

UNIVERSITETET I BERGEN



DET MATEMATISK- NATURVITENSKAPLIGE FAKULTET

MASTEROPPGAVE

Studieprogram: Lektorprogram i naturvitenskap og matematikk

Studieretning: Matematikk med fysikk som fag 2

Antall ord: 14086 (uten vedlegg)

Antall sider: 55 (uten vedlegg)

Tittel på masteroppgaven: Opplevelser og følelser ved problemløsning i matematikk

Forfatter: Karoline Steffensen Tjelle

Veileder: Ragnhild Hansen, Førsteamanuensis ved HVL

Høstsemesteret, 2021

Forord

I løpet denne studien har jeg lært mye om nytt om faktorer som påvirker problemløsning i matematikk. Prosessen har vært krevende og jeg har møtt mange utfordringer ettersom temaet har vært mer komplisert enn det jeg så for meg når jeg først valgte tema for oppgaven. Men studien har vist meg nye sider ved matematikk og problemløsning som jeg i stor grad vil ta med meg videre inn i læreryrket.

Jeg ønsker å takke de fire jentene som deltok i studien min med åpent sinn og en enorm samarbeidsvilje. En stor takk også til min veileder Ragnhild Hansen som har vært til stor støtte.

Karoline Steffenssen Tjelle

Universitetet i Bergen

30. jan, 2022

Sammendrag

Denne masteroppgaven omhandler en kvalitativ studie av fire elever fra VGS, med matematikk som valgfag, og deres metakognitive erfaringer ved problemløsning i matematikk. Formålet med studien var å oppnå en større kunnskap om hvordan metakognitive erfaringer påvirker elevers beslutningstakingsprosesser ved problemløsning i matematikk, med et spesielt fokus på kontrollstrategier og selvregulering.

Metakognisjon spiller en viktig rolle når det arbeides med problemløsningsoppgaver i matematikk. Metakognisjon refererer til alt som kan relateres til, og som påvirker hvordan man overvåker og kontrollerer, egen kognisjon. Gode problemløsere er i stand til å planlegge-, overvåke-, evaluere- og regulere egen strategibruk, inkludert tenkning og adferd knyttet til den. Disse aktivitetene er kjent som metakognitive ferdigheter, som er bevisste og kunnskapsbaserte handlinger. Metakognitiv kunnskap (MK) er kunnskap en person har om tankeprosesser og informasjonsprosessering og ens egne evner og forståelse i forbindelse med det.

Metakognitive erfaringer handler om hva en person opplever under problemløsningsprosesser og har vist seg å spille en stor rolle i hvordan en person selvregulerer seg selv og handlingene sine.

I denne studien har deltakerne parvis gjennomført en problemløsningstest, hvor en av dem skulle forsøke å løse oppgaven, mens den andre skulle observere prosessen. Rett etter testen evaluerte deltakerne gjennomføringen basert på resultatene fra et selvrapporteringskjema som de hadde fylt ut to uker i forveien. Skjemaet inneholdt forskjellige metakognitive påstander om hva de gjør før, under og etter en problemløsningsoppgave. I etterkant gjennomførte jeg et intervju med de deltakerne som hadde løst oppgaven. Jeg tok lydopptak av problemløsningstesten, evalueringen og intervjuet. Dette ble transkribert og analysert med fokus på affekter og kontrollstrategier.

Innholdsfortegnelse

Forord	2
Sammendrag	3
Kapittel 1 Introduksjon	5
1.1 Bakgrunn.....	6
1.2 Forsknings spørsmål	6
Kapittel 2 Teori	8
2.1 Metakognisjon	8
Metakognitiv kunnskap.....	9
Metakognitiv ferdighet	9
Metakognitiv erfaring	9
2.2 Overvåking av kognitive prosesser og beslutning om kontroll	10
2.3 Fem aspekter som påvirker problemløsning.....	11
Forkunnskaper.....	12
Selvregulering.....	13
Tro og affekter (belief's and affects)	16
«Students' beliefs shape their behavior in ways that have extraordinarily powerful (and often negative) consequences.» (Schoenfeld, 1992, s)	17
Praksis	17
Kapittel 3 Metode	18
3.1 Deltakere og kontekst.....	18
Deltakerne i studien	18
Grunn for valg av deltakere	18
Geometri som matematisk område for studien	19
3.2 Innsamling av Data	19
3.2.1 Selvrappoterings skjema	19
3.2.2 Problemløsningstest	20
3.3 Analyse av data.....	25
3.3.1 Analyseprotokoll	25
3.3.2 Transkripsjonsprosessen og Analyse	26
Kapittel 4 Resultater og Analyse	28
4.1 Testgjennomføring #1.....	28
4.1.1 Kontrollstrategi Objekt-nivå.....	28
4.1.3 Kontrollstrategier Meta-Nivå	30
4.1.3 Metakognitiv Erfaring	31
4.1.4 Utdrag fra transkriberingen	31
4.2 Testgjennomføring #2.....	33
4.2.1 Kontrollstrategi Objekt-nivå.....	33
4.2.2 Kontrollstrategi Meta-nivå	35
4.2.3 Overvåking av prosessering: ME.....	36
4.2.4 Utdrag fra transkripsjon	37
Kapittel 5 Diskusjon	39
5.1 Metakognitive erfaringer og kontrollstrategier	39

5.2 Metakognitive erfaringer og beslutninger om kontrollhandlinger.....	40
5.3 Bruk av kontrollstrategier og affekter	47
Kapittel 6 Konklusjon.....	49

Kapittel 1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

I skrivende stund har jeg i to år tilbudt ukentlig mattehjelp til en gruppe videregående elever. I november 2019 startet jeg en mattehjelpsgruppe for en gruppe jenter som jeg trener i rytmisk gymnastikk. Flere av disse hadde samme høst nylig startet på videregående skolen og uttrykte at de hadde vanskeligheter med å følge progresjonen matematikkundervisningen. De ønsket derfor hjelp. Vi organiserte det slik at to timer etter en trening i uken, så kunne de arbeide med matematikk og stille de spørsmålene de eventuelt hadde. Og etter beste evne, prøver jeg å hjelpe uten å gi de løsningen på oppgaven.

Matematikken og oppgavetyper de trenger hjelp med, krever ofte kunnskaper og ferdigheter som jeg ikke bruker til hverdags nå lenger. Det medfører at jeg selv må grave litt i hukommelsen og utforske sammenhenger. Da tenker jeg høyt.

Mange ganger satt jeg igjen med følelsen av at de var mer opptatt av å finne ut hvilken formel, prosedyre eller annen kunnskap de ville trenge for å løse oppgavene, fremfor å utforske sin egen tenkning og forståelse. Jentene i mattehjelpsgruppen uttrykte ofte frustrasjon og usikkerhet når de ble utfordret, og ble oppgitte om noe ikke gikk på første forsøk. Eller, som i veldig mange tilfeller, oppgitthet fordi de ikke «så det selv».

Jeg begynte å undre på hvorfor de hadde problemer med å sitte i grubleprosesser.

Det var ikke fordi de var at late eller hadde manglende kunnskaper. Min oppfatning var at jentene ofte tok for raske beslutninger, og at de ikke de ikke rakk å vurdere andre muligheter før oppgittheten tok overhånd.

1.2 Forskningsspørsmål

I læreplanen er det lagt vekt på at elevene skal bli gode problemløsere og oppdage sammenhenger i og mellom fagets kunnskapsområder. Sammen med utforskning inngår problemløsning i ett av kjerneelementene i matematikk, hvor det blant annet er formulert:

«Problemløsning i matematikk handler om at elevene utviklar ein metode for å løyse eit problem dei ikkje kjenner frå før ...»

- *Fagfornyelsen, (LK20)*

Det er flere faktorer virker inn på problemløsningsprosesser. Kunnskaper en person har fra før og strategier for å hente ut, eller skaffe nødvendig kunnskap, er eksempler på aspekter som påvirker problemløsningen. Problemløsningsstrategier er metakognitive strategier som hjelper tankeprosesser til å oppdage sammenhenger i faget og utvikle en løsningsmetode. Å bruke hjelpefigur, som er en visuell representasjon av problemet, er et eksempel på en slik strategi. Kunnskap om når, hvordan og hvorfor problemløsningsstrategier brukes, er metakognitiv kunnskap (MK), mens hvordan de utføres og brukes er metakognitive ferdigheter (MF). KILDE

Metakognitive erfaringer (ME), som er den tredje og mer ukjente fasetten innen metakognisjon, har en funksjon som bidrar til beslutningene som tas i løpet av problemløsning, fra start til slutt. Metakognitive erfaringer overvåker all kognitiv prosessering mens den foregår, og gir en person blant annet informasjon om hva oppgaven krever for å kunne løses, og om personen oppfyller den (Efklides, 2018). Dette påvirker hvilke strategiske grep en person tar og beslutninger om å regulere sin egen tenkning og adferd. Overvåkingen er et produkt av personens subjektive kognitive erfaringer, og inkluderer en persons syn på matematikk, matematikkoppgaver og seg selv.

Hvordan ME overvåker prosessering helt konkret, er ikke kjent. Det er en kompleks og innvendig prosess, der personen fortløpende relaterer informasjon om seg selv og sine erfaringer, til oppgaven som skal prosesseres, hvor følelser ofte er involvert. Det kan derfor være vanskelig for en person å kunne forklare bakgrunnen for sine handlinger under problemløsning (Efklides, 2018). Til tross for de utfordringene som følger med det, så har jeg i denne studien hatt et ønske om å skaffe mer innsikt i dette. Andre studier (Asik & Erktin,

2019; Efklikes, 2018) har påpekt at ME i stor grad fremfor MK og MF, styrer problemløsningsprosessen gjennom å påvirke beslutninger og hvordan elever selvregulerer seg gjennom den. Formålet med denne studien er å finne ut mer om ME, for å skaffe mer kunnskap om hvordan elever kan få gode opplevelser under problemløsning i matematikk.

Forskningsspørsmål:

“Hvordan bidrar ME til beslutninger i problemløsningssituasjoner?”

Kapittel 2 Teori

2.1 Metakognisjon

Ordet «kognitiv» kommer fra latin *Cognitio*, som betyr erkjennelse, men er mer forbundet med tenkning (). Kognisjon brukes for å beskrive en persons evne til å bearbeide eller prosessere informasjon, mens kognitive prosesser er det som gjør det mulig for oss å ta imot inntrykk utenifra og gjøre det om til lagret kunnskap (Rørvik, 1968). Metakognisjon referer til all form for kunnskap eller prosess som overvåker eller kontrollerer kognisjonen.

Metakognisjon er ofte omtalt som høyere ordens tenkning, eller tenkning om tenkning («*thinking about thinking*») (Schoenfeld, 1992).

Metakognitiv teori ble etablert av John Flavell på 1970-tallet. I de tidlige tiårene av 1900-tallet var studier av kognitive prosesser rettet mot hvordan informasjon i minnet blir organisert og hvordan man får tilgang til den. Med bakgrunn i Jean Piaget`s konstruktivistiske teori, dannet John Flavell begrepet “metamemory” i 1971. Metamemory handlet om ens kunnskaper og bevissthet om prosesser i minnet, og informasjon lagret der (Shoenfeld, 1992). I den forbindelse startet også utviklingen av (metakognitive)strategier som kunne hjelpe barn med å hente ut bestemt informasjon, som var lagret i langtidsminnet, og anvende den på en effektiv og hensiktsmessig måte (Aşik, & Erkin, 2019; Schoenfeld, 1992).

Flavell definerte metakognisjon som: «*One`s knowledge concerning ones own cognitive processes and products or anything related to them*» (Reinholz, 2016, s.446). Han delte begrepet i tre kategorier og skilte imellom metakognitive kunnskaper, metakognitiv regulering og metakognitive erfaringer (Aşik, & Erktin, 2019).

Metakognitiv kunnskap

Metakognitive kunnskaper (MK) omfatter kunnskaper og hva en person tror og tenker om egen og andres tenkning. Det inkluderer implisitt og eksplisitt kunnskap om seg selv og andre som kognitive vesen, samt strategier, oppgaver og kontekst som kan deles inn i 3 ulike kunnskapsområder: 1) Forklarende kunnskap, 2) Prosedyrekunnskap, og 3) Betingelseskunnskap (Efklides, 2018; Schoenfeld, 1992). Dette er kunnskaper som er mer eller mindre konstante hos et individ og er lagret i langtidsminnet.

Et annet aspekt som inngår i MK er kunnskap om hva kunnskap og viten er, og hvordan kunnskap etableres («*Theory of mind*»), samt kunnskaper om faktorer som påvirker atferd og handlinger. Misoppfatninger, følelser og omgivelser er eksempler på slike faktorer (Aşik, & Erktin, 2019; Efklides, 2018; Schoenfeld, 1992).

Metakognitiv ferdighet

Metakognitive ferdigheter er handlinger og bruk av strategier som utføres for å overvåke, kontrollere, samt regulere kognitive prosesser. Handlingene, som er bevisste, intensjonelle og kunnskapsbaserte, hjelper elever i å løse problemer på en mest mulig effektiv og systematisk måte. (Efklides, 2018; Schoenfeld, 1992;). Blant annet så innebærer det å hente frem og anvende relevant kunnskap, organisere informasjon, feilsøke og evaluere resultatet. MF er kunnskapsbaserte på det vis at de er handlinger som springer ut av MK prosedyrekunnskap (se punkt 2 i forrige avsnitt) (Efklides, 2018).

Metakognitiv erfaring

Efklides(2018) forklarer at ME er hva en person erfarer/opplever under kognitive prosesser, eller konasjoner (kognitiv bestrebelse), og innebærer alle kognitive eller affektive opplevelser som fremtrer under bearbeidelse av iakttagelser (Efklides, 2018; Flavell 1979).

ME er metakognisjon i form av følelser, bedømminger og estimeringer som er spesifikt rettet og oppstår som en reaksjon eller respons på kognitive prosesser (Efklides, 2018). For eksempel så kan ME være en følelse av å ikke skjønne hva læreren snakker om i matematikktimen. Flavell (1979) forklarer at ME har med hvor du befinner deg og hvilken fremgang du har eller tror du vil gjøre (s. 908). Når man snakker om noe i fremtiden, så kalles det for prospektiv ME (Efklides, 2018). Et eksempel på det kan være å tro at man vil gjøre det dårlig på en prøve som kommer, eller at du tror at du ikke kommer til å forstå hva læreren prøver å forklare. Det finnes også retrospektive ME, som handler om du blir bevisst på at noe ikke var som du trodde, for eksempel at du trodde at en oppgave skulle være lett, men som du underveis, eller i etterkant innser ikke var det (Efklides, 2018; Flavell 1979).

