



Jarle Sjøvoll

Metakognisjon – om å lære hvordan man kan lære matematikk

Temaet i denne artikkelen er tilegning av metakognitiv kompetanse slik denne kompetansen kommer til uttrykk i planlegging av oppgaveløsning og automatisering av arbeidsmåter i matematikk. Metakognisjon handler om å reflektere over egne arbeidsmåter og læring for selv å kunne ta kontroll over læringsarbeidet. Det betyr å ta i bruk bevisste prosesser på et høyt kognitivt nivå, og det handler om å reflektere over hva man selv tenker og gjør i en konkret lærings-situasjon. For eleven betyr dette å tilegne seg selvevalueringprosesser slik at de kan ta stilling til sin egen utvikling og framgang. Når metakognitiv kompetanse beherskes skapes et positivt forhold til egen læring noe som bidrar til at eleven kan planlegge sine egne lærings- og oppgaveløsningsprosesser.

INTRODUKSJON

Det er ikke så lett å være elev når man har strevd med læringsaktivitetene i matematikk gjennom hele grunnskolen. Ved å studere historiene til elever som sliter, også ved å høre på foreldrenes historier, er det mulig å tilegne seg innsikt og klokskap i omgangen med elever dette angår (Evjen 2005).

Matematikkvansker kan også belyses som en lære vanske i møte med teorier; eksempelvis kan Piaget, Freud og Marx tas i bruk. Det er Piaget's fokus på kognisjon, Freud's psykodynamikk

og Marx's samfunns- og kulturanalyser som til sammen kan gir oss en helhetlig forståelse. Teoriene angir tre ulike, men samtidig utfyllende perspektiv som gir en ramme for å forstå fenomenet matematikkvansker. Klassiske teorier har uten tvil fremdeles mye å tilføre når søke-lyset settes på et så komplisert og sammensatt kunnskapsområde som læring innenfor matematikk. I denne artikkelen er det ”det kognitive”(-språk- og begrepsproblemet) og ”det emosjonelle” (spesielt tapsopplevelsen) som er i fokus. Men når opplæringa skal tilpasses elevens

Jarle Sjøvoll er professor ved Nord universitetet med oppgaver innenfor forskning, etter- og videreutdanning. Forskerkurs spesielt på master- og Phd - nivå. Arbeidsområde er blant annet innovasjon, entreprenørskap, prosjektutvikling, nettbasert læring og veiledning. Forfatter og redaktør av artikler og fagbøker.

læringsbetingelser er det nødvendig å ta sosiale og kulturelle hensyn. Hvis ikke vil opplæringa lett bli meningsløs og de konkrete holdepunktene forsvinner. Både Piaget, Freud og Marx sine ideer settes dermed i spill.

Metakognisjon kan deles opp i flere delprosesser: 1) Metakognitiv selvoppfatning – elevens kompetanseopplevelse og mestringsopplevelse, 2) metakognitiv oppgavekunnskap – at oppgaven oppfattes som løslbar, lett eller vanskelig og 3) kunnskap om læringsstrategier eller operasjoner – som innebærer at eleven selv kan ta stilling til, og velge, framgangsmåtene i oppgaveløsningsprosessen.

Tilpasset opplæring nyttes som begrep for å presisere at undervisninga tilrettelegges slik at elevens læringsbehov og læringsmuligheter ivaretas. Opplæringa i faget må dermed tilpasses og ta hensyn til:

- - At det, når nye emner eller tema innføres, må tas i betraktning at det nye ofte forutsetter grunnleggende kunnskaper. Progresjonsbaserte emner og tema innebærer en risiko for at eleven stagnerer eller opplever tilkortkomning i faget dersom grunnlaget er svakt. Opplevelsen av tilkortkomning påvirker elevens selvoppfatning negativt. Skal man kunne tilpasse opplæring innenfor emnet må man altså kjenne til elevens basiskunnskaper. Læringen må bygges opp etter byggeklossprinsippet.
- - Men matematikkfaget består også av nye emner som innføres mer uavhengige av forutgående læring. Slike emner gir muligheter for læring med svært begrensede forkunnskaper. Det dreier seg da om opplæring for nybegynneren på området. Også slike situasjoner utfordrer lærerens evne til å ta hensyn til elevens læreforutsetninger. Slik kan opplevelsen av å bli en taper forebygges.

Men å være en tilkortkommer i matematikk kan likevel gi grunnlag både for å frambringe positive læringsopplevelser og glede ved endelig å lykkes. Dette må man ta hensyn til når tilpasset opplæring tilrettelegges. Alle har behov for suksess iblant. Nye nederlag vil imidlertid

forsterke tidligere negative læringsopplevelser. De emosjonelle reaksjonene kan være sterke. I mange tilfeller vil dette bidra til å svekke elevens psykiske helse.

I denne artikkelen fokuseres det på forholdet mellom positive og negative læringsopplevelser i matematikk. Her følger noen utsagn fra mennesker som i hovedsak har negative erfaringer knyttet til opplæringa i matematikk.

- *"Og at jeg som har "strøket" i matematikk mange ganger før skulle få "en firer" nå er ufattelig. Vet du - først nå fatter jeg hva matematikk dreier seg om. Det er jo både morsomt og nyttig." (Elev ved voksenopplæringskurs)*
- *"Og så skulle vi regne ut noe i heimekunnskap også. Da fikk jeg vondt i magen og ville bare springe ut. Heimekunnskap var ikke lenger morsomt det heller" (ungdomsskoleelev)*
- *"Pappa sier at han ikke skjønner dette. Han kan ikke hjelpe meg og på skolen tør jeg ikke spørre...." (ungdomsskoleelev)*
- *"Det var så morsomt å begynne med geometri. Jeg fikk det til. Kanskje jeg ikke er helt teit?" (ungdomsskoleelev)*

De vanligste assosiasjoner folk flest knytter til faget matematikk er relatert til det basale innholdet slik de ble kjent med matematikkfaget gjennom sin egen grunnleggende skolegang (Adler 2001b III, s. 3)

- tall og siffer
- de 4 regnearter
- matematisk-logisk tenkning
- problemløsning
- aritmetikk (svak - sterk)
- geometri.

