beskrives at studenter i USA har. Det synes som om studenter i USA heller mer til at suksess i matematikk skyldes medfødte evner. Studentene i undersøkelsen mener riktignok at noen er født med mere anlegg for matematikk, men de mener at alle med «normale» evner kan lære seg matematikk. Undersøkelser i USA viser at mange tror de er bedre enn gjennomsnittet i klassen. Jeg kan ikke finne tilsvarende resultater i vår undersøkelse.

I litteraturen blir det ofte hevdet at elever og studenter mener det bare er én korrekt måte og løse et problem på. Disse mytene synes ikke å gjelde studentene i undersøkelsen. Der var de fleste uenig i at matematikkproblem bare kan løses korrekt på en måte, og de fleste var enig i at en god matematikklærer viser deg ulike måter å løse et matematikkproblem.

I litteraturen blir det også hevdet at elever og studenter gir veldig fort opp dersom en oppgave ser vanskelig ut. Dette ser heller ikke ut til å gjelde studentene i spørreundersøkelsen, da i underkant av hver tredje student er enige i at de gir opp etter et par minutter dersom en oppgave ser vanskelig ut. Dette kan selvfølgelig tolkes på flere måter. Det at de er enig, kan jo også bety at de gir opp før det er gått et par minutter. I noen av intervjuene kom det fram at studentene ga opp før de i det hele tatt hadde prøvd, dersom oppgaven så vanskelig ut. Dette vil jo også være avhengig av situasjonen. Studentene vil bruke

mer tid på oppgaven jo viktigere det er å løse den, for eksempel på en eksamen.

Studentene på KVANT 101 studerer matematikk fordi det er en del av studiet, men også fordi matematikk er nyttig i andre fag og i senere jobb. Matematikk blir av alle sett på som viktig.

Når studentene skal karakterisere en god lærer legger de vekt på den profesjonelle siden av lærergjerningen slik som at: læreren snakker forståelig, læreren er faglig flink, læreren er godt forberedt og at undervisninga er godt organisert og eksamensrettet. De affektive sider som for eksempel at læreren bryr seg om hvordan studentene gjør det i faget og at læreren er lett og grei å prate med, blir mindre vektlagt.

Flere gutter enn jenter har mer enn ett år med matematikk fra videregående skole. Spørreundersøkelsen viser en tendens til at guttene viser større selvtillit ennjentene, ved at de vurderer sine evner høyere ennjentene.

Intervjuene viser at det at matematikk er lett og at en har suksess, eller det at matematikk er vanskelig og at en ofte mislykkes, er med på å avgjøre om studentene uttrykker positive eller negative holdninger og følelser til matematikk. Studentene er enige i at matematikk kan være gøy, men en av fem studenter svarer at de får panikk når de møter en matematikkoppgave.

Studentene er enig i at det er viktig å reflektere over hvorfor fremgangsmåter virker og hvorfor svaret er riktig, men intervjuene viser at dette ikke alltid følges opp i praksis.

Studentene definerer i intervjuene matematikk primært som regning med tall ved hjelp av de fire regningsarter, og i spørreundersøkelsen er de enig i at matematikk består stort sett av fakta og fremgangsmåter som må læres utenat. Matematikk blir sett på som et statisk fag som er fast og forutbestemt, der det er få muligheter til forandringer. Studentene mener de har små muligheter til å oppdage ting selv, siden det meste allerede er utforsket og oppfunnet av matematikerne.

Mange studenter mener de ikke kan lære matematikk på egenhånd, de er avhengig av en autoritet til å fortelle dem hva som er riktig eller galt. Mange forestiller seg at i matematikk er ting enten rett eller galt. Det er ikke plass for personlige vurderinger og skjønn. I matematikk finnes der bare ett riktig svar på problemer, men der finnes flere fremgangsmåter for å komme fram til det riktige svaret.