2.2 Overvåking av kognitive prosesser og beslutning om kontroll

Anastasia Efklides har gjennomført flere studier som omhandler ME (Efklides, 2018). Hun tar utgangspunkt i Nelson og Narens (1990) modell for metakognisjon som beskriver mekanismene som inngår i kognitiv prosessering. Modellen setter søkelys på interaksjonen mellom overvåkning og kontroll som kontinuerlig sender informasjon mellom Objekt-verdenen og Meta-verdenen. Overvåkningsfunksjoner gir informasjon om Objekt-nivå, som er hvor kognitive prosesser foregår, til Meta-nivået, hvor det tas beslutninger om kontrollhandlinger som kan modifisere Objekt-nivået (Nelson og Narens, 1990).

Ifølge Nelson og Narens, så inneholder Meta-nivået fire faktorer som påvirker valg av kontrollhandlinger: 1) En modell av den gjeldende situasjonen på Objekt-nivå (oppgaven, og det som allerede er prosessert), 2) personens representasjon/definisjon av ønsket utfall av prosessering, 3) en liste over mulige kontrollhandlinger som kan modifisere objekt-nivået, samt 4) en tilhørende liste over begrensninger som følger med de ulike mulighetene for kontroll. Dette danner en Meta-modell som så vurderes og legger grunnlaget for en beslutning om hvilken kognitiv eller metakognitiv kontrollstrategi som bør anvendes for å modifisere Objekt-nivået (Efklides, 2018; Mocos & Kafoussi, 2013).

I kognitive prosesser fungerer MK som en overvåkingsfunksjon som gir informasjon i kognitive prosesser og gir blant annet informasjon om hvor godt du forstår eller husker noe, og om det behøves å utføre korrigerende handlinger for å oppnå forståelse eller gjenkalle kunnskap. MF er selve handlingen du utfører, som kan være en kognitiv- eller metakognitiv strategi (Efklides, 2018; Mokos & Kafoussi, 2013).

ME fungerer som en overvåkingsfunksjon, som overvåker egen kognitiv prosessering. Resultatet av overvåkingen er metakognitive følelser, metakognitive bedømminger og oppgave-relatert metakognitiv kunnskap. I motsetning til MK, som overvåker hvorvidt noe er lært eller forstått, så overvåker ME om læringsprosessen går bra eller dårlig, og gir informasjon om læringen er overkommelig eller oppfyller kriteriene. På den måten innebærer ME affektive aspekt som også påvirker drivkraften og motivasjonen for læring (Efklides, 2018; Flavell, 1979).

Efklides (2018), definerer ulike kategorier for ME-overvåking etter hvilke følelser eller bedømminger som overvåkingen produserer. Disse er følelse av å vite (feeling og knowing), følelsen av familiaritet (feeling of familiarity), følelse av vanskegrad (feeling of difficulty), estimering av innsats (estimate of effort expenditure), estimering av tidsbruk, bedømming av læring (Judgment of learning), korrekthets-bedømming av oppnådd resultat (estimate of solution correctness), følelse av tilfredshet (feeling of satisfaction), følelse av fortrolighet/tiltro (feeling of confidence) (s. 51)

2.3 Fem aspekter som påvirker problemløsning

I «Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metakognition, and Sense-Making in Mathematics», fremstiller Schoenfeld (1992) ulike studier og teorier i forbindelse med metakognisjon og problemløsning i matematikk. Han presenterer 5 hovedaspekter ved metakognitiv tenkning og problemløsning som virker inn på prestasjon og læring: 1) Forkunnskaper, 2) Bruk av problemløsningsstrategier, 3) Selvregulering, 4) Forestillinger og affekter, og 5) Praksiser

Forkunnskaper

Det er fem kunnskapsområder som er relevante for problemløsningsoppgavens matematiske domene. 1) *Informerende og intuitiv kunnskaper om domenet* er matematiske fakta, teorem og definisjoner. Et eksempel på informerende og intuitiv kunnskap kan være i forbindelse med trigonometri, at summen av hjørnene i en trekant er 180 grader (Schoenfeld, 1992). 2) *Algoritmiske prosedyrer* kan være kunnskap til algoritmiske prosedyrer som dekomponering, hvor man tar et problem og deler det opp i mindre løsbare delproblem (Schoenfeld, 1992; Fagfornyelsen, LK20). 3) *Rutine prosedyrer*, er prosedyrer som utføres ofte og er tilnærmet en automatisert handling. Dette innebærer også memorert kunnskap, samt handlinger som ser ut som en utarbeidet strategi, men som egentlig er gjenkalling av metode. Drilling av en spesifikk oppgavetype kan være en årsak til dette. I slike tilfeller kan den matematiske betydningen av prosedyren bli oversett til fordel av dens funksjon og bruk (Schoenfeld, 1992), 4) *Relevant kompetanse*, som kan være kompetanser innen planlegging, selvregulering og evaluering som er relevant for et gitt problem. Det kan også innebære kompetanser fra læreplanen (Aşik, & Erktin, 2019; Schoenfeld, 1992), og 5) *Kunnskap om hvordan meningsfull diskurs i domenet kan oppstå*, som er kunnskaper om hvordan ideer og matematisk tenkning kan kommuniseres, slik at alle partene gjør seg forstått og kan sammen utforske de for å lande på en felles forståelse (NCTM, 2014; Schoenfeld, 1992).

Problemløsningsstrategier (Heuristikk)

Med bakgrunn i Poyla`s teori om problemløsning på slutten av 1940-tallet, så har problemløsning i matematikk har vært mye studert. Poyla var spesielt interessert i utvikling av problemløsningsstrategier, heuristisk arbeid, som kjennetegnet arbeidsmåten til matematikere (Schoenfeld, 1992). Det ble argumentert for at elever burde lære matematikk slik matematikere lærer; gjennom utforsking av matematiske konsepter og oppdagelse av sammenhenger ved problemløsning (Schoenfeld, 1992).

Problemløsningsoppgaver har ingen bestemt, eller direkte åpenbar fremgangsmåte. Derfor må eleven utvikle den selv. Om eleven ikke ser en løsningsmetode med en gang, så trenger eleven verktøy, eller *strategier* som hjelper eleven med å oppdage en (Schoenfeld, 1992). Dette kan være med på å dempe den kognitive belastningen som en person opplever i møte

med en problemløsningsoppgave. Høy kognitiv belastning er når oppgaven krever mange kognitive prosesser på en gang, og er en faktor som spesielt påvirker følelsen av vanskegrad og familiaritet. Blant annet er oppgavens presentasjon, oppbygging, innhold, samt kontekst den blir gitt i, med på å øke den kognitive belastningen. Det kan medføre at personen ikke er i stand til å oppdage og hente ut relevante forkunnskaper som kreves av oppgaven, selv om den er lagret i langtidsminnet (Efklides, 2018)

Kognitive og metakognitive strategier er metoder som fremmer metakognitiv tenkning og bevissthet rundt egen tenkning og adferd. Hensikten med strategiene er å kartlegge og systematisere informasjon, kunnskap, ideer og lignende, som kan være relevant for å løse problemet slik at løsningsmetoden du skal utvikle kan argumenteres for og er tidseffektiv (Aşık, & Erkin, 2019; Schoenfeld, 1992).

Eksempler på det kan være å lage representasjoner som handler om ulike måter å uttrykke begrep, sammenhenger og problemer, enten fysisk, visuelt, symbolsk, verbalt og kontekstuel (Fagfornyelsen, LK20; NCTM, 2014). Hvor ytterligere forståelse og dybdelæring kan oppnås gjennom å kunne veksle mellom de ulike representasjonsformene (NCTM, 2014; Voll, 2019; Schoenfeld, 1992).

Selvregulering

Selvregulering referer til overvåking og kontroll, samt regulering av problemløsningsprosesser og faktorene som påvirker den. Det innebærer kognitive-, metakognitive-, adferdsmessige-, motiverende- og emosjonelle aspekt som oppstår ved problemløsning.

Overvåkingsprosedyrer gir informasjon om oppgaven, personen og progresjonen, mens kontrollprosedyrer, som oppstår som et resultat av overvåkingen, gir informasjon om Objekt-nivå må modifiseres (Efklides 2018).

Problemløsningsoppgaver ofte er sammensatte og er definert som å ha en ukjent løsningsmetode, og vil det kreve at elever mestrer et variert og bredt sortiment av problemløsningsstrategier, samt ha innsikt i, eller en formening om når og hvordan disse er hensiktsmessige å anvende. Det er kjent at undervisning og opplæring i MK og MF, ikke

nødvendigvis resulterer i at elever blir gode problemløsere, fordi ME endrer seg etter oppgave og kontekst. Siden alle problem er forskjellige, så må overvåking- og kontrollfunksjoner anvendes ut ifra hva oppgaven krever (Aşik, & Erktin, 2019; Schoenfeld, 1992; Efkliides 2018).

Efkliides(2018) forklarer av ME dirigerer fremtidig adferd gjennom å integrere informasjon om seg selv og erfaringene. Under problemløsning vil ME overvåking gi informasjon som enten aktiverer kontrollprosesser, eller fører til en beslutning om hvorvidt individet vil engasjere seg i det matematiske konseptet som tilfører problemet, eller ikke. Om det oppleves forstyrrelser eller avbrudd før, under eller etter en prosessering av en problemløsningsoppgave, så aktiveres det kontrollprosesser. Dette kan være forsøk på regulering, eller bruk av kognitive og metakognitive strategier. Altså ME overvåking aktiverer MF, enten direkte via metakognitive følelser og -bedømminger, eller indirekte via oppgave-relatert MK. Det kommer an på om det er gjort en analyse av oppgavens karakter, og dens prosedyrer. Analysen gir en person en opplevelse av hvilke krav der er til prosessering for å løse oppgaven.

Det er ulike faktorer som kan påvirke hvilken grad av analyse som oppnås under prosessering av en problemløsningsoppgave. I tilfeller som ikke tillater full analyse av en situasjon, som for eksempel i situasjoner med tidspress, usikkerhet eller manglende tilgang på informasjon i langtidsminne, så overvåkes prosesseringen av metakognitive følelser og -bedømminger og kontrollprosesser aktiveres som direkte konsekvens av det. Altså overvåkingen er en ubevisst-, uanalytisk- og innvendig prosess, så fungerer det som en direkte trigger av kontroll.

I situasjoner hvor analyse er mulig, oppnås informasjon om hvilke krav det er til prosessering gjennom bevissthet knyttet til oppgavens karakter og instruksjoner, samt prosedyrer som er anvendt (eller skal anvendes). Denne informasjonen sjekkes opp mot MK som befinner seg i langtidsminnet, som blant annet er kunnskap personen har om strategier og egen prosesseringsevner. Ved å intrigere informasjon om seg selv og sine kognitive erfaringer, så tilpasses/oppdateres kunnskapen slik at den kan relateres til situasjonen som personen står ovenfor. På den måten megles og tilpasses MK av ME (Asik & Erktin, 2019; Efkliides 2018). I

tilfeller der kognitiv prosessering er tilgjengelig for analyse, så forklarer Efklides(2018) at slike prosesser, overvåkes av oppgaverelatert metakognitiv kunnskap, og aktiverer kontrollprosesser indirekte. Denne overvåkingsfunksjonen er analytisk og bevisst, og påvirker valg av strategier og dirigerer den fremtidige bruken og reguleringen av de.

I følge Efklides (2018), så overvåker ME kognisjon mens prosesseringen foregår. Hun har sortert de forskjellige ME-kategoriene ut fra hvilken fase i den kognitive prosesseringen de oppstår. Hun forklarer at ME i de forskjellige fasene viser seg å aktivere bestemte kontrollhandlinger (MF). Hun deler prosesseringsprosessen inn i tre hovedfaser: Initierende, planlegging og utførelse, og utfall/resultat.

1. Den *initierende fasen* av kognitiv prosessering, innebærer prosessering av oppgavens instruksjoner, samt gjenkjenning- og tolkningsprosesser av inntrykkene. Ifølge Efklides (2018), så overvåkes denne delen av følelsen av familiaritet, og følelsen av å vite. De gir informasjon om videre prosessering er mulig eller ikke. Kontrollhandlinger, eller MF som aktiveres i denne fasen, er overvåkingsstrategier som har som hensikt å undersøke egen forståelse av problemet og det tilhørende domenet, for å kunne gjenkjenne oppgaven og dens krav til prosessering.
2. Prosesser i *planlegging og utførelses-fasen* innebærer planlegging, samt utførelse av kognitive strategier (strategivalg og -bruk). I denne fasen er det følelser av vanskegrad, estimeringer av innsats og tidsbruk, som overvåker eventuelle avbrudd og forstyrrelser i prosesseringen, og gir informasjon om det er nødvendig med korrigerende handlinger. MF som aktiveres og anvendes som respons på overvåkingen i denne fasen er kognitive- og metakognitive kontrollstrategier, og regulering av prosessering.
3. De resterende kategoriene av ME, som er bedømming av læring, korrekthets-bedømming av oppnådd resultat, følelse tilfredshet og følelse av fortrolighet, overvåker utfallet av kognitive prosesser. Det er bedømminger og følelser som overvåker hvorvidt resultatet er korrekt, oppløpet til resultatet eller hvordan

resultatet ble nådd (med/uten avbrudd), og kvaliteten på utfallet ut ifra et (subjektivt) kriterium. Dette aktiverer handlinger som har som hensikt å evaluere utfallet.

Tabellen nedenfor viser en oversikt over innholdet i de ulike fasene (1,2 og 3) ved kognitiv prosessering, de tilhørende overvåkningsfunksjonene som ME har, og MF som kan aktiveres som respons på de.

Tabell 1

	<i>Cognitive processing</i>	<i>Metacognitive experiences</i>	<i>Metacognitive skills</i>
1	Stimulus recognition Processing of task instructions	Feeling of familiarity Feeling of knowing Estimates of when and where the information was acquired (source memory)	Monitoring of comprehension
2	Planning Use of cognitive strategies/ carrying out the planned action	Feeling of difficulty Feeling of difficulty Estimate of effort Estimate of time spent on the task	Planning Allocation of resources Checking Regulation of processing Use of metacognitive strategies
3	Response	Judgment of learning Judgment of solution correctness Feeling of confidence Feeling of satisfaction	Evaluation of outcome

(Efklides, 2018, s 12)

Tro og affekter (belief`s and affects)

Forrige avsnitt utdypet om hvordan ME påvirker selvregulering og beslutninger om kontrollhandlinger under prosesseringen av en problemløsningsoppgave. Jeg skal i dette kapitlet forklare hvilke faktorer som påvirker ME, i tillegg til kognitiv belastning som nevnt under *Problemløsningsstrategier*.