Vi kan kalle dette en begrenset forståelse av fagets innhold. Nyere læreplaner og lærebøker plasserer matematikkfaget både i en tverrfaglig og miljørelatert kontekst med perspektiv langt ut over dette (Bjørnsrud og Nilsen 2012, s. 105).

MATEMATIKKVANSKER

Elever som strever med innlæringen av matematikk har vanligvis ingen bevisst innsikt om

hvilke kunnskaper, ferdigheter, strategier og ressurser som trengs for å løse en bestemt oppgave. ”Jeg forstår ikke”, sier elevene. De mangler også de automatiserte ferdighetene som kreves for å gjennomføre oppgaveløsningen. Man sier om disse elevene at de har matematikkvansker, som om vanskene er egenskaper ved elevene. Eller sagt på en annen måte - at elevene selv eier vanskene. Elevene har vansker med å koble sammen informasjonen som er nødvendig i oppgavearbeidet: Dette dreier seg om faglig innsikt, oppmerksomhet, sansefornemmelser, KTM (korttidsminne), LTM (langtidsminne) og å gi respons. Vansker med en eller flere av disse komponentene kan svekke matematikkprestasjonene slik teksttabellen nedenfor viser (Renvaktar og Asplund 2002).

3. Metakognitiv kompetanse

Å ha metakognitiv kompetanse i matematikk innebærer å ha bevisst kunnskap eller forståelse av eget kunnskaps- og ferdighetsnivå knyttet til læringen. Metakognisjon betyr altså både å forstå og å kunne kontrollere og styre sin egen forståelse når man løser matematiske problemer. Den som har denne selvforståelsen vil ha oppmerksomheten rettet mot sin egen oppgaveløsning og være klar over om en selv forstår det en arbeider aktivt med i læringsprosessen. Dessuten vil den som er metakognitivt kompetent kunne styre sin egen forståelse og gjøre noe aktivt for å finne tråden dersom forståelsen av en eller annen grunn blir brutt (Klausen 2013, s. II – V). Den som ikke er kompetent vil derimot ikke - på samme måte - være oppmerksom og

1. Læringen vanskeliggjøres på grunn av:

Oppmerksomhetsvansker	- Svikter ved problemløsningsoppgaver, vansker når det kreves ulike steg i algoritmen
Visuo-spatiale vansker	- Vansker med symboler (+ og -), blander tallsifre (6-9, 17-71) etc.
Auditivt vansker (prosesser)	- Vansker ved muntlige oppgaver, sekvenser er problematiske
Hukommelsesvansker	- Glemmer matematiske fakta - Glemmer steg - Tekster med flere regneoperasjoner er vanskelige
Motoriske vansker	- Skrive siffer, dårlig leselighet, langsomt, sluttvete - Vansker med å fylle tall inn i små ruter, kolonner og lignende.

2. Kognitive prosesser

Kategori	Delområder
Tallforståelsen	- lese, kopiere, skrive tall
Tallsystemet /posisjonssystemet	- tallinjen, hurtighet i tallbehandling, tallstørrelse, å regne baklengs, avgjøre tallet som er foran, bak etc.
Enkle regneoperasjoner	- addisjons- og multiplikasjonstabell, telle på fingrene?
Sammensatte regneoperasjoner	- addisjon + subtraksjon eller multiplikasjon og lignende
Aritmetiske tegn	- forstå operasjonene, hoderegning, arbeidsminne, oppmerksomhet
Begreper / talloppfatning	- størrelse, mengde, posisjon og lignende.
Geometriske figurer	- kopiere figurer, forestilling, hukommelse.
Rom-relasjoner	- posisjon i forhold til annen posisjon.
Spatial hukommelse	- forestillingsevne, gjengi etter hukommelse.
Planleggingsevne	- overblikk, helhetsforståelse.
Tidsplanlegging	- arbeid på tid, realisme.
Tidsbegrep	- tidsfølelsen, planleggingsevnen.

aktiv. Når en oppgavetekst leses og fortolkes vil dette komme til uttrykk slik: Den gode leseren ser ut til å ha utviklet ikke bare god forståelse, men også en metakognitiv bevissthet knyttet til forståelsen, mens den svake leseren ikke i samme grad har denne aktive styringsfunksjonen knyttet til egen lesing.

Den metakognitive bevisstheten henger både sammen med utvikling og anvendelse av ferdigheter. Jo eldre elevene blir, desto mer kognitivt bevisste er de. Men det er også et klart mønster i oppgaveløsningen hos gode og mindre gode oppgaveløserne som understreker betydningen av å arbeide med dette som læringstema. Mange forskningsresultater tyder på at metakognisjon både henger sammen med undervisningen som gis, og med at metakognisjon kan læres. Undervisning som utnytter elevenes metakognisjon, kan føre til at de endrer sine egne læringsstrategier, slik Carol M. Santa¹ har vist.

Begrepet metakognisjon dekker altså egenskapene mennesket har til å reflektere over og utøve kontroll med sine egne tankeprosesser. Man gjør sin egen læringsprosess til studieobjekt ved refleksjon. Dette oppnås når man blir satt i stand til å reflektere over og diskutere egne mentale prosesser (Eritzland, 2004, s. 18):

- Hva skal jeg gjøre nå og hvordan skal denne oppgaven løses?
- Forstår jeg dette og hva krever dette av meg?
- Hvordan vurderer jeg dette resultatet, kan dette være rett?