Mange av de forestillingene som her er listet opp, kan vise seg å være lite fruktbare i læring av matematikk (se for eksempel Schoenfeld 1985;1992; Garofalo, 1989; Frank, 1988). For noen kan det tenkes at slike forestillinger ikke er noe problem, snarere tvert i mot. Det kan føles som en sikkerhet at et fag oppfattes som

velorganisert og fritt for skjønn (Orton, 1992). Det er allikevel mest sannsynlig at disse forestillingene kan skape forventninger til faget som ikke kan oppfylles, og når de ikke oppfylles, vil dette medføre negative holdninger og følelser til matematikk. Ta for eksempel en student som forventer at et matematikkproblem alltid kan løses i løpet av et par minutter. Anta at denne studenten stilles ovenfor et problem som ikke lar seg løse raskt ved hjelp av kjente regler og prosedyrer. Studentens forventninger om en rask løsning vil dermed ikke bli oppfylt. Da vil dette sannsynligvis medføre en del frustrasjon som over tid kan føre til endrede forventninger som igjen kan føre til angst.

Det er fare for at studenter som kun er opptatt av å huske de rette formlene og fremgangsmåtene, legger liten vekt på å forstå den matematikken som blir lært. De får da en instrumentell forståelse av matematikken framfor en årsaksforståelse, og de vil jobbe mot utførelsesmål framfor å jobbe mot læringsmål. Studenter som ser på læreren eller fasiten i læreboka som autoriteter som kan fortelle dem hva som er rett og galt, vil sjelden stille spørsmål ved hva som blir undervist. De vil kopiere og reprodusere det som blir undervist, og hvis de ikke husker den rette formelen eller fremgangsmåten, så kan de vanskelig tenke seg at det går an å resonnerer seg fram på andre måter.

Dessuten viser disse forestillingene en begrenset forståelse av matematikkens natur. De tar ikke hensyn til kampen og kreativiteten som var nødvendig for å komme fram til hva vi nå ser på som grunnleggende i matematikken. De tar heller ikke hensyn til at det var strid om matematiske ideer og spesielt at det var strid om selve grunnlaget for matematikken.

I litteraturen blir det ofte understreket at det å forandre forestillinger og holdninger kan være en tidkrevende og vanskelig prosess. En måte å forandre disse på kan være å forandre måten matematikk blir undervist på, i tillegg til å forandre innholdet som blir undervist. Studenter som ble intervjuet etter spørreundersøkelsen, beskrev typiske matematikktimer ved at læreren forklarte på tavla, og deretter trente elevene på oppgaver. Vi kan ikke se bort i fra at mange av de ufruktbare forestillingene har blitt dannet som et resultat av den tradisjonelle undervisninga som foregår i matematikklasserommet.

Stodolsky m.fl. (1991) understreker at studentene bør få muligheter til å delta i aktiviteter som kan så tvil om antagelser som blir tatt for gitt i matematikk. Studentene bør få personlig erfaring med mere humanistiske aspekter ved matematikken. Det har for eksempel vist seg at studenter som jobber i små grupper får en sjanse til å diskutere forskjellige måter å løse et problem på, og dermed blir matematikken

noe som lar seg analysere, evaluere og snakke om i stedet for bare å huske regler.

Fokus på kritiske hendelser i matematikkens historie kan også være til hjelp, ved for eksempel å vise hvordan store matematikere hadde problemer med å utvikle deler av matematikken som i dag er akseptert.

Det hevdes ofte at lærere underviser på den måten de selv har blitt undervist på. Dermed bør lærerstudenter selv bli undervist slik vi ønsker at de skal undervise.

Jeg tror at dersom en skal forandre forestillinger og holdninger i matematikk, så må studenter og lærere først bli klar over egne og andres forestillinger og holdninger, og kanskje hvilke konsekvenser disse kan ha. Frank (1988) argumenterer for at diskusjoner om myter i matematikk således kan være til hjelp. Jeg tror også det er viktig at studentene blir klar over og reflekterer over sine forestillinger og holdninger og mulige alternativer. Diskusjon i små eller store grupper kan være til hjelp for å få fram ubevisste forestillinger og holdninger. Journalskriving kan også hjelpe studentene til å bli oppmerksom på forestillinger og holdninger.