Affekter er en persons umiddelbare emosjonelle reaksjon på noe. Under problemløsning oppstår det ofte affekter i forbindelse med overvåking av egen kognitiv prosessering, og er i

stor grad med på å forme hvordan en person ser på matematikk generelt, oppgaver, og seg selv.

I Schoenfelds (1992) tekst gis det en definisjon av «belief`s» i forbindelse med læring og forståelse i matematikk:

*".... an individual's understandings and feelings that **shape** the ways that the individual conceptualizes and engages in mathematical behavior" (Schoenfeld, 1992, s 71)*

Tradisjonelt så har affektive og kognitive vært sett på som to separate domener, men det viser seg at de påvirker hverandre gjennom ME (Schoenfeld, 1992; Efklides, 2018). For eksempel er kunnskaper og oppfatninger en har som seg selv som et kognitivt vesen, noe som berører det affektive og kognitive. Det innebærer også konsepter som selvtillit, selvinnsikt og følelse om mestringssevne. Sammen påvirker de hvordan en person opplever seg selv i møte med matematikk og problemløsning og er faktorer som påvirker ME. (Efklides, 2018)

Schoenfeld(1992) forklarer at dette er faktorer som har sterk innvirkning på en persons adferd og handlinger innen matematikkfaget (og ellers), men som oftest på en negativ måte.

«Students' beliefs shape their behavior in ways that have extraordinarily powerful (and often negative) consequences.» (Schoenfeld, 1992, s)

Praksis

Hvordan en person arbeider med problemløsning i matematikk er sterk knyttet opp mot aktiviteter de opplever i klasserommet, ettersom matematikk er noe som nesten utelukkende skjer på skolen, og matematiske syn og perspektiver formes gjennom den undervisningskulturen elevene eksponeres for (Schoenfeld, 1992). Et eksempel på dette kan være at dersom elever i et klasserom stort sett erfarer individuelt arbeid med matematikk, så kan de få en opplevelse av, eller en tro på at det er slik matematikk gjøres. Dette virker

inn på etableringen av holdninger og meninger eleven har til faget og som kommer til uttrykk i handlinger og adferd. I vårt eksempel kan elevene ende opp med å forstå arbeid med matte som en individuell aktivitet, og velger derfor denne arbeidsmåten fremfor parallell gruppearbeid (Aşik, & Erktin, 2019; Schoenfeld, 1992; Kim, & Moore, 2019). Dette har vist seg å være tilfellet selv om erfaringene ikke er spesielt gode, noe som kan virke litt underlig. Litteratur peker på at det er forhold som elever erfarer hyppigst, som de vil knytte seg til agere etter (Schoenfeld, 1992; Kim, & Moore, 2019).

Kapittel 3 Metode

3.1 Deltakere og kontekst

Deltakerne i studien

Deltakerne i studien besto av 4 jenter som jeg har over en lengre periode vært trener til i et idrettslag. Høsten 2020 dannet vi en ukentlig mattehjelpsgruppe med varighet på to timer. Gruppen pågår fortsatt. Å delta på gruppesamlingene har vært helt frivillig. Ved studiens start, høsten 2021, gikk tre av deltakerne (P1, O1 og O2) på studiespesialiserende linje ved en videregående skole, mens en (P2) hadde nettopp fullført og bestått videregåendeutdanning og startet på voksenopplæringen som tilbyr fag for videregåendetrinn. Deltakerne har hvert skoleår mulighet til å velge mellom to ulike matematikkfag. Ingen av deltakerne har gått i samme matematikkklasse, men alle går/har gått på samme videregående skole, hvor enkelte har valgt samme matematikkfag.

Grunn for valg av deltakere

Etter at skolene ble nedstengt på grunn av Covid-19 utbruddet, og de restriksjoner som fulgte i ettertid, ble det vanskelig å gjennomføre studien i skolen ettersom skolehverdagen var preget av uforutsigbarhet. Det ble derfor naturlig for meg, som skulle gjennomføre en kvalitativ undersøkelse, å benytte meg av mattehjelpsgruppen. Deltakerne kjenner meg

godt, og jeg har en opplevelse av at de føler seg trygge på å dele hva de tenker med meg. Det ser jeg på som en positiv faktor i forhold til studiens formål.

I likhet med mattehjelpsgruppene har deltakelse i studien vært helt frivillig, og de har hatt mulighet til å trekke seg når som helst. De har også hatt mulighet til å delta på gruppene selv om de ikke ønsker å delta i forskningsprosjektet.

Geometri som matematisk område for studien

Jeg har i denne studien begrenset det matematiske området til å omhandle geometri. Det er to årsaker til det.

Den ene er at strategier i geometrioppgaver kan være mer synlige for en observatør, ettersom oppgaver på en enkel måte kan utformes på en slik måte at det er naturlig å lage visuelle representasjoner av problemet, noe som kan gjøre det lettere for deltakerne å formidle egen tenkning.

Den tredje årsaken er at ME, i tillegg til å være personsensitiv, også er oppgave-sensitiv som innebærer at det kan variere mellom matematiske domener (Asik & Erkin, 2019; Efklides, 2018). Studiens hensikt er å undersøke mønster i deltakernes adferd og handlinger i forbindelse med hva de opplever og erfarer under problemløsning.

3.2 Innsamling av Data

3.2.1 Selvrapporterings skjema

Første del av datainnsamlingen ble gjennomført ved bruk av et selvrapporterings skjema (se Vedlegg A) som deltakerne fikk to uker på seg å fylle ut. Den besto av 41 ulike metakognitive påstander som omhandlet selvregulering ved problemløsning i geometri. De var delt inn i fem grupper ut ifra progresjonen i oppgaven, og startet med: «Når jeg leser en geometrioppgave jeg skal løse ...»(7), «Når jeg har lest ferdig en geometrioppgave ...»(10), «Når jeg løser en geometrioppgave, prøver jeg hele tiden å være bevisst ...» (6), «Når jeg står fast ...»(9) og «Etter jeg har løst ferdig en geometrioppgave ...» (8). Hver påstand hadde fem alternativ:

«aldri», «sjeldent», «noen ganger», «som oftest», «alltid». Deltakerne skulle krysse av for det som de mente stemte for dem.

Påstandene er inspirert og laget ut i fra *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI), som er et spørreskjema utviklet av Schraw og Dennison (1994) som har som hensikt å måle metakognitiv bevissthet. Et utvalg av påstandene er oversatt og tilpasset studiens formål. For eksempel så er en påstand fra MAI, som finnes i kategorien «*Information Management Strategies*», under «*Regulation of cognition*», er formulet: “*I draw pictures or diagrams to help me understand while learning*”. Denne har jeg oversatt på følgende vis: «*Når jeg har lest ferdig en geometrioppgave, lager jeg hjelpefigur/tegning ut fra informasjonen i oppgaveteksten for å forstå problemet bedre*».

Hensikten med selvrapporten, var å bruke resultatene som intervjugrunnlag, som jeg kommer tilbake til senere i dette kapittelet.

3.2.2 Problemløsningstest

I andre del av datainnsamlingen ble det brukt «høyt tenkende»-metode på deltakerne ved parvis problemløsning. Det ble gjennomført to testrunder på samme dag, hvor P1 og O1 var først (testgjennomføring #1), og P2 og O2 gjennomførte rett etter (testgjennomføring #2) uten mulighet til å snakke med P1 og O1 om innholdet i testen. Parene fikk tildelt to ulike roller, der en skulle forsøke å løse problemet, mens den andre skulle observere og notere det hun så. P1 og P2 var problemløserne(P), mens O1 og O2 var observatørene(O).

Instruksjonene som P fikk i forveien var at de skulle gjøre sitt beste, og at de ikke trengte ikke å fullføre oppgavene. Jeg hadde kalkulator, passer og linjal på bordet. De hadde med seg skrivebok og skrivesaker. O fikk utdelt et skjema (se Vedlegg O) hvor de skulle notere «*handlinger og adferd de mente påvirket P's fremgang i problemløsningen*», og at de kunne hjelpe, men uten å «gi P svaret». Jeg ba dem også notere tidsbruk hvis de mente det var en faktor.

Oppgaven

Oppgaven de fikk var en geometrisk problemløsningsoppgave. Jeg lagde oppgaven basert på en konstruksjonsoppgave jeg så i boken «*Fatte matte*» (Nygaard & Pettersen, 2000, oppgave 1.14, s.20-21) Oppgavetekstens kontekstuelle situasjon er formulert og funnet på av meg, mens det matematiske konseptet er hentet fra oppgaven i Nygaard og Pettersens (2000) bok.

Figur a: Oppgave (a) fra problemløsningstest

Oppgave (a)
Konstruer en 60 graders vinkel. Kan du forklare hvorfor denne teknikken faktisk produserer 60 grader?

Figur b: Oppgave (b) fra problemløsningstest

Oppgave (b)
Bråsterk er et treningsapparat hvor du drar deg selv opp på skinner. I dette tilfellet er den 4 meter. Du kan regulere tyngden på øvelsen etter hvor høyt du plasserer den på veggen. Du vil teste om du klarer å dra deg opp hvis det er 60 grader mellom *bråsterken* og gulvet. Kan du vise at *bråsterk*-apparatet da må festes nøyaktig $2 \cdot \sqrt{3}$ m over gulvet, (*hvis den står 2 meter fra veggen**)?

*Tilleggsinformasjon for Test #2

Figur c: Oppgave (c) fra problemløsningstest

Oppgave (c)
Du innser at du ikke når opp, og vil heller prøve deg på 30 grader. *Bråsterk*-apparatet står fortsatt 2 meter fra veggen. Forklar at arealet under *bråsterken* nå er en tredel av arealet om vinkelen var 60 grader.



Oppgavens krav til forkunnskaper

I forbindelse med denne studien, har jeg vurdert deltakernes forkunnskaper og tilpasset oppgaven gitt i testen ut fra hvilke matematikkfag de har gjennomført (Se Tabell 3.1 og Vedlegg K), samt observasjoner jeg har gjort under gruppesamlingene.

Tabell 3.1: Deltakernes fagbakgrunn

Deltaker/Skoleår	Vg1	Vg2	Vg3	Voksenopplæring
P1	1T	R1*		
O1	1P	S1	S2*	
P2	1P	S1	S2	R1*
O2	1T	R1*		

**Nettopp påbegynte fag ved studiens start*

Oppgave a og c var lik i begge testene, men oppgave b var noe annerledes.

P1, som var først ut, fikk formler (se vedlegg F) når hun uttrykte at hun ikke husket en formel hun så for seg at hun ville bruke. Jeg ga flere enn den hun spesifikt spurte om. P2 fikk de samme formlene helt fra starten av testen, selv om jeg visste hun ikke hadde kjennskap til sinus- og cosinus-formlene. Disse ble krysset ut i løpet av P2 sin besvarelse av oppgave (b) (se Vedlegg F punkt (1)).

Oppgave (a) (ref. Figur a) kan løses ved å knytte regelen for konstruksjonsteknikken, med kunnskapen om at summen av sidene i en trekant er 180 grader.

Jeg visste at konstruksjon var noe deltakerne gjorde mest av på ungdomsskolen, og valgte derfor denne oppgaven for å se hvordan de overvåket og kontrollerte prosessering av tilbakelagt kunnskap. Jeg hadde ikke observert lignende oppgave fra videregående trinn, noe som gjorde at deltakerne stilte relativt likt.

Oppgave (b) (ref. Figur b) var noe ulikt utformet for testgjennomføringene. Bakgrunnen for det var de forskjellige bakgrunnskunnskapene P1 og P2 hadde fra skolegangen sin (se Tabell 3.1 og Vedlegg K). I begge tilfeller kan Pythagoras benyttes, men i testgjennomføring #1 er det nødvendig å supplere med annen trigonometrikunnskap.

Oppgave (c) (ref. Figur c) handlet om å knytte formelen for areal med informasjonen i oppgaveteksten.

For oppgave (b) og (c) ønsket jeg spesielt å undersøke hvordan oppgaverelatert MK overvåker prosesseringen, og hvordan deltakerne avgjør hvilke krav det er til prosessering gjennom analyse av oppgavens karakter og tilhørende prosedyrer.

Evaluering av gjennomførelse: Selvstyrt samtale

3.2.3 Intervju

Jeg gjennomførte to typer intervjuer i løpet av studien. Det ene intervjuet var rett etter testgjennomføringene, med P og O sammen, mens det andre var to uker senere med problemløserne.

Samtaleintervju

Rett etter problemløsningstesten skulle P og O evaluere gjennomføringen. De fikk utdelt resultatene fra selvrappporten til problemløseren, og ble bedt om å kommentere gjennomførelsen med utgangspunkt i den. Dette intervjuet var et samtaleintervju hvor P, O og jeg snakket om hvordan testgjennomføringen hadde gått.

I artikkelen «Evolution of Research Methodes for Probing and Understanding Metacognition»(Anderson m.fl, 2009), diskuteres og reflekteres rundt metodebruk i en forskningsmetode kalt Metacognition and Reflective Inquiry(MRI). Her skriver forfatterne at en av utfordringene ved metodebruk når det kom til å få deltakere til å svare på spesifikke spørsmål om adferd og situasjoner, som opptok forskeren, var at de fikk liten eller ingen respons. Men når deltakerne fikk snakke om det de hadde opplevde, så produserte intervjuene flere resultater.

Med hensyn til disse erfaringene så lot jeg parene bestemme selv hva de ville snakke om, men med utgangspunkt i spørsmålene og resultatene fra selvrappporten. På den måten kunne de snakke fritt om opplevelsene de hadde under gjennomførelsen, men innenfor studiens tema. De fikk beskjed om å spesielt se på påstander som var besvart «aldri» eller «alltid», for å se om P handlet annerledes under testen i forhold til hva de hadde svart på testen.

For eksempel, så plukket O1 ut påstanden: «*Når jeg har lest en oppgave som jeg skal løse, formulerer jeg oppgaveteksten med egne ord*», hvor P1 hadde krysset av for «aldri».

Kommentaren fra observatøren O1 var da: «

“Du prøvde å omformulere da, selv om du kanskje ikke ser det”.

Om samtalen stoppet opp, så stilte jeg oppfølgingsspørsmål, eller valgte en påstand som jeg synes var interessant sett opp mot testgjennomføringen.

To uker etter testen gjennomførte jeg et semistrukturert intervju med kun problemløserne. Jeg hadde på forhånd plukket ut noen hendelser fra testgjennomføringene som jeg ønsket å undersøke nærmere for å skaffe mer informasjon som kunne si noe om bakgrunnen for valgene de gjorde.