Den autentiske læringa skjer gjennom motive-rende og meningsskapende kunnskpstilegning, gjennom *refleksjon*, i forbindelse med at mennesket utfører aktiviteter eller handlinger og at de deltar i prosesser som gir erfaring. Metakognisjon er dermed også et viktig læringsbegrep generelt. Svikt i metakognitiv kompetanse kan dermed betraktes ikke bare som et aspekt ved matematikkvansker, med ved lærevansker generelt. Elevenes metakognitive kompetanse må derfor kartlegges og eventuelt gjøres til gjenstand for bevisst læring. Kontrollorientert evaluering av læring regissert utenfra, basert

på normative forhold som regler og prinsipper, kan stå i et skarpt motsetningsforhold til metakognitiv innrettet selvevalueringen. Tilegnelse av metakognitiv kompetanse kan imidlertid tilpasses ulike opplæringsprogram. Et eksempel finner vi i et metodisk opplegg basert på Vygotski's teorier om tenkning og selvregulering der elevene læres opp til å ta i bruk "*indre tale*" som strategi i arbeidet med innlæring av multiplikasjon. Innenfor faget matematikk, er imidlertid ferdigheter basert på innlærte regler og prinsipper, også nødvendig. Opplæring bygd både på det deduktive og det induktive læringsprinsipp må derfor utfylle hverandre i læringa.

"Kjernen i metakognisjon er i henhold til Lund (2003, s. 25-26) at "en tar et skritt tilbake og tenker over hvordan en tenker, og utnytter den innsikten en da kommer frem til i arbeidet med å løse problemet. Mens metakognisjon på ekspertnivå ofte foregår som en indre monolog, vil metakognitiv læring i klasserommet legge vekt på at elevene gjennom gruppe- og klas-sesamtale får øvelse i å sette ord på sine egne tenkeprosesser".

4. Språkferdigheter

Språklige ferdigheter gjelder først og fremst evnen til å nytte det matematiske språket, begrepene, terminologien, symbolene og operasjonene. Hos elever som får vansker med å nytte det matematiske språket kan vi skille mellom de som har vansker med de skrevne matematikksymbolene og elever med vansker med de matematiske begrepene, og anvendelsen av disse, i vid forstand. Noen sitater ifra intervju med elever kan illustrere hva dette innebærer:

- "Det er så vanskelig å se at det er matema-tikk i det når jeg leser oppgaven. Matema-tikkoppgaven er jo skjult og jeg får ikke til å stille det opp..." (elev ungdomstrinnet)
- "Men når oppgavene var ferdig satt opp gikk det ikke så verst. Jeg kan jo gange og dele, hverfall når jeg har tabellene ved siden av meg" (elev i voksenopplæringskurs)
- "Og brøk, hva skal man lære det for, og også med x og alt i teller - er det det? -

nei! da var det gjort." (elev ved grunnkurs i videregående skole)

Også lese- og skriveferdigheter utgjør en del av de grunnleggende forutsetningene for læring av matematikk og kan sees på som en del av innlæringen i faget. Dette gjelder spesielt leseevne og leseforståelse, skriveevne og staving. Lese- og skriveprosessene er til dels forskjellige prosesser og undersøkes hver for seg. Manglende leseferdigheter, hurtig gjenkjenning av ord og skriftlig tekst, fører også til manglende leseforståelse med konsekvenser for læring av matematikk. Sjeldent brukte ord og faglige begrep kan være vanskelig å forstå og forårsaker lærevansker og opplevelsen av å være tilkortkommer. Presenteres problemstillinger muntlig vil man få kontrollert om forståelsen mangler, eller om det er de grunnleggende leseferdighetene som svikter. Skriveferdigheter, øye-hånd koordinasjon, finmotorikk, sekvensiell hukommelse og utvalgsvansker virker også gjerne inn i oppgaveløsningssituasjonen.

5. Emosjonelle komponenter

Når elever ikke mestrer en læringssituasjon utløses vanligvis sterke emosjonelle reaksjoner. De emosjonelle komponentene som aktiveres ved en tapsopplevelse er neppe godt nok påaktet. En elev som mislykkes en gang i matematikk utvikler raskt redsel for å mislykkes også ved neste forsøk. Og ofte gjør eleven nettopp det. Redsel og angst er alarmfunksjoner med sterke biologiske komponenter. De fysiologiske reaksjonene på dette er at kroppen går i *forsvar*, forbereder seg til kamp, og ved hyppige gjentakelser får dette helsemessige konsekvenser. Å være engasjert med læringsaktivitet i matematikk oppleves som farlig. Elevens psykiske helse påvirkes ved det. Den andre måten kroppen reagerer på er ved å gi opp med den følge at kroppens fysiske og psykiske motstand reduseres. Redsel og frykt kommer til uttrykk gjennom angst som kan variere fra å være en diffus opplevelse av ubehag til panikkreaksjon. Elever som ofte kommer til kort i matematikk bærer i særlig grad preg av at emosjonelle faktorer

bidrar til å vanskeliggjøre innlæringen (Sjøvoll 2006, s. 148 - 150).

- - "Jo, det går bra, men i matematikk - der er jeg bare dum!" (ungdomsskoleelev)
- "Jeg gikk heller en tur til byen, men sa at jeg fikk så vondt i magen og kastet opp. Jeg hadde jo vondt i magen. Det var første gangen jeg flyktet fra matematikktimen. Tror det var i 5. klasse." (ungdomsskoleelev)
- "Da vi begynte med ligninger skjønte jeg ingen ting. Jeg får det aldri til mens alle de andre skjønner det. Skjønner du hvor dum jeg er?" (elev i grunnkurs, videregående skole)
- "Hvis læreren spør meg om noe og de andre hører det, da blir jeg rød i toppen og har mest lyst til å springe ut. Noe så flaut." (elev ungdomstrinnet)

Og konsekvenser av holdninger slik de framgår av uttalelsene leder gjerne til negative tanker som kan føre til at:

- Eleven begynner å trekke seg tilbake og unngår å arbeide med faget
- Eleven klandrer seg selv
- Eleven retter negative følelser mot andre, ofte aggressivt
- Eleven angriper seg selv, verbalt, med skam og med negativ atferd.