Selv om det er gjort mange undersøkelser på affektive sider ved undervisning, spesielt i USA, har disse undersøkelsene fått lite konsekvenser for undervisningen (McLeod, 1992). Dersom forskningen skal få konsekvenser for undervisning så må forskning på kognitive og affektive sider sees i sammenheng, og det bør kanskje forskes mer på konkrete opplegg for hvordan en kan ta hensyn til affektive sider i undervisninga.

Mitt arbeide har bestått i å undersøke affektive sider ved undervisning og studenters læring i matematikk. Dette har blitt gjort på en bestemt gruppe studenter. Jeg tror nok at en ville finne igjen de samme forestillingene og holdningene som er beskrevet her, dersom en hadde foretatt en undersøkelse på andre årskull enn 1995, eller blant studenter på andre studier. Jeg mener at dette arbeidet gir resultater som også kan brukes overfor andre studentgrupper og på elever i grunnskole og videregående skole.

En vektlegging på både kognitive, metakognitive og affektive sider vil være hensiktsmessig. Fokusering på affektive sider kan være med på å hjelpe elever og studenter å lære matematikk og for generelt å skape positive forestillinger, holdninger og følelser til matematikk.

Jeg har sett på en del forestillinger og holdninger som kan være «ufruktbare» i læring av matematikk. Det er viktig å bevisstgjøre slike forestillinger og holdninger, og se på alternativer til disse.

Det er også viktig å fokusere på følelser slik at elever og studenter kan være bedre forberedt på frustrasjoner når de kjører seg fast. Elever

og studenter må få erfaring med at slike følelser er normale i problemløsning.

Fokusering på strategier for å regulere atferden ved problemløsning kan hjelpe studentene til å komme videre når de står fast. Det bør også understrekes at refleksjon i løsningsprosessen og refleksjon over rimeligheten av et svar er viktig, slik at studentene får en årsaksforståelse framfor en instrumentell forståelse av matematikken.

Det er viktig å understreke at hardt arbeid kanskje er den viktigste faktoren for å lykkes i matematikk, og at alle kan lære matematikk. Elever og studenter bør også få muligheten til å oppleve «suksess» i matematikk ved at de får til oppgaver, slik at de på den måten kan bygge opp selvtillit. Det bør understrekes at suksess i matematikk ikke måles ved å sammenligne seg med andre, men ved å sammenligne seg med seg selv.

LITTERATUR

- Berge, L. (1993). Kjønnulikheter knyttet til matematikkfaget i vidaregående skule, allmennfagleg studieretning. I *Sånn, Ja! Rapport fra en konferanse om matematikkdidaktikk og kvinner i matematiske fag Kristiansand*. Arbeidsnotat 2/93, 157-166. Norges forskningsråd, avd. NAVF. Sekretariat for kvinneforskning.
- Brown, A. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation and other more mysterious mechanisms. I F. E. Weinert, & R. H. Kluwe (Red.), *Metacognition, motivation and understanding*. London: Lawrence Erlbaum.
- Brown, C. A. et al. (1988). Secondary school results for the fourth NAEP mathematics assessment: Algebra, geometry, mathematical methods, and attitudes. *Mathematics Teacher*, 81(5), 337-347.
- Campione J. C, Brown, A. L., & Conell, M. L. (1989). Metacognition: On the importance of understanding what you are doing. I R. I. Charles, & E. A. Silver (Red.), *The Teacher and Assessing of Mathematical Problem solving*, Reston, VA: Lawrence Erlbaum, NCTM.
- Carpenter, T. P. et al. (1980). Students' affective responses to mathematics: Secondary school results from national assessment. *Mathematics Teacher*, 73 (7), 531-539.
- Carpenter, T. P. et al. (1983). Results of the third NAEP mathematics assessment: Secondary school. *Mathematics Teacher*, 76 (9), 652-659.
- Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. I F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Red.), *Metacognition, motivation and understanding*. London: Lawrence Erlbaum.
- Frank, M. L. (1988). Problem solving and mathematical beliefs. *Arithmetic Teacher*, 35(5), 32-34.
- Garofalo, J. (1987). Metacognition and school mathematics. *Arithmetic Teacher*, 34, 22-23.
- Garofalo, J. (1989). Beliefs and their influence on mathematical performance. *Mathematics Teacher* 82, 502-505.
- Green, T. F. (1971). *The activities of teaching*. New York: McGraw - Hill.
- Greenwood, J. (1984). My anxieties about math anxiety. *Mathematics Teacher*, 77, 662-663.