Intervjuet var semistrukturert for jeg hadde en innledning, hoveddel og avslutning, med en klar hensikt om hva jeg ville oppnå. Jeg hadde og plukket ut noen besvarelser fra selvrapporten som jeg ønsket å se i sammenheng med testgjennomføringen. Jeg stilte også åpne og spontane spørsmål som varierte ut ifra svar og respons jeg fikk fra deltakeren.

Et eksempel på det er:

P2:

“Ja, jeg satt de inn feil bare”

Meg:

“Hvilken strategi kunne du brukt for å unngå denne feilen?”

I innledningen, hvor jeg gikk gjennom handlingene deres som ledet opp mot den aktuelle situasjonen jeg hadde i tankene, hvor hensikten var å hjelpe deltakerne til å gjenkalle følelser og tanker de hadde under den aktuelle episoden.

I hoveddelen, stilte jeg både åpne og direkte spørsmål. De åpne spørsmålene hadde som hensikt å la deltakerne reflektere rundt hendelsen(e), mens når jeg mente jeg nærmet meg informasjonen jeg var ute etter, stilte jeg direkte spørsmål.

Avslutningsvis så kom jeg med mine innspill om hva jeg tenkte om hendelsen, hvordan problemet alternativt kunne løses, og lyttet til deres kommentarer.

3.3 Analyse av data

3.3.1 Analyseprotokoll

For å analysere data fra transkripsjonen av problemløsningstesten, så lot jeg meg inspirere av metoden som Mokos og Kafoussi(2013) brukte i sin studie «Elementary Students Spontaneous Metacognitive Functions in Different types of Mathematical Problems». De brukte Schraw og Dennison`s (1994) *Metacognitive Awareness Index (MAI)* til å lage en analyseprotokoll.

MAI inneholder påstander som omhandler regulering av kognisjon (*Regulation of cognition*) og kunnskap om kognisjon (*Knowledge of cognition*). Mokos og Kafoussi(2013) tilpasset denne til Nelsons og Narens teori, og kategoriserte disse som kontroll- og overvåkingsstrategier i Objekt- og Meta-nivå.

Kategoriene som tilhører regulering av kognisjon (Planning, Information Management Strategies, Debugging, Comprehension monitoring og Evaluation), er kontroll og overvåkingsstrategier i Objekt-nivå, mens kunnskap om kognisjon (Declarative-, Procedural-, og Conditional Knowledge) er strategier i Meta-nivå.

Med hensikt til studiens formål, så Jeg valgte ut kontrollstrategiene, ettersom ME er synlig gjennom kontrollhandlingene og var relevant i forhold til studiens hensikt. Det var ikke alle kontrollstrategiene jeg observerte, så noen har derfor utgått. *Procedural knowledge*, eller prosedyrekunnskap er kontrollstrategier i Meta-nivå, og utgjør ME og MF, hvor kontrollhandlingene MF trigges av overvåking utført av ME (Efklikes 2018).

Protokollen var derfor under utvikling gjennom hele analyseringsprosessen.

Jeg omformulerte påstandene fra MAI, til observasjoner av strategibruk, og laget en tilhørende kode som henviste til de ulike påstandene i MAI. Disse ble brukt i kodearbeidet videre. Analyseprotokollen er lagt til som (se Vedlegg B)

3.3.2 Transkripsjonsprosessen og Analyse

Jeg transkriberte de delene fra lydopptakene hvor jeg mente deltakerne var involvert i eller kommenterte beslutningstakingsprosesser. Dette gjaldt omtrent hele problemløsningstesten. I intervjuene omfattet det for eksempel hvor deltakerne sa: «Hva har jeg egentlig gjort her?» Jeg kodet utsagnene ut ifra kodningsapparater som jeg laget ut ifra analyseprotokollen (Vedlegg B) og Efklikes (2018) teori om metakognitive erfaringer og prosesseringsfaser (se tabell 2.1).

For å dele opp datamaterialet og skaffe en oversikt over utsagn som tilhørte Objekt-nivå og Meta-nivå, startet jeg med å kategorisere utsagn eller situasjoner som tydet på metakognitiv aktivitet. Det gjaldt alt som tydet på evaluering eller regulering av kognisjoner. Utsagn eller situasjoner som ikke viste noen tegn til regulering eller evaluering, var kognitive aktiviteter.

Kategori- og kodetabeller

I min studie ønsket jeg å finne eventuelle mønster i deltakernes beslutningstaking ved problemløsningssituasjoner. For å analysere og kategorisere datamaterialet i studien, brukte en kvalitativ innholdsanalyse inspirert av Philipp Mayring (2015).

Jeg lagde 3 kategorier ut av datamaterialet for å skaffe innsikt i hvordan ME påvirker beslutninger om kontroll og regulering i løpet av problemløsningsprosesser: 1) Kontrollstrategier på Objekt- nivå, 2) kontrollstrategier på Meta-nivå, og 3) ME.

En kategori, ifølge Mayring (2015), er en samling av tekstmateriale og hvilke egenskaper disse tekstmaterialene har. De to siste kategoriene har et kodingsapparat hvor de tilhørende underkategorier/koder er beskrevet med en eksplisitt definisjon, et eksempel og koderegulering.

Eksemplene i rammeverket mitt vil bestå av konkrete utsagn fra deltakerne, og er valgt ut som typiske eksempler for å illustrere hva elevene tenker eller gjør. Kodereglene sitt mål er å sørge for at det ikke er noe tvil om hva hver av kategorien betyr (Mayring, 2014).

Jeg leste gjennom alle utsagnene i hver kategori med jevnlig mellomrom for å undersøke om de tilhørte den kategorien de var plassert i, og utførte eventuelle justeringer i analyseprotokollen eller omplasseringer i kategoriene.

Ettersom jeg har en relasjon til deltakerne av testen, har jeg forsøkt å være påpasselig på hvordan det kan påvirke studien og dens resultater. Jeg har mange ganger tatt meg selv i å anta hva deltakerne mener eller tror, fordi jeg mener å kjenne adferdsmønsteret deres. Jeg har gjennom hele studien hatt med meg et sitat fra Mayring (2015), som har fungert som en god påminner om at jeg må alltid se på datamaterialet og hva det forteller meg, og ikke gjøre antakelser ut ifra personlige erfaringer jeg har med deltakerne:

«The ongoing inductive process has great importance within qualitative research. It aims at a true description without bias due to the preconceptions of the researcher, an understanding of the material in terms of the material» (Mayring, 2015, s.223)

Kontrollstrategier Objekt-nivå

Jeg gikk linje for linje gjennom transkripsjonen og kategoriserte kontrollhandlinger og -tiltak som jeg observerte. Deretter dannet jeg samlekategorier/-koder for disse og kodet de med hensyn til analyseprotokollen (se vedlegg B). Jeg fant til sammen 12 kontrollstrategier som underkategorier av kontrollstrategier i Objekt-nivå, og er representert i analyseprotokollen (se Vedlegg B).

Kontrollstrategier Meta-nivå

For å undersøke kontrollstrategier på Meta-nivå, gikk jeg gjennom strategiene jeg hadde funnet på Objekt-nivå, og undersøkte om strategien: 1) var kjent fra før, 2) hadde en spesifikk hensikt, 3) var valgt eller brukt bevisst, eller 4) om strategivalg/-bruk fremsto som ubevisst, men fornuftig. Disse tilsvarer henholdsvis prosedyrekunnskapene PK 3, PK 14, PK 27 og PK 33 (se Vedlegg B). inneholder i tillegg til å inneholde definisjon, eksempler og koderegel, så har jeg og tatt med min tolkning av eksempelet i kodingsapparatet for kontrollstrategier på Meta-Nivå (se vedlegg D). Årsaken til det er at disse kontrollstrategiene ikke viser seg direkte gjennom utsagn, men gjennom tolkning av situasjonen og kontekst. Tolkningen i kodingsapparatet viser og eksempler på koding av kontrollstrategier på Objekt-nivå.

Metakognitive erfaringer

ME overvåker kognitive prosesser, og kan observeres gjennom en respons, eller reaksjon fra overvåkingen. Jeg var ute etter å finne de negative responsene fra overvåkingen. Jeg delte inn i tre underkategorier etter når i prosesseringen utsagnene oppsto. Disse er laget etter Efkliedes (2018) inndeling av faser ved kognitiv prosessering (se Tabell 2.1). Kodingsapparatet til denne kategorien er å finne i Vedlegg C.

Situasjonsanalyse

For å gi mening til resultatene fra kodingsarbeidet, så valgte jeg ut noen utdrag fra transkripsjonen av testene hvor jeg viser kodingen og tolkningen min. Utdragene fra testgjennomføringene er plukket ut på bakgrunn av at de tilhører hendelsene som jeg undersøkte i intervjuene med P1 og P2, og fulgt opp med korte utdrag fra intervjuet som kan gi ytterligere informasjon som har som hensikt å belyse bakgrunnen for deltakernes handlinger og adferd

Kapittel 4 Resultater og Analyse

I dette kapittelet skal jeg presentere resultatene fra studien og analysere de ut i egen forståelse og teori som ble presentert i kapittel 1. Resultatene deles i to hoveddeler, Testgjennomføring #1 og testgjennomføring #2, og vil bli presentert i den rekkefølgen. Først vil jeg representere resultatene fra kodingen av utsagn som viser kontrollstrategier på Objekt-nivå og Meta-nivå (se Vedlegg B, samt funn av metakognitive erfaringer av negativ karakter (Se vedlegg C). Deretter presenterer jeg utdrag fra transkripsjonen med min tolkning og koding.

4.1 Testgjennomføring #1

4.1.1 Kontrollstrategi Objekt-nivå

Oppgave- og Informasjonsorientering

Tabellen nedenfor viser antall funn av utsagn fra P1 som tydet på bruk av oppgave- og informasjonsorienteringsstrategier som tilhører IMS-kodene (se Vedlegg B)

Tabell 4.1.1: Oppgave- og Informasjonsorientering (P1)

	IMS 13	IMS 30	IMS 37	IMS 39	IMS 43	IMS 47	IMS 48	Sum pr oppgave	%
Oppgave (a)	0	0	1	0	2	0	0	3	9 %
Oppgave (b)	6	2	1	3	11	1	0	24	75 %
Oppgave (c)	2	0	2	0	1	0	0	5	16 %
Sum pr. strategi	8	2	4	3	14	1	0	32	
%	25 %	6 %	13 %	9 %	44 %	3 %	0 %		

Resultatene i tabellen viser at hun i størst grad «... forsøker å relatere innholdet i oppgaven med kunnskap hun kan fra før» (ref. IMS 43), mens det ikke ble observert noen utsagn som tydet på at «hun fokuserer på helheten, om hva oppgaven faktisk spør om, fremfor detaljer» (IMS 48). Tabellen viser også at tre av fire strategier som tilhører IMS (se vedlegg B) hun brukte totalt, var anvendt i Oppgave (b) (ref. Figur b).

Feilsøking

Tabellen viser en oversikt over antall ganger det ble gjort funn av utsagn som viste forsøk på feilsøking (se Vedlegg B).

Tabell 4.1.2: Feilsøking (P1)

	DB 29	DB 40	DB 44	DB 51	DB 52	Sum pr oppgave	%
Oppgave (a)	1	2	0	0	0	3	8 %
Oppgave (b)	6	4	7	1	5	23	59 %
Oppgave (c)	1	2	6	0	4	13	33 %
Sum pr. strategi	8	8	13	1	9	39	
%	21 %	21 %	33 %	3 %	23 %		

Resultatet viser at det ble funnet flest utsagn der «hun revurderer antakelsene sine når hun er usikker» (DB 44), mens det kun ved ett tilfelle ble observert at «hun går tilbake i

informasjonen oppgaven, når noe virker uklart» (DB 51). Tabellen viser også at det ble forsøkt på feilsøking flest ganger i oppgave (b) (ref. Figur b)

Samlet Resultat Kontrollstrategi Objekt-nivå P1

Tabellen viser en oversikt over det totale antall funn av kontrollstrategier på Objekt-nivå basert på utsagn fra P1, og prosentvis fordeling mellom strategier i IMS-kategorien og DB-kategorien (Se vedlegg B).

Tabell 4.1.3: Total kontrollstrategi Objekt-nivå, fordeling mellom IMS og DB (P1)

	IMS totalt	DB totalt	Sum	% IMS	% DB
Oppgave (a)	3	3	6	50 %	50 %
Oppgave (b)	24	23	47	51 %	49 %
Oppgave (c)	5	13	18	28 %	72 %
Sum	32	39	71	45 %	55 %

Tabellen viser en lik fordeling mellom observerte utsagn kodet IMS og DB i oppgave (a) og (b). Mens i oppgave (c) er det observert 8 flere utsagn kodet DB, enn IMS (se Vedlegg B)

4.1.3 Kontrollstrategier Meta-Nivå

Tabell 4.1.4: Bruk av kontrollstrategi på Meta-Nivå (P1)

	PK 3	PK 14	PK 27	PK 33	Sum pr. oppgave	%
Oppgave (a)	0	0	1	0	1	2 %
Oppgave (b)	5	14	8	3	30	71 %
Oppgave (c)	1	2	3	5	11	26 %
Sum pr. strategi	6	16	12	8	42	
%	14 %	38 %	29 %	19 %		

Tabellen viser antall observasjoner av utsagn som viser kontrollhandlinger i Meta-nivå som korresponderer til de ulike formene for prosedyrekunnskap (ref. Vedlegg B). Resultatet i tabellen viser at det var observert færrest utsagn som tydet på at hun prøvde å bruke

strategier som har fungert før (PK 3), mens det var flest utsagn som tydet på at kontrollstrategiene hun brukte i Objekt-nivå, var utført med spesifikk hensikt (PK 14). Tabellen viser og at det ble observert flest utsagn av kontrollhandlinger på Meta-nivå i Oppgave (b), med 71 %.

4.1.3 Metakognitiv Erfaring

Tabellen nedenfor viser antall negativt ladet reaksjoner eller utsagn fra P1, som resultat av overvåking av egen kognitiv prosessering i de forskjellige fasene av den (ref. Tabell 3..

Tabell 4.1.5: Negativ ME (P1)

P1	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Sum oppgave</i>
<i>Oppgave (a)</i>	1	1	0	2
<i>Oppgave (b)</i>	4	21	10	35
<i>Oppgave (c)</i>	0	6	6	12
Sum fase	5	28	16	49
	10 %	57 %	33 %	

Tabellen viser at det var funnet flest negative utsagn i Fase 2 (se Vedlegg C) både totalt og for hver oppgave. Den viser og blant annet at det ble gjort flest funn av ME-overvåking med negativt utsagn i oppgave (b) (ref. Figur b).