En positiv læringssituasjon preges av emosjoner som kommer til syne ved at eleven viser interesse, engasjement, glede, lyst og er trygg i situasjonen. Når eleven har lært å oppfatte seg som dum, eller som en taper, er det forbundet med at emosjonen skam har tatt overhånd. Utvikles et negativt selvbilde og eleven opplever å være tilkortkommer, da er elevens utgangspunkt for læring meget alvorlig skadet. "*Jeg hater matematikk*", hører man elever ikke så rent sjeldent si. Det må være skolens primære oppgave å unngå at en slik situasjon utvikles. Problemet er at negative følelser er umulig å kvitte seg med på samme måte som en ubehagelig tanke. Emosjoner "sitter fast". De er kroppslig forankret. Dette forholdet synes å være lite påaktet i skolen og er kanskje den største utfordringen for

opplæringa i matematikk. Utfordringen vil da være å etablere tilpasset opplæring som utvikler glede og lyst slik at positiv energi utvikles. Positive følelser motiverer for innsats og utfordrer nysgjerrigheten. Dette er først mulig når elevens selvbilde og selvtillit er positiv. Å lykkes med innlæringa i matematikk kan imidlertid være et meget sterkt virkemiddel som vekker emosjonen stolthet og bidrar til positiv identitetsutvikling. Virkningen har terapeutisk karakter.

Matematikkvansker opptrer som oftest som del av mer generelle vansker hos elevene. Det kan derfor være naturlig å skjelne mellom: *Allmenne* vansker der eleven er jevnt svak i alle fag og elever som har problemer med enkeltstående områder, *spesifikke* vansker, som synliggjøres ved ujevne prestasjoner, som vises ved uforståelige "hull" og som framtrer som spesifikke vansker innenfor spesielle områder.

Det er ved å studere prosessen som foregår når eleven lærer seg de matematiske begrepene, symbolene og ferdighetene, og når eleven løser oppgaver, vi kan få innsikt i hva som gjør at mange elever får vansker i innlæringsprosessen. Å kunne følge elevens arbeidsmåter for å finne veien til svaret og å forstå hvordan eleven lærer i prosessen, er dermed like viktig som å konstatere om svaret ble riktig! Læringsprosessen blir på denne måten gjort til objekt for studie.

KATEGORISERING

Bjørn Adler deler inn matematikkvansker i 4 hovedkategorier (2001b, s. 3). Dette er:

1. *Generelle matematikkvansker*. Eleven har vansker i matematikk, men også lærevansker på andre områder eller i andre fag. Matematikkvanskene opptrer som del av lærevansker i videre forstand. For disse elevene vil opplæringa vanligvis kunne tilpasses når man kan justere på vanskegrad/forenklet lærestoff og læringstempo.
2. *Spesifikke matematikkvansker* (dyskalkuli). Her ser man flere varianter, men nesten alltid er det tale om normalbegavede barn. Skjev evneprofil forekommer ofte. Lærevanskene vises ofte ved at automatiseringen forstyrres, språklige vansker og innlærings-

vansker av tallbegrep og tallfakta, planleggingsvansker og hos ca. 30 % finner man også lese-/skrivevansker. Visuelle vansker og logisk tenkning er ofte berørt. I ICD-10² normeringen påpekes at ved spesifikke matematikkvansker er det ikke psykisk utviklingshemming eller pedagogiske grunner til vanskene. "Regneferdighetene innbefatter svak evne til å mestre de fire regnearter som addisjon, subtraksjon, multiplikasjon og divisjon snarere enn de mer abstrakte som algebra, trigonometri, geometri og komplekse beregninger". Alder, generell intelligens og skolenivå må tas hensyn til.

3. *Pseudo-matematikkvansker*. Her er emosjonelle blokkeringer og opplevd tilkorkning viktige elementer. Psykososiale faktorer er sentrale. Selvoppfatningen påvirkes og spesielt mange jenter er berørt. Blokkeringen kan vanligvis tilskrives at elevene har erfaringer med å mislykkes i innlæringsprosessen. Tradisjonell spesialundervisning gir ikke disse elevene stor framgang, men personlighetsstøttende samtaler og gjenoppbygging av selvtilliten vil ofte hjelpe.
4. *Akalkuli*. Når dette begrepet anvendes er det tale om en fullstendig mangel på evne til å lære matematikk. Vanskene kan ofte påvises å henge sammen med en registrerbar hjerne-skade. Antallet personer med akalkuli utgjør bare promiller av befolkningen.

KLASSEROMSFORSKNING

Kartlegging av elevens læringsberedskap kan best tilrettelegges ved å nytte feltstudier i elevens læringsmiljø. Klasseromsforskning gjennomføres som en observasjonsprosess der man registrerer hva eleven sliter med i læringsarbeidet. Rudenius (2004) mener at screeningen i særlig grad må klargjøre om eleven har problemer på noen av disse grunnleggende områdene i læringen:

Slike vurderinger kan best gjennomføres som utforskende virksomhet i klasserommet. Forskningsmetoden vil i hovedsak være observasjon av elevens arbeidsmåter språklig og kognitivt samt analyser av ferdigheter ved

Tallenes størrelse Tallenes posisjon (foran, bak...) Forholdet mellom enheter - omgjøring Holde tråden i oppgavearbeidet Glemmer eleven lett Overslag, sannsynlighetsvurderinger Geometriske figurer, areal, rom, omkrets	Praktiske hverdagsoppgaver Avgjøre valg av operasjon Lese tall Tid, klokken, året, kalenderen Addisjonstabellen Multiplikasjonstabellen Valgsituasjoner, planlegging Tidsbruken er lang
---	--

muntlige og skriftlige arbeidsoppgaver. Når mange barn og unge har store vansker med å lære matematikk er det også naturlig at man stiller spørsmål ved årsakene til det. Pedagogiske, sosiale, psykologiske, medisinske og didaktiske årsaksforhold trekkes gjerne fram. Men innenfor nyere forskning er det mange som har stor tiltro til at nevropsykologien kan bidra med kunnskaper som kan forklare hva de spesifikke matematikkvansker kan bunne i. Spørsmålene blir da om nevropsykologisk forskning kan hjelpe oss med å forstå hvordan og hvorfor barn lærer så ulikt innenfor fagets disipliner? Her er det trolig mulig å frambringe erfaringer og dermed ny kunnskap.