- Hart, L. (1989). Describing the affective domain: Saying what we mean. I D. B. McLeod & V. M. Adams (Red.), *Affect and mathematical problem solving*, (pp 37-48). New York: Springer Verlag.
- Hart, L. C. et al. (1992). The role of reflection in teaching. *Arithmetic Teacher*. 40(1), 40-42.
- Kloosterman, P. (1991). Beliefs and achievement in seventh-grade mathematics. *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 13(3), 3-15.
- Kulm, G. (1980). Research on mathematics attitude. I R. J. Shumway (Ed.), *Research in mathematics education* (pp. 356-387). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lampert, M. (1990). When the problem is not the question and the solution is not the answer. Mathematical knowing and teaching. *American Educational Research Journal*, 27, 29-64.
- Malmivuori, M. L. (1994). About pupils mathematical beliefs and beliefs systems. I O. Björkqvist, & L. Finne (Red.), *Matematikdidaktik i Norden* 147-161. Rapporten från Pedagogiske Fakulteten vid Åbo Akademi nr. 8.
- Malmivuori, M. L. (1995). Study on affective factors in mathematics learning. I E. Pehkonen (Ed.), *Proceedings of the Nordic Conference on Teaching Mathematics NORMA-94* (pp. 127-131). Department of Teacher Education. University of Helsinki. Research report 141.
- Mandler, G. (1984). *Mind and body, psychology of emotions and stress*. New York: W.W. Norton.
- Mandler, G. (1989). Affect and learning: Causes and consequences of emotional interactions. I D. B. McLeod & V. M. Adams (Red.), *Affect and mathematical problem solving* (pp. 3-19). New York: Springer Verlag.
- McLeod, D. B., & Ortega, M. (1993). Affective issues in mathematics education. I P.S. Wilson (Ed.), *Research ideas for the classroom. High school mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics Research Interpretation Project. New York Macmillan Publishing Company.
- McLeod, D. B. (1989). The role of affect in mathematical problem solving. I D. B. McLeod & V. M. Adams (Red.), *Affect and mathematical problem solving*. 20-36. New York: Springer Verlag.
- McLeod, D. B. (1992). Research in affect in mathematics education: A reconceptualization. I D. G. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. (pp. 575-596). New York: Macmillan.
- McLeod, D. B. (1994). Research on affect in mathematics learning in the JRME: 1970 to the Present. *Journal for Research in Mathematics Education* 25, 636-647.
- Orton, A. (1992). *Learning mathematics. Issues, theory and classroom practice*. London: Cassell.
- Pehkonen, E. (1994 a). On differences in pupils' conceptions about mathematics teaching. *The Mathematics Educator*. 5(1).
- Pehkonen, E. (1994 b). Teachers and pupils beliefs in focus-a consequence of constructivism. I M. Ahtee, & E. Pehkonen (Red.), *Constructivist viewpoints for school teaching and learning in mathematics and science*. University of Helsinki. Research Report 131.
- Pehkonen, E. (1995). *Pupils view of mathematics: Initial report for an international comparison project*. Department of Teacher Education. University of Helsinki.
- Pehkonen, E., & Lepman, L. (1994). Teachers conceptions about mathematics teaching in comparison (Estland-Finland). I M. Ahtee, & E. Pehkonen (Red.), *Constructivist viewpoints for school teaching and learning in mathematics and science*. University of Helsinki. Research Report 131.
- Pramling, I. (1987). *Vad er metakognition?*. Publikasjoner från institutionen for pedagogik, Göteborgs Universitet.