4.1.4 Utdrag fra transkriberingen

Utdrag 1: Pythagoras-formelen

Tabellen nedenfor viser et utdrag fra transkriberingen av testgjennomføringen, der P1 skulle starte prosessen med å anvende Pythagoras-formelen i løsningen på oppgave (b) (ref. Illustrasjon B),

Tabell: 4.1.7: P1 og bruk av Pythagoras-formelen

Nr	Taler	Utsagn	Tolkning/Kode*
[1]	O1:	Jeg synes det er vanskelig å hjelpe når jeg ikke kan det	[1] O1 synes det er vanskelig å hjelpe
[2]	Meg:	O1 nevnte noe om Pythagoras, den kunne hun.	
[3]	O1:	Ja, du kan jo prøve det da.	[2-3] Det foreslås å endre fremgangsmåte
[4]	P1:	Ja, for da kan jeg finne ut den på bunnen.	[4] DB 40, PK 14
[5]	P1:	Men jeg klarer ikke å regne med to ganger «blablabla»	[5] ME Fase 2 «følelse av vanskegrad» *(-)
[6]	O1:	Men bare skriv det opp så ...	[6]
[7]	P1:	Jeg tror jeg må finne ut hva <i>den</i> er.	[7] IMS 30, IMS 47, DB 40, PK 14
[8]	P1:	For jeg får ikke til ... jeg skjønner ikke hva det der er.	ME Fase 2: «Følelse av vanskegrad» (-)

*Se Vedlegg B og C

Jeg forstår utsagn [4], som at hun har startet planleggingsfasen av ny strategi. Bakgrunn for det er at hun sier seg enig med utsagn [3], og begrunner hvorfor det kan være en god ide. Hun kan «... finne den på bunnen» (ref. utsagn [4]), som i dette tilfellet er grunnlinjen «b» på hjelpefiguren hun har tegnet (se Figur e). Men i utsagn [5] virker det for meg som at hun ikke synes det var en god ide likevel fordi hun ser for seg problemer på et senere tidspunkt i utregningen.

Figur d: Besvarelse P1 oppgave (b) (ref. Figur b)

b)

(1)

$$4 \cdot \sin(60^\circ) = \frac{a}{4} \cdot 4$$

$$\sin(60^\circ) \cdot 4 = a \quad 12.12 = 24$$

$$2 \cdot \sqrt{3} = \sqrt{12} \quad +22 = 244$$

$$\rightarrow \sqrt{12} + b^2 = 4^2$$

$$\frac{\sqrt{244}}{12} = \frac{16}{b^2} \quad \text{Svaret er nei}$$

(2)

Figuren viser at hun var innom sinusprosedyren (se punkt (1)), før hun forsøkte seg på Pythagoras-formelen, hvor utregningen resulterte i negativt fortegn i en kvadratrot (se punkt (2)).

4.2 Testgjennomføring #2

4.2.1 Kontrollstrategi Objekt-nivå

Oppgave- og Informasjonsorientering

Tabellen nedenfor viser antall funn av utsagn fra P2 som tydet på bruk av strategier for oppgave- og informasjonsorienterings (Se Vedlegg B)

Tabell 4.2.1: Oppgave- og Informasjonsorientering (P2)

	IMS 13	IMS 30	IMS 37	IMS 39	IMS 43	IMS 47	IMS 48	Sum pr oppgave	%
Oppgave (a)	0	0	0	0	4	0	0	4	22 %
Oppgave (b)	5	3	1	2	0	0	0	11	61 %
Oppgave (c)	0	1	0	0	1	0	1	3	17 %

<i>Sum pr strategi</i>	5	4	1	2	5	0	1	18
%	28 %	22 %	6 %	11 %	28 %	0 %	6 %	

Resultatene i tabellen viser at det er gjort like mange funn av utsagn hvor hun «... *forsøker å relatere innholdet i oppgaven med kunnskap hun kan fra før*» (IMS 43) og der hun «... *fokuserer på viktig informasjon*» (IMS 13). Disse sammen med IMS 30 utgjør 14 av 18 utsagn observert i denne kategorien. Det ble ikke observert noen utsagn som tydet på at hun «... *forsøker å dele problemet i mindre delproblem*» (IMS 47). Tabellen viser og at flesteparten (61%) av OIO-strategier som ble observert, var i Oppgave (b).

Feilsøking

Tabellen viser en oversikt over antall ganger det ble gjort funn av utsagn som viste forsøk på feilsøking.

Tabell 4.2.2: Feilsøking (P2)

	DB 29	DB 40	DB 44	DB 51	DB 52	<i>Sum pr oppgave</i>	%
<i>Oppgave (a)</i>	1	0	1	0	0	2	5 %
<i>Oppgave (b)</i>	13	4	7	1	0	25	68 %
<i>Oppgave (c)</i>	1	0	7	2	0	10	27 %
<i>Sum pr strategi</i>	15	4	15	3	0	37	
%	41 %	11 %	41 %	8 %	0 %		

Resultatene i tabellen viser at det er gjort like mange funn av utsagn der P2 «... *spør meg eller O når det er noe hun ikke forstår*» (DB 29) og hvor hun «... *revurderer antakelsene sine når hun er usikker*» (DB 44). Og at disse til sammen utgjør 30 av 37 strategier for feilsøking. Men det er og verdt å merke at 13 av 15 utsagn som er kodet DB 29 er observert i Oppgave (b). Det ble ikke gjort noen funn av utsagn hvor P2 «... *leser oppgaveteksten på nytt når noe er uklart*» (DB 52). Også her viser tabellen at flesteparten (68%) av kontrollstrategier for feilsøking som ble observert, var i Oppgave (b),

Samlet Resultat Kontrollstrategi Objekt-nivå (P2)

Tabellen viser en oversikt over det totale antall funn av kontrollstrategier på Objekt-nivå basert på utsagn fra P1, og prosentvis fordeling mellom OIO- og feilsøkningsstrategier (se Vedlegg B)

Tabell 4.2.3: Total kontrollstrategi Objekt-nivå, fordeling mellom IMS og DB (P2)

	IMS totalt	DB totalt	Sum	% IMS	% DB
<i>Oppgave (a)</i>	4	2	6	67 %	33 %
<i>Oppgave (b)</i>	11	25	36	31 %	69 %
<i>Oppgave (c)</i>	3	10	13	23 %	77 %
<i>Sum</i>	18	37	55	33 %	67 %

Tabellen viser at hun brukte flere feilsøkningsstrategier, enn strategier for oppgave og informasjonsorientering (se vedlegg B), hvor fordelingen var 67% og 33% henholdsvis.

4.2.2 Kontrollstrategi Meta-nivå

Tabellen nedenfor viser antall utsagn observert fra P2 som antyder bruk av kontrollstrategier på Meta-nivå fordelt på de ulike strategiene (Se Vedlegg B og D).

Tabell 4.2.4: Kontrollstrategi Meta-Nivå (P2)

	PK 3	PK 14	PK 27	PK 33	Sum pr. oppgave	%
<i>Oppgave (a)</i>	0	1	0	0	1	5 %
<i>Oppgave (b)</i>	0	8	4	1	13	62 %
<i>Oppgave (c)</i>	1	1	5	0	7	33 %
<i>Sum pr strategi</i>	1	10	9	1	21	
<i>%</i>	5 %	48 %	43 %	5 %		

Resultatene viser nesten like mange funn hvor P2 ... har en spesifikk hensikt med kontrollstrategien (PK 14) og der hun er ... bevisst på strategien hun bruker (PK 27), og at disse til sammen utgjør at 19 av 21 observasjoner innenfor denne kategorien. Det er gjort flest funn av kontrollstrategier i oppgave (b), og minst i Oppgave (a). I Oppgave (b) er det observert flest utsagn av PK 14, mens i oppgave (c) er det flest av strategien PK 27. (Se Vedlegg B for kode beskrivelse)

4.2.3 Overvåking av prosessering: ME

Tabellen inneholder data som viser antall funn av ME som førte til avbrudd i prosesseringen (Se vedlegg C)

Tabell 4.2.5: Negative reaksjoner fra ME (P2)

	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Sum oppgave	%
Oppgave (a)	5	2	3	10	20 %
Oppgave (b)	4	13	10	27	54 %
Oppgave (c)	2	8	3	13	26 %
Sum fase	11	23	16	50	
%	22 %	46 %	32 %		

Tabellen viser at i Oppgave (a) (ref. Figur a) er flest utsagn i Fase 1, som er reaksjoner basert på grad av gjenkjenning av oppgaven og dens prosesseringskrav. Dette kan forklares ved at jeg i denne oppgaven demonstrerte konstruksjonsteknikken for P2, hvor hun kommenterte underveis:

P2: "Ja, men jeg husker det, jeg bare, eller, jeg husker det ikke. Men jeg kan det, men jeg husker det liksom ikke"

og

" ... nei, eller jo på ungdomskolen. Men husker absolutt ingenting"

I alt er det gjort flest funn av negative reaksjoner i Fase 2 av prosessering, og det er observert flest utsagn i Oppgave (b), og minst i Oppgave (a)

4.2.4 Utdrag fra transkripsjon

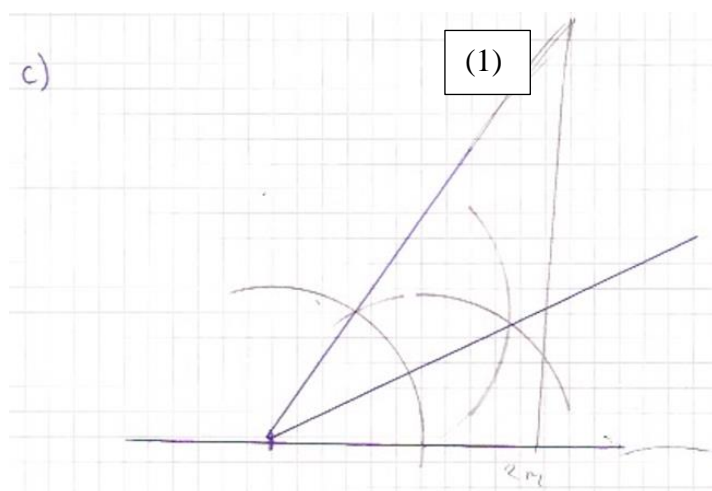
For testgjennomføring #2 hadde jeg valgt å se på en episode som oppsto under oppgave (c) (ref. Figur c). Tabellen nedenfor viser utsagnene, og hvordan jeg har tolket og kodet innholdet.

Tabell 4.2.6: Transkripsjonsutdrag fra testgjennomføring #2.

Nr	Taler	Utsagn	Tolkning/Kode*
[1]	P2:	Så det er liksom en ... Hvorfor er det en tredel?! Jeg vil faktisk vite svaret! Fordi se da, her, visst du skal finne arealet.	[1] Overvåking Fase 2: Følelse av å vite/vanskegrad (-)
[2]	P2:	Her liksom. Nå går <i>den</i> sikkert litt langt bort sånn ... Dette er en seksti grader, og arealet av den, er en tredel.	[2] DB 51, PK 14
[3]	P2:	Det gir jo ingen mening, Det burde vært en halv!	[3] ME Fase 3: «Følelse av tilfredsstillelse»
[4]	O2:	Men P2, du må huske at, den går to meter bort sant? ...	[4] O2 hjelper, hun ser hvor misoppfatningen har oppstått påpeker informasjon
[5]	P2:	Ja, men dette er jo ikke noe	[5] ME Fase 1: følelse av familiaritet (-)
[6]	P2:	... eller jo, men	[6] DB 44, PK 33
[7]	O2:	... og da må du jo liksom trekke en nitti grader opp ... Og da ser du på en måte at <i>det</i> arealet er mye større enn <i>det</i> arealet.	[7] O2 fullfører sidene på trekanten med 60 grader (Se figur f, punkt (1)), og påpeker hvorfor P2 sin oppfatning ikke kan stemme.
[8]	P2:	Ja ... Ja, men jeg hadde fortsatt sagt den var halvparten, når jeg tenker grader liksom, men ja.	[8] ME Fase 3: «Bedømming av oppnådd læring» (+) og Retrospektivt «Følelse av fortrolighet» (-)
[9]	Meg:	Men når du ser figuren nå så ... er du ...?	[9] Jeg kontrollerer forståelsen til P2

- [10] P2: Jo, ja jeg skjønner det nå, men jeg hadde ikke tenkt det visst jeg ikke hadde ... men ja. [10] ME fase 3: «Bedømming av oppnådd læring» (+) og «Følelse av fortrolighet» (-)
- [11] P2: Åh, jeg hatet dette, jeg er skikkelig dårlig. [11] ME Fase 3: «Følelse av tilfredshet» (-)
- [12] Meg: Her er formelen for areal for trekant da ... [12] Jeg hinner om til en vei til løsningen gjennom å minne på formelen for areal
- [13] P2: Ja, men jeg tenkte mer på forklaringsdelen da [13] IMS 48, PK 27
- [14] O2: Fordi høyden er ... Ja, fordi høyden er ... nei ...
- [15] Meg: Hm? Jo, fordi ... mm ... visst det hadde vært nitti
- [16] P2: grader, liksom rett opp sånn ... Det er en tredel fordi det er tredel av høyden liksom. [16] IMS 30, PK 27
- [17] P2: Ja, nå skjønnte jeg det. [17] ME Fase 3: Bedømming av oppnådd læring (+)
- *(Se Vedlegg B og C)

Figur e: Besvarelse oppgave (c) (Se figur c) P2



Figur f viser konstruksjonen som ble brukt i besvarelsen (ref. Tabell 4.2.6). Området omkring stedet merket (1), viser hvor O2 tegnet (ref. Utsagn [7], tabell 4.2.6)

I utsagn [3] gis det uttrykk for at P2 hadde en oppfatning om at arealet av den minste trekanten var halvparten største. O2 tegnet på den manglende delen av trekanten (se figur f). P2 så da at oppfatningen ikke stemte, men jeg tolker utsagn [8,10 og 11] som at den oppfatningen sto sterk i hennes forståelse av problemet.

Kapittel 5 Diskusjon

Jeg har i denne studien hatt som formål å forstå hvordan ME påvirker problemløsnings situasjoner. Jeg vil først diskutere rundt resultatene av kodingsarbeidet som kan si noe om hvordan ME aktiverer kontrollprosesser (MF). Deretter skal jeg analysere utsagnene som er presentert i Kapittel 4, og undersøke hvordan MK megles gjennom ME.

5.1 Metakognitive erfaringer og kontrollstrategier

Ifølge teorien (Efklides, 2018; Flavell 1979) så skal ME aktivere kontrollprosesser som viser seg gjennom MF, med mindre personen beslutter å avbryte problemløsningsprosessen. MF er prosedyrekunnskap, eller kontrollstrategier i Meta-nivå som jeg har omtalt det som i denne studien. Jeg ville undersøke om resultatene fra kodingsarbeidet kunne vise det. Jeg sammenlignet antall observasjoner som ble kodet ME (ref. Vedlegg C), med antall observasjoner av strategier som var kodet PK (ref. Vedlegg D). Jeg observerte da at antallene ikke samsvarte med hverandre.