Observasjon av byggesteiner

For læreren er det viktig å være bevisst at i matematikkopplæringa må man svært ofte bidra med å "bygge byggesteiner". Og byggesteinene er vanligvis svært ulike (Adler 2001, s.16-17):

Byggesteiner

Klassifisere /kategorisere Antallsoppfatning Tallbegrep /-oppfatning Størrelser Tidsoppfatning Oppmerksomhet / konsentrasjon - Hukommelse - Lese-/skriveferdighet	Automatisering og hurtighet Rom oppfatning og visualiseringsevne Motivasjon /lyst og energi Planleggingsevne Logisk evne /forutsetning Fleksibilitet Intuisjon
--	--

Læreren trenger innsikt om hvordan man kan gå fram for å observere og beskrive disse byggesteinene. Adlers kartleggingsmateriale gir hjelp til å kartlegge hvordan elever på ulikt aldersnivå behersker disse elementene innenfor grunnleg-

gende matematikkfaglig begrepsoppbygging. Det kan være nyttig å vite om noen av de mest vanlige kjennetegnene. Finnes flere av disse kjennetegnene hos eleven vil det gjerne være tale om generelle matematikkvansker, og eleven har da vanligvis lære vansker på mange fagområder. Nedenfor følger en oversikt som viser noen av de mest vanlige kjennetegnene.

Adlers matematikkscreening

Matematikkscreening bygges opp slik at både forståelse og anvendelse prøves (Adler 2001b, I-III). Screeningstesten er bygd opp med utgangspunkt i kunnskap om hvilke kognitive funksjoner som er grunnleggende når eleven skal lære matematiske begrep. Også lese- og skriveevne undersøkes når en fullstendig nevropedagogisk vurdering gjennomføres. Dette gjelder spesielt leseevne og leseforståelse, skriveevne og staving. Lese- og skriveprosessene er ulike prosesser og undersøkes hver for seg. Manglende leseferdigheter, som vises ved at eleven bruker lang tid på å gjenkjenne ord og skriftlig tekst, fører også til manglende leseforståelse. Presenteres

problemstillingen muntlig vil man få kontroll på om forståelsen mangler, eller om det er grunnleggende leseferdighetene som svikter. Skrivevansker, øye-hånd koordinasjon, finmotorikk, sekvensiell hukommelse og utvalgsvansker

<p>Pedagogiske kjennetegn.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Når man observerer lesning. 2. Vansker med skriving 3. Vansker med leseforståelsen generelt 4. Vansker med tallforståelsen spesielt 5. Vansker med kompleks tenkning og fleksibilitet 6. Selvoppfatningen berøres 	<p>Kjennetegn i hverdagen.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ofte vansker med klokken 2. Planleggingsproblemer 3. Vurderingsproblemer /sannsynlighet 4. Glemsk 5. Relasjonsvansker til daglig 6. Øvelse gir liten framgang 7. Generelt stort hjelpebehov i hverdagen 8. Mange feil i daglig aktivitet
--	---

kan virke inn i skrivesituasjonen. Også dyspraksi - vansker som dreier seg om å omsette tanker til handlinger eller praksis - kan være medvirkende årsak til innlæringsvansker i matematikk. I en slik helhetlig vurdering er det større muligheter for å oppdage mønster som kan avklare om det kan være tale om spesifikke vansker. De kognitive funksjonene som undersøkes er disse:

- Tallforståelsen (lese, kopiere, skrive tall)
- Tallsystemet /posisjonssystemet (tallinjen, hurtighet i tallbehandling, tallstørrelse, å regne baklengs, avgjøre tallet som er foran, bak etc.)
- Enkle regneoperasjoner (addisjons- og multiplikasjonstabell, telle på fingre?)
- Sammensatte regneoperasjoner (addisjon + subtraksjon eller multiplikasjon og lignende)
- Aritmetiske tegn (forstå operasjonene, holderegning, arbeidsminne, oppmerksomhet)
- Begreper / taloppfatning (størrelse, mengde, posisjon og lignende.)
- Geometriske figurer (kopiere figurer, forestilling, hukommelse)
- Rom-relasjoner (posisjon i forhold til annen posisjon)
- Spatial hukommelse (forestillingsevne, gjengi etter hukommelse)
- Planleggingsevne (overblikk, helhetsforståelse)
- Tidsplanlegging (arbeid på tid, realisme)
- Tidsbegrep (tidsfølelsen, planleggingsevnen)

De kognitive begrunnelsene - faktorene - bak matematikk-screening må også vies oppmerk-

somhet. I en helhetlig vurdering tas informasjon om nevropedagogisk screening med; lese-screening og skrive-screening, som supplerer til matematikk-screening. Det vil gi høynet validitet i vurderingen at en helhetlig screening nyttes.