- Rokeach, M. (1968). *Beliefs, attitudes and values*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1987). What's all the fuzz about metacognition? I A. H. Schoenfeld (Ed.), *Cognitive science and mathematics education*. Hillsdale NJ: Lawrence Erlbaum.
- Schoenfeld, A. H. (1989). Exploration of students' mathematical beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*. 20(4).
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition and sense making in mathematics. I D. G.Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.
- Schoenfeld, A. H. (1993). Teaching mathematical thinking and problem solving. I *Sånn, Ja! Rapport fra en konferanse om matematikk-didaktikk og kvinner i matematiske fag Kristiansand*. Arbeidsnotat 2/93. Norges forskningsråd, avd. NAVF. Sekretariat for Kvinneforskning.
- Stiegler, J & Perry, M. (1989). Cross cultural studies of mathematics teaching and learning: Recent findings and new directions. I D. Grouws & T. Cooney (Red.). *Effective mathematics teaching* (pp. 194-223). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Stodolsky, S., Salk, S., & Glaessner, B. (1991). Students views about learning math and social studies. *American Educational Research Journal*. 28(1), 89-116.
- Svege, E. (1995) *Affektive sider ved undervisning og studenters læring av matematikk*. Hovedoppgave i matematikdidaktikk ved Høgskolen i Agder, Kristiansand.
- Thompson, A. G. (1992). Teacher's beliefs and conceptions: A synthesis of the research. I D. G.Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. (pp. 127-146). New York: Macmillan.
- Underhill, R. (1988). Focus on research into practice in diagnostic and prescriptive mathematics. *Focus on Learning Problems in Mathematics*. 1988, 10(1).
-

Abstract

The aim of my article is to investigate affective aspects in teaching and students' learning of mathematics. The first part of the article is a study of relevant literature in the affective domain. The affective domain is subdivided into beliefs, attitudes and emotions.

The second part of the article investigates students beliefs, attitudes and emotions when they start their college education. The investigations were carried out on 337 students in the course KVANT 101 at Agder College, Kristiansand, Norway. KVANT 101 is a compulsory course in mathematics in the first semester for students studying Economics and Business Administration, Public Administration, Information Systems, and Chemistry and Economics. The method used is a questionnaire where students are asked to indicate their response on a four-point scale ranging from "strongly agree" to "strongly disagree". The items are subdivided into seven clusters; the nature of mathematics, ability and confidence, problem solving, affect, cooperation, reflection, and relationships between school and daily life. At the end the students are asked to answer the following questions: "Why do you study

mathematics?", "What are the characteristics of a good teacher?", and "How important is mathematics?"

The results of the questionnaire show that the students:

- * define mathematics primarily as computation with «the four basics»; addition, subtraction, multiplication, and division
- * think that doing mathematics means following rules and algorithms
- * view mathematics as a static discipline which students are supposed to adopt
- * believe they cannot find out things on their own because everything has already been found out and investigated by the mathematicians
- * believe that some people are born with more talent in mathematics than others but that everybody can learn mathematics
- * believe that they cannot learn mathematics by themselves but need an authority to tell them what is right or wrong
- * believe that there is only one correct answer, but there are a lot of different ways to find that answer
- * believe that it is important to reflect on why a procedure works and why an answer is correct, but that does not mean that this is what they really do in problem solving
- * are familiar with cooperation in groups in mathematics, with groups of two however being the most common.
- * believe that mathematics can be fun
- * study mathematics because it is a part of their syllabus, but also because mathematics is useful in other subjects and in a future job
- * believe that mathematics is important

When the students are asked to characterize a good teacher, they emphasize the professional side of teaching. The affective side is less emphasized. One out of three students finds mathematics boring, and one out of five students panics when facing problems in mathematics.

Author

Elna Svege is senior executive officer at Agder College, Institute for Mathematical Subjects, Kristiansand, Norway.

Address

Høgskolen i Agder, Postuttak, N-4604 Kristiansand, Norway
Telephone: (+47) 38 14 17 78, Telefax: (+47) 38 14 10 01
E-mail: Elna.Svege@hia.no