Jeg gikk dermed gjennom transkripsjonen for å undersøke dette nærmere, og telte opp antall ganger P1 og P2 mottok hjelp som var uoppfordret, og brukte hjelpen videre i arbeidet. F.eks når O1 oppfordret P1 til å forsøke å sette verdiene inn i Pythagoras-formelen, så telte jeg ikke dette som hjelp, fordi P1 ikke tok oppfordringen (Se utsagn [6-8] i Tabell 4.1.7). Jeg telte kun de gangene hvor de ikke ba spesifikt om hjelp, siden å be om hjelp fra andre er en feilsøkningsstrategi (Se kode DB 29 i Vedlegg B).

Tabellen nedenfor viser antall ganger jeg observerte tilfeller hvor uoppfordret hjelp ble mottatt av P og brukt i besvarelsen, resultatene fra Tabell 4.1.4 og Tabell 4.2.4 som viser

funn av kontrollstrategier på Meta-nivå, samt resultatene fra Tabell 4.1.5 og Tabell 4.2.5 som viser funn av ME hos henholdsvis P1 og P2.

Tabell 5.1

P1	Mottatt hjelp	Kontroll Meta-nivå	SUM	<i>ME</i>
<i>Oppgave (a)</i>	2	1	3	2
<i>Oppgave (b)</i>	11	30	41	35
<i>Oppgave (c)</i>	1	11	12	12
<i>Sum</i>	14	42	56	49
P2	Mottatt hjelp	Kontroll Meta-nivå	SUM	<i>ME</i>
<i>Oppgave (a)</i>	5	1	6	10
<i>Oppgave (b)</i>	16	13	29	27
<i>Oppgave (c)</i>	7	7	14	13
	28	21	49	50

Tabellen antyder at det likevel kan være samsvar mellom ME og aktivisering av kontrollprosesser, om jeg tar med de gangene P fikk hjelp av enten meg eller O. Det gjelder for alle oppgavene (a, b og c).

Tabell 5.1 viser og at det er gjort flest observasjoner av ME i oppgave (b) hos både P1 og P2. Oppgavenes oppbygging og struktur bidrar til en økt kognitiv belastning, som ifølge Efklides (2018) kan gi økt følelse av vanskegrad. Når personer opplever mye motgang og problemløsning i matematikk forbindes med negative følelser, så kan det påvirke adferd.

5.2 Metakognitive erfaringer og beslutninger om kontrollhandlinger

Når personer opplever konasjon under problemløsning, så aktiviseres kontrollprosesser for å kunne ta seg nærmere målet eller løsningen, gjennom å oppnå læring og forståelse (Efklides (2018; Flavell 1979). Kontrollprosesser og beslutninger om kontroll skjer på Meta-nivå, men handlingen, som har som hensikt å øke og kartlegge forståelse og kunnskaper, skjer på

Objekt-nivå og kan utføres på tre måter: enten gjennom bruk av kognitive strategier, metakognitive strategier eller forsøk på regulering (Efklides, 2018).

Flavell (1979) forklarer at kognitive strategier anvendes for å oppnå økt forståelse, eller kognitiv fremgang, mens metakognitive strategier har som hensikt å overvåke den (s.909). Handlinger som utføres for å feilsøke, eller orientere seg om- og systematisere informasjon er eksempler på kognitive strategier som fremmer kognitiv prosessering (Nelson & Narens, 1994; Rørvik, 1968). Metakognitive strategier gir informasjon om utfallet av kognitive prosesser, og om de resulterer i ønsket kunnskap eller forståelse (Flavell, 1979).

I denne studien har jeg hatt som mål å undersøke hvordan ME bidrar til beslutninger av kontroll handlinger. Jeg har brukt Flavell`s (1979) modell for kognitiv overvåking for å prøve å finne svar på det. Han forklarer at metakognitive strategier overvåker tre aspekter ved kognisjonen, for å gi svar på om den kognitive strategien har gitt et hensiktsmessig utfall:

a) Om det du har lært eller oppdaget gjennom den kognitive prosessen gir mening til situasjonen du opplever som vanskelig,

b) om det virker sannsynlig og sammenfaller med det du allerede har kunnskap om og forventer, og

c) om den åpner for en mulig løsning på vanskelighetene, eller problemet som helhet (s.909).

Alle disse punktene må være tilfredsstillt for at ME skal ha positivt utslag. Hvis oppstår problemer på en eller flere av disse punktene, så vedvarer opplevelsen av at det er vanskelig, eller endres til en ny negativ opplevelse.

Jeg vil starte med å se på utdraget fra testgjennomføring #1 presentert i Kapittel 4 (ref), for å diskutere deltakernes handlinger og adferd (valg av kontrollhandlinger) utfra teorien som er fremlagt i Kapittel 2.

Deretter vil jeg utforske eventuelle mønster jeg finner i tekstmaterialet i forbindelse med ME som oppstår, og som setter stanser opp problemløsningsprosessen

I testgjennomføring #1, opplevde P1 vanskeligheter med å bruke Pythagoras-formelen som en del av løsningen (ref. Utsagn [5] i tabell 4.1.7), etter hun i utsagn [4] har startet

utforskningen av muligheten. Jeg opplever og at hun har en spesifikk hensikt når hun går med på å endre strategi, som ifølge Shcraw og Dennison (1994) kan karakteriseres som prosedyrekunnskap (PK 14). Ifølge Flavell, så er det denne hensikten som overvåker de kognitive strategiene hun planlegger å bruke, som i dette tilfellet er å endre strategi. Informasjonen fra overvåkingen ser ut til å fortelle henne at prosedyren vil kreve utregning som hun ser for seg at ikke kan prosesseres (utsagn [5], og at det kan forstås som at hun opplever manglende evne. Med bakgrunn i Flavell`s teori, så tolker jeg det som at det hun har lært, eller oppdaget under den kognitive kontroll strategien (endre strategi), *ikke gir mening til situasjonen hun opplever som vanskelig (se punkt «a» i forrige avsnitt)*. Som følge av det så oppfatter jeg at «følelsen av vanskegrad» ikke har endret seg, som medfører at hun beslutter seg til andre kontrollhandlinger som kommer til uttrykk i utsagn [7]: *“Jeg tror jeg må finne ut hva den er.”* Jeg tolket det utsagnet som at hun igjen forsøker å endre strategi når hun ikke forstår (DB 40), men og at hun fokuserer på informasjonens betydning, samt prøver å dele problemet i mindre deler (IMS 47) (sef. vedlegg B). I utsagn [8], så begrunner hun beslutningen med at hun opplever at manglende evne: «for jeg får ikke til», samt forståelse: «jeg skjønner ikke ...», setter stopper for videre prosessering. Her mener jeg det og kommer frem at endringen i strategi i utsagn [4] *ikke sammenfaller med kunnskap hun har fra før* (SE punkt «b» forrige avsnitt).

Oppsummert, så oppfatter jeg utfra denne situasjonen, at i et forsøk på å endre ME, så utfører hun kognitiv strategi [4], og at informasjonen fra overvåkingen, gjennom å ha en spesifikk hensikt med den (metakognitiv strategi) fører til at P1 oppdager å ikke oppfylle 2 av de 3 punktene som Flavell (1979) mener må være oppfylt for at ME skal gi en ny og positiv opplevelse av situasjonen, og at problemløsningen kan gå videre.

For å forstå hvordan MK blir meglet via ME, så undersøkte jeg denne situasjonen nærmere i dybdeintervjuet med P1. Under dybdeintervjuet hadde jeg som mål å undersøke hvorfor P1 hadde en opplevelse av at Pythagoras ikke ville fungere som en del av løsningen (se utsagn [5,7 og 8] i tabell 4.1.7). Her er et utdrag fra hoveddelen av intervjuet

[1] Meg:

Du stussa litt på hva *det der* var ...? (*jeg peker på uttrykket $2*\sqrt{3}$*)

[2] P1:

Ja ... Det var irriterende

[3] Meg:

Det var irriterende. Syns du det stod i veien for din fremgang i oppgaven?

[4] P1:

Mhm ...

[5] Meg:

Det var fordi det sto to ganger kvadratrotten av tre?

Så visst det hadde stått et annet tall der, så ...?

[6] P1:

Da hadde jeg bare tatt Pytagoras.

Men siden ... jeg vet ikke hvordan man tar kvadratrotten av en kvadratrot ...

Utsagn [6] kan forklare hvorfor P1 *opplevde vanskeligheter* i forbindelse med å bruke Pythagoras-formelen (ref. utsagn [5]; Tabell 4.1.7). I følge Eflikdes(2018), så har P1 utført en delvis analyse av prosedyrens krav til prosessering, og at da utføres overvåkingen på bakgrunn av oppgaverelatert MK. I dette tilfelle virker det for meg som at P1 har integrert kunnskaper hun har om strategier, matematikk og seg selv som resulterte i å gi henne en opplevelse (ME) av at Pythagoras ville føre til at hun måtte utføre beregningen «kvadratrot av en kvadratrot», som hun i utsagn [6] ovenfor ikke ser seg i stand til å utføre. Denne kunnskapen, i følge Eflikdes (2018) medfører at ME virker indirekte på beslutninger om kontrollhandlinger som P1 foretar seg, gjennom hele oppgaven.

På Figur e punkt (2), så kan vi se at

Tabell 4.2.6 viser et utdrag fra P2 sitt forsøk på oppgave (c) (se figur c)

Oppsummert så oppfatter jeg i utsagn [1], at P2 har en opplevelse av oppgaven er vanskelig, Hvor hun i utsagn [2] forsøker å argumentere for egen tenkning gjennom å gjenta informasjonen i oppgaven med egne ord og ut ifra egen forståelse. Dette er kognitive strategier (se tabell 4.2.6 og Vedlegg B). I samme utsagn oppfatter jeg og at hun, gjennom å ha en spesifikk hensikt med strategiene, overvåker og kontrollerer læringen og forståelsen

sin som utløper fra disse strategiene ifølge Flavell (1979), er dette er den metakognitive strategien som hun bruker. I utsagn [3], kan det se ut som at det ikke resulterer i en endring i ME. Det kan forklares ved at informasjonen fra overvåkingen at det hun lærte gjennom den kognitive prosessen *ikke gir mening til situasjonen du opplever som vanskelig*, at det ikke *sammenfaller med det hun allerede har kunnskap om og forventer*, eller *åpner for en mulig løsning på problemet* (Se punkt a,b og c i andre avsnitt).

Jeg tolker utsagn [5] som at P2 ikke opplever at det O2 påpeker er nødvendig å prosessere for å løse oppgaven. Men etter nærmere forklaring og demonstrasjon [7], så oppfatter jeg gjennom utsagn [8] og [10] at P2 oppdager misoppfatningen og danner seg ny oppfatning. Men jeg tolker også innholdet i utsagnene som at hun ikke virker fortrolig med at oppfatningen hennes hadde vært noe annerledes selv om tegningen hadde vært komplett fra starten av. Ifølge Flavell er det en retrospektiv ME.

I utsagn [10] Innsikten i hennes egen kognitive prosessering ser ut for meg til å gi henne negative følelser rundt situasjonen og om seg selv og sine ferdigheter.

Jeg forsøker i utsagn [12] å hinte mot en mulig løsning på problemet. Men i [13] virker det for meg som om P2 ikke anser hintet som relevant eller nødvendig for å løse oppgaven. Men tilslutt [15] så P2 setter søkelys på den nye informasjonen som kom frem i utsagn [6], og tilegner seg ny forståelse. Og hun i [16] overvåker resultatet av prosesseringen og bedømmer at læring er oppnådd og virker ikke å oppstå noe tvil i den forbindelse med det. Ifølge Flavell (1979), så er alle 3 betingelsene oppfylt (se punkt a,b,c i andre avsnitt), som endrer ME og prosesseringen kan gå videre.

Under dybdeintervjuet ønsket jeg å skaffe innsikt i som kunne forklare hva hun mente i utsagn [12] (ref. Tabell 4.2.6). Jeg brukte resultatet til P2 fra selvrapporten (ref. Vedlegg A) :

Meg:

[1] Her står det at du «alltid» prøver å finne en annen løsningsmetode (fra «Når jeg står fast ...», se Vedlegg A). Var det en annen metode du satt og tenkte på?

P2:

[2] Nei, for det er liksom ikke en oppgave jeg tenker at: «åh, det er en løsning». For det er en forklaringsoppgave.

[3] Men her(selvrapporten), tenkte jeg mer på oppgaver der det er «er lik» også et tall.

[4] Men, nei, eller, jeg prøvde liksom å tenke litt sånn ... Men, ja, så ga det mening når O2 ... tegnet den.

Jeg tolker svaret hennes [2] sammen med utsagn [12] under problemløsningstesten (se tabell 4.2.6), som at hun har ulik oppfatning av hvilke løsningsmetoder som kan brukes på en forklaringsoppgave, og av mer tradisjonelle matematikkoppgaver som har utregninger. I følge Flavell (1979), så er slike bevisste oppfatninger om matematikkoppgaver og strategibruk en del av en persons MK (Flavell, 1979). Jeg tolker utsagnene, nevnt ovenfor, dithen at hun har utført en analyse av oppgavens karakter gjennom å koble disse med sin MK.

Ifølge Efklikes (2018), så betyr det at prosesseringen overvåkes av oppgaverelatert MK (ME), og kontrollprosesser trigges indirekte av ME. . ME virker dermed indirekte på P2 sine beslutninger om kontroll, som i denne situasjonen kan være på grunn av at MK hun har om matematikkoppgaver, hvor hun har en spesifikk oppfatning av hvilke prosesseringskrav en forklaringsoppgaver har [se utsag .

Sett opp mot Nelson & Narens (1990) metakognitive modell, som jeg presenterer i Kapittel 2 så kan det virke for meg at P2's MK om oppgaver og strategi, kan hatt begrensende innvirkning på hvilke omfang av kontrollstrategier hun betrakter som gunstige i Meta-nivå. I følge Efklikes (2018) så er også denne kunnskapen involvert om personen bevisst forsøker å overvåke og kontrollere bruken av kognitiv strategi. Det kan være tilfellet for P2 når hun i [8, 10 og 11] bedømmer utfallet av egen prosessering, etter at O2, slik jeg forstår det, hjalp henne via kognitiv strategibruk (Se [7] i tabell 4.2.6). Jeg forstår det slik at MK som P2 har om oppgaver og strategi har styrt måten hun har prosessert oppgaven, og medført at hun sto fast i oppgaveløsningen.