Troverdighet

Adlers test er ikke en tradisjonell normert og standardisert test. Innholdet er bygd opp ved at matematikkfagets ulike områder er representert ut ifra de krav oppgavene stiller til kognitiv funksjonsevne. Testen er utformet slik at alle elever innenfor en bestemt alder forventes å greie alle oppgavene. Greier ikke elevene alle oppgavene så er det et *observandum* eller en observand i Adlers terminologi. Svarene vurderes i hovedsak ut ifra rett/galt prinsippet og er i liten grad avhengig av tolkninger og skjønn. Tolkningsvaliditeten kan man derfor betrakte som høy.

Testens gyldighet hviler på kunnskap om de kognitive faktorenes betydning for læring av matematikk. Innholdsvaliditeten er derfor basert på teoretisk innsikt og kunnskapsbaserte premisser, men også på den praktiske empiri som springer ut av den erfaringsbaserte utprøvingen. Ifølge Maxwell (1992) vil vi kunne betegne dette som en test hvis gyldighet hviler på både beskrivende validitet, tolknings- og teoretisk validitet.

MATEMATIKKOPPLÆRINGA

Generelle perspektiv

Med referanse til kognitiv-konstruktivistisk læringsteori har Marit Holm (s. 63) presentert matematikkopplæringas "10 teser". Utgangspunktet for disse tesene er kunnskap om hvordan læring foregår. Disse perspektivene er i

korthet - og fritt gjengitt - følgende:

1. Matematisk innsikt består til sammen av forståelse og ferdighet.
2. Læring er å konstruere kunnskap. Personen selv skaper og omskaper denne kunnskapen.
3. Forståelsen av de matematiske begrepene er en sammenfatning av egne erfaringer.
4. Kunnskap utvikles til forestillinger ved refleksjon og tenkning
5. Refleksjon forutsetter at begreper er forstått og gir mening.
6. Prosedyrer er redskaper for tenkning og må kunne knyttes til kjente situasjoner og fenomen.
7. Overføring av ferdigheter - og fleksibel anvendelse av innsikt - forutsetter at meningen er forstått.
8. Nye ferdigheter kan utvikles når prinsipper og strukturer er forstått.
9. Språket strukturerer og styrer læring slik at aktiv språkbruk vil styrke matematikkopplæringa.
10. Automatiserte basiskunnskaper og basisferdigheter letter læringen og effektiviserer oppgaveløsningsprosessene.

Disse perspektivene finner vi til dels innebygd i modellen nedenfor. Trinnene i modellen kan bidra til å minne oss om at matematikkopplæringa bør struktureres på en gjennomtenkt og progresjonsorientert måte. (Holm, s. 105):

1. Begrepslæring
2. Opplæring av regneprosedyrer og momenter i matematikk
 - konkret nivå
 - halvkonkret nivå
 - halvabstrakt nivå
 - abstrakt nivå
3. Overføring av læring
4. Aktiv språkbruk og kommunikasjon
5. Automatisering av ferdigheter
6. Tilpasset langsom progresjon

Fossbakk (2010, s.87) sier at:

For meg har metakognisjon blitt en betegnelse på en klarere bevissthet om egen tenkning som kan bidra til å bedre tenkeevnen hos elever

betydelig. Jeg tror at dersom metakognitiv regulering hos elevene blir inkludert i skolen kan man legge grunnlaget for at det går an å lære hvordan man skal lære, og trene seg opp til bedre læringsvaner slik at arbeidet går lettere. Det som kunne vært interessant er å se på hvordan lærere kan implementere metakognisjon i undervisningen.

MATEMATIKKVANSKER EN DEL AV SAMMENSETTEVANSKER

Vansker innenfor matematikk kan komme til uttrykk ved at eleven sliter med matematiske symboler, har vansker med det matematiske språket og kanskje også visuo-spatiale vansker. Jeg har også omtalt den emosjonelle komponenten som er relatert til matematikkvansker. Også Johnsen framhever at: "*Matematikkvansker og sosioemosjonelle problemer synes å ha betydelig komorbiditet*" (2003, s.32). Johnsen hevder at vansker på det ene av disse områdene gjerne medfører vansker på det andre. Bjørn Adler (2001, s. 29) hevder at 20 – 30 % av elevene med spesifikke matematikkvansker også har spesifikke lese- skrivevansker, dysleksi. Når det arbeides med problemløsningsoppgaver er det viktig at elevene har både gode tekniske leseferdigheter og god leseforståelse. Generelle lære vansker innebærer vanligvis også vansker med å lære matematikk. Elever med ADHD preges av uro og blir dermed også uoppmerksom, konsentrasjonsevnen mistes og de blir ofte hyperaktive. Disse trekkene er også fundamentale for utvikling av lære vansker i matematikk. Alt dette betyr at matematikkvansker er et problematisk begrep. De spesifikke vanskene i matematikk opptrer sjeldent alene, men som ett aspekt innenfor et sammensatt pedagogisk problemområde.

Automatiseringen

For å kunne bli rask og sikker i tallbehandling, og en god oppgaveløser i matematikk, er det nødvendig å beherske en del grunnleggende ferdigheter hurtig og med stor nøyaktighet. Det er derfor viktig at både lærere og foreldre kjenner til hvilke basisferdigheter barn og unge må

tilegne seg. Dersom begynneropplæringsfasen avsluttes med *usikkerhet* som læringsresultat, vil også opplæringa på neste trinn bli vanskelig. Eleven er dermed allerede på tur inn i en vond sirkel. Både forståelsen av begrepene og bruken av de matematiske ferdighetene i ulike livssituasjoner må derfor være gjenstand for kontinuerlig trening. Elevene vil ha ulike behov både for innholdsdifferensiert, arbeidsmåte- og tidsdifferensiert opplæring. Dette betyr at det må tas individuelle hensyn i tilpasningen av opplæringa som gjennomføres både i skolen og heimen. Når eleven har vansker er det desto viktigere at læringen som tilrettelegges i heimen er koordinert med skolens måte å undervise på. Ansvar for at de nødvendige pedagogiske hensyn tas må selvsagt være skolens.