I samtaleintervjuet etter problemløsningstesten uttrykte hun en bevissthet rundt akkurat dette:

Meg:

"Tror du det er fornuftig å vurdere andre mulige løsninger for ei oppgave?"

P2:

“Eh, ja. Det er det sikkert. Ja, Eh, liksom før og etter. Før og etter du begynner”

Meg:

“Gjør du det?”

P2:

“Nei. Aldri. Jeg er sykt fast bestemt på at alltid det er en formel, som vi skal bruke. Jeg tenker liksom ikke selv. Det må jeg øve på.”

Ifølge teorien (Efklides, 2018; Flavell 1979) så skal ME aktivere kontrollprosesser som viser seg gjennom MF, med mindre personen beslutter å avbryte problemløsningsprosessen. MF er prosedyrekunnskap, eller kontrollstrategier i Meta-nivå som jeg har omtalt det som i denne studien. Jeg ville undersøke om resultatene fra kodingsarbeidet kunne vise det. Jeg sammenlignet antall observasjoner som ble kodet ME (ref. Vedlegg C), med antall observasjoner av strategier som var kodet PK (ref. Vedlegg D). Jeg observerte da at antallene ikke samsvarte med hverandre.

Jeg gikk dermed gjennom transkripsjonen for å undersøke dette nærmere, og telte opp antall ganger P1 og P2 mottok hjelp som var uoppfordret, og brukte hjelpen videre i arbeidet. F.eks når O1 oppfordret P1 til å forsøke å sette verdiene inn i Pythagoras-formelen, så telte jeg ikke dette som hjelp, fordi P1 ikke tok oppfordringen (Se utsagn [6-8] i Tabell 4.1.7). Jeg telte kun de gangene hvor de ikke ba spesifikt om hjelp, siden å be om hjelp fra andre er en feilsøkingstrategi (Se kode DB 29 i Vedlegg B).

Tabellen nedenfor viser antall ganger jeg observerte tilfeller hvor uoppfordret hjelp ble mottatt av P og brukt i besvarelsen, resultatene fra Tabell 4.1.4 og Tabell 4.2.4 som viser funn av kontrollstrategier på Meta-nivå, samt resultatene fra Tabell 4.1.5 og Tabell 4.2.5 som viser funn av ME hos henholdsvis P1 og P2.

Tabell 5.1

P1	Mottatt hjelp	Kontroll Meta-nivå	SUM	ME
Oppgave (a)	2	1	3	2
Oppgave (b)	11	30	41	35
Oppgave (c)	1	11	12	12
<i>Sum</i>	14	42	56	49
P2	Mottatt hjelp	Kontroll Meta-nivå	SUM	ME
Oppgave (a)	5	1	6	10
Oppgave (b)	16	13	29	27
Oppgave (c)	7	7	14	13
	28	21	49	50

Tabellen antyder at det likevel kan være samsvar mellom ME og aktivisering av kontrollprosesser, om jeg tar med de gangene P fikk hjelp av enten meg eller O. Det gjelder for alle oppgavene (a, b og c).

Tabell 5.1 viser og at det er gjort flest observasjoner av ME i oppgave (b) hos både P1 og P2. Oppgavenes oppbygging og struktur bidrar til en økt kognitiv belastning, som ifølge Efklides (2018) kan gi økt følelse av vanskegrad. Når personer opplever mye motgang og problemløsning i matematikk forbindes med negative følelser

5.3 Bruk av kontrollstrategier og affekter

Ut ifra Tabell 5.1 så kan jeg se at det ble observert nesten like mange ME hos P1 og P2, 49 og 50 henholdsvis. Noen av utsagnene var mer følelsesbetonte enn andre. Hvor på ene siden av skalaen så var det: «Hvorfor en tredel? Uh, jeg aner ikke ...». Mens på andre siden så hadde vi: «Åh, jeg hater matte!» Hver av testgjennomføringene varte i ca 20 minutter. Min oppfatning er at 50 er høyt antall på indre konflikter i løpet av knappe 20 minutter. Det er mer enn en negativ følelse hvert andre minutt.

Det ikke så uvanlig at det oppstår situasjoner som opplevelses som vanskelig i løpet av en problemløsningsprosess, og som setter en stopper i veien mot løsningen. Når dette skjer, så

oppstår det behov for å utføre tiltak som løser opp i vanskelighetene (Flavell, 1979). I følge Flavell (1979), så kan det gjøres ved hjelp av kognitive strategier, som øker kognisjonen, og metakognitive strategier, som sjekker kognisjonen og gir informasjon til problemløseren om den kognitive prosessen har gitt en ny innsikt som gjør det mulig å overkomme vanskeligheten. Flavell (1979) argumenterer for at det er kun gjennom metakognitive strategier at opplevelser, eller ME kan endres (s.909).

I løpet av testgjennomføringene så observerer jeg at både P1 og P2 lager visuelle representasjoner av problemene. Dette anses å være gode metakognitive strategier, men som ikke hjelper P1 og P2 på den måten som metakognitive strategier er ment til å gjøre (Flavell, 1979; Schoenfeld, 1992)

For å illustrere et eksempel på det så viser jeg et utdrag fra testgjennomføring #1:

P1:

”Det er en 90, 60, 30 trekant.

Det er jo noe med det, er det ikke?

At den er dobbelt, nei ...

At den er dobbelt så lang som den eller noe sånt

Som betyr at *den* er to

(*peker på høyden, se Figur e, pkt (3)*).

Hæ?

Jeg er skikkelig på villspor”

Utdraget viser at P1 har koblet oppgaven med kunnskap hun kan fra før. Hun anvender den på oppgaven og kontrollerer gjennom argumentasjon, men tar feil av katetsidene. Her er det verdt å merke seg at trekanten hun har tegnet som hjelpefigur (se Figur e), ikke er riktig proporsjonert i forhold til verdiene gitt i oppgaven (se Figur b). I oppgaven er den lengste kateten også høyden i trekanten, noe som jeg ikke har observert så ofte i oppgaver fra skolen. Hun anvender regelen riktig i forhold til sin hjelpefigur, men fordi figuren er feil, så opplever hun at hun «er på villspor», når hun egentlig ikke er det etter min mening.

Under intervjuet så stilte jeg henne spørsmål fra selvrappporten om hva årsaken var for at hun aldri argumenterte for stegene sine i utregninger (ref. vedlegg A):

P1:

"... om det er en sånn tentamens-oppgave der du ikke vet hva du skal, og jeg er bare heldig som har fått noe ned på arket ...

... Da er jeg ikke i humør til å teste om den er feil, hehe, i frykt for at den er feil."

Jeg tolker det P1 sier som at hun vil spare seg for flere metakognitive følelser, eller å ha slitt med oppgaver i matematikk, og velger derfor i noen tilfeller å la være å teste svarene sine.

Kapittel 6 Konklusjon

Metakognitive følelser og bedømminger kommer og går etter hvert som en person tar innover seg informasjon og prosesserer den. Spesielt, så gir følelsene gir et inntrykk av «bra» eller «dårlig» i forbindelse med prosesseringen, og informerer personen om den går/har gått problemfritt eller ikke.

Selv om følelser og bedømminger er av ubevisst og uanalytisk oppstandelse, så kan de aktivere bevisste og analytiske prosesser når de er identifisert, altså kontroll prosesser. Kontrollhandlingene en person utfører er synlige for oss, men prosesseringen bak involverer subjektive følelser og bedømminger, og er ofte vanskelig å observere for personen selv og ikke minst for andre. I denne studien har jeg gjort funn som viser hvordan kognitive og metakognitive strategier oppstår i forbindelse med som resultat av ME.

MK består av kunnskaper og oppfatninger som en person har om matematikk, oppgaver, strategier og om seg selv og hvordan de interagerer med hverandre. Det betyr at MK også kan bestå av misoppfatninger. Misoppfatninger som en person har, kan påvirke dens evne til selvregulering i problemløsnings situasjoner.

Selvregulering innebærer en rekke praksiser, som målsetting, estimering av tidsbruk, prospektiv refleksjon, læringsvaner, samarbeid, ressursbruk og respons på feil som oppdages (Schoenfeld, 1992)

I denne studien har jeg sett resultater som antyder til hvordan spesifikke deler av MK dukker opp gjennom prosesseringer av ulike oppgavetyper, og at denne oppgaverelaterte MK legger føringer på alle prosesseringer som en person utfører i løpet av en problemløsningoppgave. Spesielt har jeg observert hvordan oppgaverelatert MK kan overvåke og kontrollere respons på feil som oppdages og ressursbruk. Jeg har og sett hvordan den påvirker opplevelser en person har rundt problemløsninger, og hvordan de kan forme fremtidige holdninger og opplevelser omkring problemløsning i matematikk.

I teorien forklares det med at ME overvåker all kognitiv prosessering, og er bestående av subjektive kognitive opplevelser hvor også MK, som relateres spesielt til problemet du skal løse, har en innvirkning på hvordan en person opplever problemløsningsprosesser og dermed også hvordan du velger å gå frem. Noen ganger kan MK være preget av misoppfatninger, og dermed kan de være oppgaverelatert MK stå for overvåkingen og beslutninger om kontrollhandlinger.

Noen misoppfatninger kan være vanskelig å identifisere, fordi de ikke kommer til syne før de drives frem av ME i spesielle situasjoner som krever spesiell from for prosessering. Misoppfatninger kan være etablert av ME, eller de kan oppstå som følge av mangel på erfaring. (Aşık, & Erktin, 2019; Schoenfeld, 1992). Dette kan være temaer som jeg anser som interessante for videre forskning på dette feltet.

Vedlegg:

Vedlegg A: Selvrapporteringskjema

Vedlegg B: Analyseprotokoll

Vedlegg C: Analyseapparat: Metakognitive erfaringer

Vedlegg D: Analyseapparat:

Vedlegg K: Kompetansemål etter 10.trinn, IT og 1P

Vedlegg F: Formelark for problemløsningstest

Vedlegg O: Instruksjon og observasjonsskjema til observatørene (O1 og O2)

Vedlegg A

Selvrapporteringskjema

Svaralternativer: "aldri" - "sjeldent" - "noen ganger" - "ofte" - "alltid"

Nr Påstand

Når jeg leser en geometrioppgave som jeg skal løse, ...

- 1 ... har jeg et ekstra fokus på informasjon jeg anser som viktig
- 2 ... leser jeg den nøye før jeg setter i gang med oppgaven
- 3 ... tenker jeg på løsningsmetoder/fremgangsmåte mens jeg leser den
- 4 ... vet jeg hvilken informasjon som er spesielt viktig for å kunne løse oppgaven
- 5 ... sorterer jeg all informasjon i oppgaven som jeg anser viktig
- 6 ... leser jeg den helt til jeg har forstått den
- 7 ... prøver å omformulere spørsmålet for å forstå det bedre
- 8 ... så setter jeg opp tempoet om det er mye tekst**

Når jeg har lest en geometrioppgave som jeg skal løse, ...

- 9 ... prøver jeg å komme på strategier som har virket på lignende oppgaver
- 10 ... er det viktig at jeg forstår oppgaven fullstendig før jeg begynner å tenke på hva jeg skal gjøre
- 11 ... lager jeg hjelpefigur/tegning ut fra informasjonen i oppgaveteksten
- 12 ... formulerer jeg informasjonen i oppgaveteksten med egne ord
- 13 ... gjenkaller jeg gammel kunnskap som kan være relevant.
- 14 ... sammenligner jeg problemet med lignende og kjente eksempler
- 15 ... gir jeg opp, om jeg ikke ser løsningen med en gang**
- 16 ... så setter jeg meg spesifikke mål for gjennomførelsen.
- 17 ... reflekterer jeg over hvilke formler, definisjoner, teoremer, etc. jeg vil trenge for å løse oppgaven
- 18 ... kobler jeg informasjonen i oppgaven med matematikk jeg kan fra før
.... Tar jeg meg god tid til å vurdere ulike fremgangsmåter før jeg starter på
- 19 besvarelsen

Når jeg løser en oppgave, prøver jeg hele tiden å være bevisst ...

- 20 ... over hvorvidt løsningsmetoden jeg bruker fungerer/fører til løsningen.
- 21 ... på informasjonen som var gitt i oppgaven og sjekker om jeg har anvendt den riktig
- 22 ... på at det kan eksistere andre løsningsmetoder som kanskje er bedre
- 23 ... over mulige situasjoner hvor slurvfeil pleier å oppstå
- 24 ... over kvaliteten på arbeidet mitt
- 24 ... på om det er flere løsningsmetoder jeg bør vurdere

Når jeg står fast ...

- 26 ... prøver jeg å finne en annen løsningsmetode
- 27 ... undersøker jeg om antagelsene jeg har gjort når jeg har valgt metode, er korrekte
- 28 ... stopper opp og leser oppgaven på nytt
- 29 ... ser nøye på tilhørende illustrasjoner for å forstå spørsmålet ordentlig
- 30 ... spør jeg lærer om hjelp
- 31 ... spør jeg medelev om hjelp
- 32 ... spør jeg familie/venner om hjelp
- 33 ... avslutter jeg oppgaveøkten**

Etter jeg har løst en oppgave ferdig ...

- 34 ... leser jeg oppgaveteksten på nytt for å sjekke om jeg svarer det oppgaven spør om
- 35 ... vurderer jeg om det kan eksistere en enklere måte å løse den på
- 36 ... undersøker jeg om jeg kan argumentere for de ulike stegene i løsningen min
- 37 ... ser jeg over arbeidet mitt for slurvfeil
- 38 ... dobbeltsjekker jeg arbeidet mitt før jeg sjekker fasit
- 39 ... prøver jeg meg på en lignende oppgave for å anvende det jeg har lært
- 40 ... reflekterer jeg over hva jeg har lært
- 41 ... spør jeg meg om jeg har vurdert alle muligheter løsninger

Vedlegg B

Analyseprotokoll

Observasjoner gjort i studien og korresponderende påstand og kode fra MAI*

<i>Kontrollstrategier Objekt-nivå</i>		
<i>Observasjon fra studiens datamaterial</i>	<i>Påstand fra MAI</i>	Kode
<i>Oppgave og Informasjons-orientering</i>	<i>Information Management Strategies</i>	IMS
1 Hun har fokus på viktig informasjon i oppgaven	I consciously focus my attention on important information.	13
2 Hun fokuserer på informasjonens betydning	I focus on the meaning and significance of new information.	30
3 Hun lager illustrasjon for å forstå problemet bedre	I draw pictures or diagrams to help me understand while learning.	37
4 Hun forsøker å gjengi informasjon i oppgaven med egne ord	I try to translate new information into my own words.	39
5 Hun forsøker å relatere innholdet i oppgaven med kunnskap hun kan fra før	I ask myself if what I'm reading is related to what I already know.	43
6 Hun forsøker å dele problemet i mindre delproblem	I try to break studying down into smaller steps.	47
7 Hun har fokuserer på hva oppgaven faktisk spør om	I focus on overall meaning rather than specifics.	48
<i>Feilsøking</i>	<i>Debugging</i>	DB
8 Hun spør meg eller O når det er noe hun ikke forstår	I ask others for help when I don't understand something.	29
9 Hun endrer fremgangsmåte når progresjonen stopper opp	I change strategies when I fail to understand.	40
10 Hun revurderer antakelsene som er gjort tidligere når hun er usikker	I re-evaluate my assumptions when I get confused	44
11 Hun går tilbake i oppgaven, når noe virker uklart	I stop and go back over new information that is not clear.	51
12 Hun leser oppgaveteksten på nytt når noe er uklart	I stop and reread when I get confused.	52
<i>Kontrollstrategi Meta-Nivå</i>		
<i>Prosedyremessig kunnskap</i>	<i>Procedural Knowledge</i>	PK
13 Hun prøver å bruke strategier som har fungert før	I try to use strategies that have worked in the past.	3
14 Strategien hun bruker har en bevisst og spesifikk hensikt	I have a specific purpose for each strategy I use.	14
15 Hun velger/bruker strategien bevisst	I am aware of what strategies I use when I study.	27

Hun velger/bruker en hjelpsom strategi
16 automatisk

I find myself using helpful learning
strategies automatically.

33

* Ref: Schraw & Dennison (1994), s.472-474

Vedlegg C

Analyseapparat: Metakognitive erfaringer

Kode	Definisjon*	Eksempel	Koderegul
Fase 1	<p>Innebærer ME som overvåker prosessering i den initierende fasen, og trigges av gjenkjenningsstimulus fra objekt. Gir informasjon om KP er mulig eller ikke.</p> <p>Inkluderer: <i>Følelse av familiaritet, Følelse av å vite</i></p>	«Er det sånn cosinus og...? Jeg orker ikke det!»	Oppstår en negativ reaksjon basert på grad av gjenkjenning av nylig presentert informasjon
Fase 2	<p>Innebærer ME som overvåker prosessering i forbindelse med planlegging og utførelse av strategier. Her overvåkes forstyrrelser i KP. Gir informasjon om det er nødvendig med korrigerende handlinger.</p> <p>Inkluderer: <i>Følelse av vanskegrad, Estimering av innsats, Estimering av tidsbruk, Følelse av å vite</i></p>	«Jeg er skikkelig på villspor»	<p>Oppstår ufrivillig stans i planleggingen eller utførelsen av strategier eller utregninger.</p> <p>Eller at det oppstår en negativ reaksjon under prosesser som gjelder strategivalg eller -bruk.</p>

Fase 3	<p>Innebærer ME som overvåker utfallet av prosesseringen. Gir informasjon om resultatet oppfyller de kravene som personen har satt.</p> <p>Inkluderer: Bedømming av oppnådd læring, korrekthetsbedømming av oppnådd resultat, følelse tilfredshet, følelse av fortrolighet, følelse av å vite</p>	«Det gir jo ingen mening likevel»	Oppstår en negativ respons av resultat/utfallet av prosessering som gjelder strategivalg og -bruk
--------	---	-----------------------------------	---

Vedlegg D

Analyseapparat: Kontrollstrategi Meta-nivå

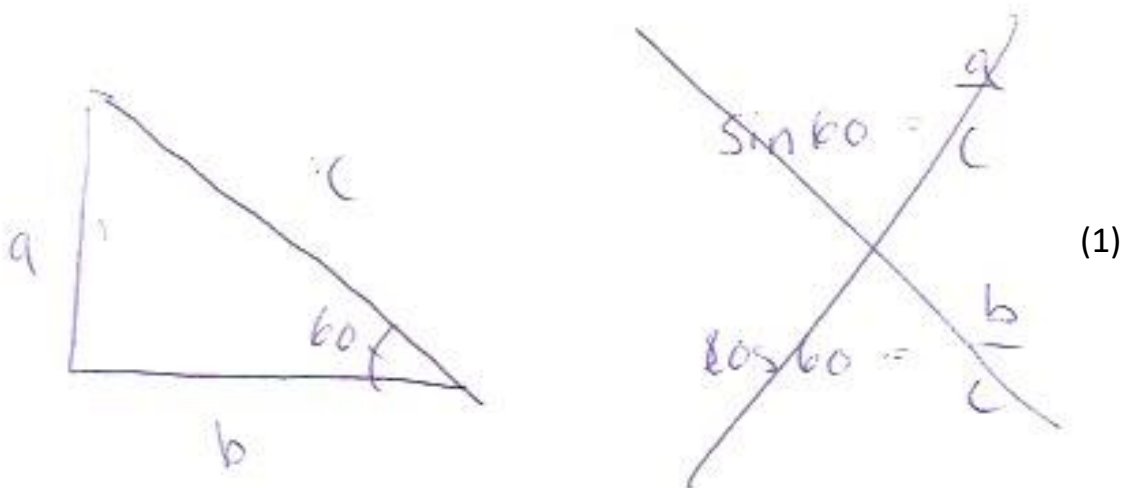
Kode*	Definisjon*	Eksempel	Tolkning	Koderegel
PK 3	Hun prøver å bruke/ komme på strategier som har fungert før	«Men fordi, jeg tenker liksom sånn ... Jeg husker på ungdomskolen at man kunne konstruere en 30 grader ut i fra dette og.»	Hun relaterer informasjonen i oppgaven med kjent kunnskap (IMS 43) *, for å finne en strategi som kan fungere.	Deltakeren kontrollerer egen tankeprosess ved å forsøke å bruke/ komme på en strategi som har fungert før
PK 14	Hun har en spesifikk hensikt med (kontroll) strategien	«Hva er det jeg skal regne ut egentlig? Jeg skal vise at denne er, at den må være to ganger kvadratroten av tre meter over bakken»	Hun går tilbake i informasjonen i oppgaven (DB 51)*, fordi det virker uklart hva oppgaven krever.	Deltakeren kontrollerer egen tankeprosess ved å bruke en strategi med en spesifikk hensikt

PK 27	Hun er bevisst på strategien hun vil bruke/ bruker/ har brukt	«Ja ... Ja, men jeg hadde fortsatt sagt den var halvparten, når jeg tenker grader liksom, men ja»	Hun uttrykker bevissthet rundt strategien hun brukte, etter å ha revurdert antakelsene hun har gjort tidligere (DB 44)*	Deltakeren kontrollerer egen tankeprosess gjennom å uttrykke/skape bevissthet rundt sin egen strategibruk
PK 33	Hun velger/ bruker/ foreslår automatisk/ plutselig strategi som viser seg å være hjelpsom	«Hvis den hadde vært ... Agh, jeg kan lage en sånn greier da. (halverer 60 graders vinkelen)»	Hun lager en illustrasjon automatisk, for å hjelpe henne å forstå problemet bedre (IMS 37)*.	Deltakeren kontrollerer tenkningen automatisk ved å velge/bruke/foreslå en strategi som tar henne nærmere en løsning

*Se Vedlegg B

Vedlegg F

Formelark problemløsningstest



$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$A = \frac{b \cdot a}{2}$$

6. Referanser:

Anderson, D., Nashon, S.M. & Thomas, G. P. (2009): Evolution of Research Methods for Probing and Understanding Metacognition. *Research Science Education*, 39, 181-195

Carr, M., Kurtz, B. E., Schneider, W., Turner, L. A., & Borkowski, J. G. (1989). Strategy acquisition and transfer: Environmental influences on metacognitive development. *Developmental Psychology*, 25, 765–771.

Aşık, G. & Erkin, E. (2019). Metacognitive experiences: mediating the relationship between metacognitive knowledge and problem solving. *Education and Science 2019*, 44(197), 85–103.

Dysthe, O. (2013). Vil dette virke hos oss? Om veien fra forskningsbasert kunnskap til konkret praksis. I Krumsvik, R. J. og Säljö, R. (red.) *Praktisk-pedagogisk utdanning. En antologi*. Bergen: Fagbokforlaget (s. 81-116)

Efklides, A. (2018) Metacognition, affect, and conceptual difficulty. I: *Elon University Blog*, Chapter 4. Fra https://nanopdf.com/download/chapter-4-elon-university-blogs_pdf Hentet (12.12.21)

Efklides, A (2006): Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process? *Educational Research Review 1 (2006) 3–14 School of Psychology, Aristotle University of Thessaloniki*

Grønmo, L. S & Hole, A. (red.), (2017). Prioritering og progresjon i skolematematikken. En nøkkel til å lykkes i realfag. Analyser av TIMSS Advanced og andre internasjonale studier. Fra: https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekt-sider/timss-norge/timss-advanced/trykktimss_matematikk_2017.pdf (hentet 01.05.2021)

Hopfenbeck, T.N. og Lillefjord, S. (2013). Vurdering etter kunnskapsløftet. I Krumsvik, R. J. og Säljö, R. (red.) *Praktisk-pedagogisk utdanning. En antologi*. Bergen: Fagbokforlaget (s.229-245)

Kim, Y., R., & Moore, T., J. (2019). Multiple levels of metacognition: circumstances interfering with students' spontaneous metacognitive activities. *Journal of Educational Research and Practice*, 9(1), 158–178.

Kramarski, B., Weiss, I., & Sharon, S. (2013). Generic versus content-specific prompts for supporting self-regulation in mathematical problem solving among students with low or high prior knowledge. *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 12(2).

Kramarski, B. & Mizrachi, N. (2004). Enhancing mathematical literacy with the use of metacognitive guidance in forum discussion. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 3, 169–176.

Mayring, P. (2015): 13 Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In *Bikner-Ahsbas m.fl.(ed.) Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education: Examples of Methodology and Methods*. Springer 13, 219-227

Mercer, N. & Sams, C. (2006): «Teaching children how to use language to solve maths problems» *Fra: Journal of the Learning Sciences*, 17, 1, s.33-59 (UK)

<https://thinkingtogether.educ.cam.ac.uk/publications/journals/MercerandSams2006.pdf> (hentet 05/05-21)

Mercer, Niel (2008) : «The seeds of time: why classroom dialogue needs a temporal analysis» *Fra: Language and Education*, 20, 6, 2006, s. 507-528. (UK)

<https://thinkingtogether.educ.cam.ac.uk/publications/journals/Mercer2008.pdf> (hentet 05/05-21)

Mokos, E. & Kafoussi, S. (2013): Elementary Students' Spontaneous Metacognitive Functions in Different Types of Mathematical Problems. *Journal of Research in Mathematics Education*, 2 (2), 242-267.

NCTM (2014). Principles to actions: Ensuring mathematical success for all. National Council of Teachers of Mathematics

Nelson, T. & Narens, L. (1990). Metamemory: A theoretical framework and new findings. *Psychology of Learning and Motivation*, 26, 125–173.

Norèn, E. & Thornberg, P. (2015). Normer og kommunikasjon i klasserommet. Fra: <http://realfagsloyper.no/> (Hentet 29.04.2021)

Nygaard, O. & Pettersen, P. (2000): Fatte matte. For deg som vil tette huller i elementære matematikkunnskaper. Høyskoleforlaget (s.20-21)

Oztürk, M. (2021). An embedded mixed method study on teaching algebraic expressions using metacognition-based training. *Thinking skills and creativity*, 39(2021).

Radmehr, F., & Drake, M. (2018). An assessment-based model for exploring the solving of mathematical problems: Utilizing revised bloom's taxonomy and facets of metacognition. *Studies in Educational Evaluation*, 59, 41–51.

Regjeringen.no (2019). Fornyer skolens innhold: *Nye læreplaner skal gi elevene tid til mer fordypning.*

Fra: <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/nye-lareplaner-skal-gi-elevene-tid-til-mer-fordypning/id2678138/?expand=factbox2678140> (Hentet 04.04.2021)

Reinholz, D., R. (2016). Developing mathematical practices through reflection cycles. *Math Ed Res J*, 28, 441–455.

Schraw, G., & Dennison, R. S. (1994). Assessing Metacognitive Awareness. *Contemporary Educational Psychology*, 19, 460-475.

Shoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically; problem solving, metacognition and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan.

Skott, J., Jess, K. & Hansen, H.C. (2018): Matematik for lærerstuderende – DELTA 2.0 (2.utgave) Samfundslitteratur Del II og Del III. ISBN: 978-87-593-3155.

Stingler, J. W. & Hiebert, J. (1999) The teaching gap. New York: Free Press (s.129-147) (Stingler & Hiebert, 1999)

Tzohar-Rosen, M. & Kramarski, B. (2014). Metacognition, motivation and emotions: Contribution of self-regulated learning to solving mathematical problems. *Global Education Review*, 1 (4). 76-95.

Utdanningsdirektoratet: Vurdering for læring – Om satsningen. Fra: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/vurdering/nasjonal-satsing/om-satsingen/> (hentet 01.05.2021)

Voll, L., O. (2019). Dybdelæring. Fra: <http://realfagsloyper.no/> (Hentet 05.04.2021)

Wistedt, I. (2007) Rom for samtale – om dialogen som mulighet til å demokratisere undervisningen. I Grevholm, B. (red.) Matematikk for skolen. Bergen: Fagbokforlaget (s.141-180)

Wæge, K. & Torkildsen, S. H. (2019). Å planlegge og lede en målrettet matematisk samtale. Fra: <http://realfagsloyper.no/> (Hentet 20.04.2021)

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, Vol. 34, No. 10 s. 906–911.

Utdanningsdirektoratet: Læreplan i matematikk – Etter 10. årssteget. Fra: <https://www.udir.no/kl06/MAT1-01/Hele/Kompetansemaal/etter-10.-arssteget> (Hentet 10.02.20)

Utdanningsdirektoratet: Læreplan i matematikk – Etter Vg1P. Fra: <https://www.udir.no/kl06/MAT1-01/Hele/Kompetansemaal/etter-vg1p> (Hentet 10.02.20)

Utdanningsdirektoratet: Kompetansemål og vurdering – Kompetansemål etter 1T. Fra: <https://www.udir.no/lk20/mat09-01/kompetansemaal-og-vurdering/kv42> (Hentet 10.02.20)

Utdanningsdirektoratet: Fagfornyelsen (LK20). Kompetanse i fagene.
Fra: <https://www.udir.no/lk20/overordnetdel/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/kompetanse-i-fagene/>
(Hentet 06.05.2021)

Utdanningsdirektoratet: Fagfornyelsen (LK20): Mat01-05 Kjerneelement. Fra: <https://www.udir.no/lk20/mat0105/om-faget/kjerneelementer> (Hentet 08.04.2021)