Man må også forutsette at matematikkverkene som brukes i opplæringa er bygd opp slik at de gir elevene grundig innføring i basisferdighetene i faget. Grunnleggende matematikk på småskole- og mellomtrinnet må derfor være bygd opp slik at den gir elevene nødvendig læring av disse basisferdighetene. Dette krever også individuell tilpasning av opplæringa for mange av disse elevene.

Automatiseringen kan i noen spesifikke tilfeller vanskeliggjøres fordi de kognitive faktorene - eller forutsetningene - hos elevene ikke fungerer optimalt. Dette kan komme til uttrykk på ulik måte, gjerne ved at eleven glemmer veldig fort. Både korttidshukommelse og langtidshukommelse kan være berørt. *Hukommelse og glemsel* er dermed viktige indikatorer på om noe kan være problematisk i innlæringsprosessen. Dette vises i daglige livssituasjoner; når barnet lærer tallrekken og når det arbeides med automatisering av addisjons- og multiplikasjonstabellene. Man kan *observere* slik glemsel fra en dag til den neste, og bli overrasket når man ser at eleven likevel ikke kunne noe som man trodde eleven behersket. I tvilstilfeller vil det være aktuelt å etablere et samarbeid mellom skole, heim og den pedagogisk-psykologiske tjenesten dersom man tror at slike spesifikke forhold kan bidra til å skape vansker for eleven.

PLANLEGGING

Å planlegge oppgaveløsning kan ofte være vanskelig for elever med spesifikke vansker. Slike planleggingsproblemer kommer spesielt til syne når eleven arbeider med praktiske problemløsningsoppgaver. Problemløsning tar gjerne utgangspunkt i elevens erfaringer, praktiske situasjoner og hverdagslige hendelser. Logisk vurdert skulle derfor arbeidet med slike oppgaver gi god mening. Tanken er å plassere det matematiske problemet i en autentisk kontekst som gir eleven den nødvendige gjenkjenning. Men eleven må kunne tolke og analysere denne konteksten matematisk slik den framstår - enten den er presentert som skriftlig tekst eller som en *mundlig* formulert problemoppgave - og eleven må kunne formulere den matematiske oppgaven og stille opp algoritmen som muliggjør en matematisk løsning. Dette er mentalt krevende og involverer flere kognitive prosesser. Eleven må observere, tolke og analysere problemet utenfra. Dette bør vektlegges gjennom muntlige øvelser eller samtaler. Både individuelle og gruppebaserte lærings situasjoner kan anvendes til slik metakognitiv trening. Refleksiv og abstrakt tenkning er vanligvis nødvendig gjennom muntlige samtaler. En skriftlig formulert oppgave forutsetter lesing og tolking av ord og symboler samtidig som eleven må analysere seg fram til, og vurdere, hvilke matematiske operasjoner og prosedyrer som kan være involvert. Dette er komplisert etter som både språklige, matematikkfaglige og refleksive ferdigheter virker sammen. Oppgaveløsningen i en slik problemløsningsprosess forutsetter dermed at svært mange og grunnleggende kognitive byggesteiner er på plass. Og eleven vil etter hvert beherske de metakognitive forutsetninger som trengs for å tolke og analysere en problemløsningsoppgave slik at de nødvendige vurderinger kan gjøres samtidig med at planleggingen av oppgaveløsningen tar til. Disse evnene trengs også når eleven vurderer sine egne svar og sin egen tenkemåte ved selvrefleksjon. Man skiller gjerne mellom tre kategorier metakognitive kunnskaper: Kunnskap om personer, kunnskap om oppgaver og kunnskap om strategier. Bruk

av metakognisjon innebærer at eleven selv er klar over egne tankeprosesser slik at elevens egen læring kan styres. Dermed muliggjøres både planlegging av oppgavearbeidet og selve løsningsarbeidet. Man lærer best når man vet hvordan man lærer, på samme måte som at det er vanskelig å lære av sine feil når man ikke vet hva slags feil man gjør.

Planlegging av oppgaveløsning i matematikk er altså avhengig av elevens forståelse. Dette krever at eleven har tilegnet seg og kan anvende fordypningsstrategier og er aktiv part i egen læringsprosess. Her er det forståelsen som er det sentrale, mens utdyping og organisering av fagstoffet er viktige stikkord. I dette arbeidet er det relasjonene mellom det eleven kan fra før, det som skal læres samt utbrodering av disse relasjonene gjennom tenking, som skaper læring. Ved å benytte ulike læringsstrategier bevisst utvikler elevene en personlig *forståelsesovervåkning* som representerer det vi kaller *metakognitiv læring*. Dette blir den ypperste form for læring og bør etterstrebes i alle former for læring - i alle fag.

OPPSUMMERING - METAKOGNITIV LÆRING
Å tilegne seg kompetanse i å reflektere om egen læring er en viktig forutsetning for å kunne få kontroll over læringa. Dette betyr både aktive- ring og bruk av bevisste prosesser på et høyt kognitivt nivå. Og det handler om å reflektere over hva man selv tenker og gjør i en konkret situasjon. For eleven betyr dette å etablere selvevalueringsprosesser slik at han/hun kan ta stilling til sin egen utvikling og framgang. Når eleven har tilegnet seg denne kompetansen vil det skapes et positivt forhold til egen læring og det vil bidra til at eleven selv kan planlegge egne lærings- og oppgaveløsningsprosesser.

Elevens metakognitive kompetanse ansees altså å være viktig og vil påvirke oppgaveløsning og dermed læringsprosessen. Mestringsopplev-elsen påvirker elevens selvbilde og gir eleven mulighet til å få kontroll med sin egen læring. Å oppleve ”jeg forstår dette” virker dermed forsterkende i læringsprosessen. Og eleven kan

selv ta regien i den aktuelle læringsprosessen med ringvirkning til læringsopplevelser og kompetanseutvikling på andre områder i livet. Konsekvenser for læreren blir dermed å lære eleven opp til selv å reflektere over egen læringsstrategi. Eleven må læres opp til å se hva som gir framgang og hvordan han/hun må arbeide for at denne framgangen skal skje. Lærerens valg av innhold og arbeidsmetoder i opplæringa må også relateres til elevens muligheter til å ta i bruk egne metakognitive kunnskaper. Lærer-elev relasjonen, herunder kommunikasjonen mellom lærer og elev, vil dermed være et viktig element i opplæringa (Ulleberg 2004, s. 45 ff). For det er gjennom den direkte kommunikasjonen mellom lærer og elev at eleven får hjelp til å utvikle evnen til selvrefleksjon. Men denne kommunikasjonen må samtidig være anerkjennende. Eleven må oppleve å være akseptert av læreren slik at ikke negative vurderinger og avvisende fordømming blir resultatet. Det er her lærerens profesjonelle holdning og personlige egenskaper utfordres. For kvaliteten på lærerens tilbakemeldinger er det viktigste virkemidlet når opplæringsmålet også er metakognitiv kompetanse. Den kvalitativt gode tilbakemeldingen er den viktigste utfordringen til matematikklæreren. Og det er først og fremst dette matematikklæreren må lære seg for at metakognitiv læring skal kunne skje. Ellers er det lett å ta vekk elevens lærelyst, motivasjon og innsats på kort og lang sikt. Eller for å si det med Dewey (1997, s. 89). Det er ”*Lusten att lära av livet självt och att göra livsvilkoren sådana att alla kan lära av livsprocessen som är utbildningens främsta resultat.*”

Det er sammenheng mellom å kunne planlegge løsning av oppgaver, å forstå matematikk og å ha automatiserte ferdigheter. Planleggingsferdigheter og forståelse danner til sammen kjernen i den metakognitive kompetansen. Oppgaveløsning innebærer vanligvis at elevene må utføre mange regneoperasjoner. Dette forutsetter automatiserte ferdigheter og blir dermed en forutsetning for å kunne gjennomføre de nødvendige operasjonene.

Fotnoter

1. www2.skolenettet.no/html/veil/lese_skrive/les66.html - 4k -

2. ICD-10 = *International Statistical Classification of Diseases. Injuries and Causes of Death. Målsetting er internasjonal enhetlig bruk av diagnostiske begrep*

Referanser

Adler, Bjørn

(2001). *Vad är dyskalküli*. Kristianstad: Nationella Utbildningsförlaget.

Adler, Bjørn

(2001b). *Matematikksscreening I, II og III*. Kognitivt Centrum Södra Sverige AB, 236 32 Høllviken.

Askeland, M.

(2005). Strategiopplæring i multiplikasjon. Erfaringer fra metodisk opplegg med indre tale som pedagogisk virkemiddel. *Spesialpedagogikk* nr. 10. 2005.

Bjørnsrud, H. og S. Nilsen

(2012) *Tidlig innsats. Bedre læring for alle*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Dewey, J.

(1997). *Utbildning och demokrati*. Göteborg: Daidalos.

Eritzland, A.G.

(2004). Kunnskapsstatus med vekt på førskolelærer- og allmennlærerutdanning i *Kunnskapsstatus for forskningsprogrammet KUPP*. Oslo: Norges Forskningsråd.

Evjen, Grete Kristiansen

(2006) "Ikke så lett", *Skolepsykologi* nr. 5 – 2006

Fossbakk, Hilde

(2010) *Metakognisjon og generalisering En studie om utfordringer og metakognitiv påvirkning i generaliseringsprosessen*. Trondheim: Masteroppgave NTNU.

Holm, Marit

(2002). *Opplæring i matematikk. For elever med matematikkvansker og andre elever*. Cappelen Akademiske Forlag. Oslo.

Illeris, K.

(2001). *Lärande i mötet mellan Piaget, Freud och Marx*. Lund: Studentlitteratur.

Johnsen, F.

(2003). *Om matematikk, aggresjon og tomater*. *Spesialpedagogikk* nr 10/2003.

Klausen, Kirsti Hyllnes

(2013) *Med metaperspektiv på læring - en studie av elevers bevissthet til egen læring i naturfag*. Trondheim: NTNU - Masteroppgave i naturfagdidaktikk,

- Lund, E.
(2003): *Historiedidaktikk for klasserommet: En håndbok for studenter og lærere*. Oslo: Universitetsforlaget. Sitert etter Odd Ståle Eide
(2004) TeachingThinking. Kreative og meta-kognitive læringsprosesser i klasserommet. <http://www.fag.hiof.no/~EL/TT/Eidenotat.doc>. 25/2-2008.
- Lund, I.
(2004) *Hun sitter jo bare der! Om innagerende atferd hos barn og unge*. Bergen: Fagbokforlaget Vigmostad & Bjørke AS.
- Maxwell, J.A.
(1992) Understanding and Validity in Qualitative Research, *Harward Educational Review*. Vol. 62, No. 3.
- Renvaktar, A. og Asplund, M.
(2002). *Matematik och matematiksvårigheter*. <http://www.vasa.abo.fi/speccenter/matematik.htm>
- Rudenius, B.
(2004). *Matematiksvårigheter / Dyskalkyli. Alla har rett att lyckas!* <http://www.kastanjebacken.net/dyskalkyli.htm>
- Santa, Carol
(2008) Metakognisjon i www2.skolenettet.no/html/veil/lese_skrive/les66.html - 4k -, 25.februar
- Sjøvoll, J.
(2006). *Tilpasset opplæring i matematikk*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Ulleberg, I.
(2004). *Kommunikasjon og veiledning*. Oslo: Kunnskapsforlaget.

Jarle Sjøvoll
Østensenveien 19,
8009 Bodø
Tlf 91177387
sjovolljarle@gmail.no