



Roy Gundersen

Prosesseringshastighet og arbeidsminne

Som pp-rådgiver synes jeg det er fascinerende at noen mennesker jobber raskt, mens andre jobber senere med fagstoffet sitt. Hva ligger til grunn for en slik egenskap, og hva kan vi tilrå slik at eleven får opp tempoet? Jeg vil først definere begrepet prosesseringshastighet og bruker Helge Galta (2014) sin definisjon: "Hos mennesker kan informasjonsprosessering forstås som hjernens bearbeiding av sansestimuli for å gi mening i gitte situasjoner". I dette begrepet inkluderes persepsjon, lagring og analyse av sansestimuli. I min hverdag kaller jeg det tiden klienten bruker på "inn, bearbeiding og ut". La meg legge til at "ut" kan ha ulike uttrykk, alt etter oppgaven. Arbeidsminne er vår evne til å holde på relevant informasjon.

Hvorfor er det individuelle forskjeller i intelligens er et spørsmål psykologene har prøvd i finne ut i lang tid. Noen psykologer mener at hastigheten vi jobber med, er selve kjernen i intelligens (Jensen, 1998, ref Galta), et spørsmål som også ble stilt så tidlig som i 1873 (Sigmund Exner) og 1868 (Frans C. Donders) hvis vi holder oss til nyere tid. Sammenhengen mellom enkle perseptuelle og motoriske oppgaver og intelligens forklares hovedsakelig med et raskere og mer nøyaktig sentralnervesystem sier Galta, og et effektivt sentralnervesystem antas å være nyttig med løsningen av nærmest alle former for kognitive oppgaver. Nøyaktig og rask signaloverføring er altså stikkordet til individuelle forskjeller i intelligens. Man behøver

naturligvis ikke være psykolog for å forstå at en som jobber raskt, får gjort flere oppgaver enn en som ikke gjør det, og at dette også gjør at man tilegner seg mer faktakunnskap enn en som jobber sent. Har man høyt prosesseringstempo vil også arbeidsminne har bedre vilkår for å kunne løse oppgaven før informasjonen i minnet går tapt.

Å måle tiden er en vitenskap i seg selv, kalt kronometri. Det kan gjerne være enkle oppgaver som skal utføres og forkunnskaper er ikke påkrevd. Tiden personen bruker på å oppfatte og respondere blir registrert. Forskningsobjektene blir på forhånd informert om at det er responstempo som måles. Gjennomsnittlig responstid og hvor stor variasjon det er i

Roy Gundersen jobber som pedagogisk-psykologisk rådgiver hos Kristandsand PPT. Er spesialist i pp-rådgivning, UF og spesialist i sexologisk rådgivning, NACS, egen praksis. Har utgitt en rekke artikler om barn og unges oppvekstvilkår og holder foredrag om barn og unges oppvekstmiljø.

personens responstid er det mest interessante. Man måler altså individuelle forskjeller i tempo og stabilitet i utførelsen av enkle perseptuelle oppgaver. Galta er rask til å fortelle oss at det kan være stor forskjell på et eksperimentelt kontrollert studie enn når vi tar med oss WISC-kofferten ut på en skole:

Ofte er det problematisk å kontrollere for ulike faktorer som påvirker personens prestasjoner på komplekse psykometriske oppgaver. De elementære kognitive oppgavene som brukes i kronometrisk forskning, tillater derimot høy grad av eksperimentell kontroll. I fraværet av direkte neurologiske mål av prosesseringshastighet brukes elementære kognitive oppgaver som måler inspeksjonstid og reaksjonstid (Galta 2014:112).

Siden testpersonene får enkle kognitive oppgaver, kan vi måle personer i ulike aldre med de samme testoppgavene. Da er kronometri gunstig i studiet av kognitiv utvikling. Prosesseringshastighet ses som en viktig årsak til kognitiv utvikling generelt hvor høyere tempo i kognitive operasjoner antas å være av avgjørende betydning for kognitiv modning. Men utviklingen går fort over, allerede ved midten av tyveårene går utviklingen tilbake. De raskeste er unge voksne som er kjappere til å håndtere informasjonen enn barn og eldre voksne. Glansalderen over størst framgang er mellom fem og ti års alder. Ser vi på hvordan dette kan forklares, er det ulike biologiske prosesser som kan være en forklaring på hvorfor prosesseringshastigheten øker i barneårene. Hurtigere signaloverføring eller informasjonsflyt mellom hjernes nerveceller kan forklare økt prosesseringshastighet. Myeliniseringen, dvs isoleringen av nervefibrene, øker ledningshastigheten i nervefibrene og denne starter allerede under svangerskapet og fortsetter til langt ut i voksen alder. Den øker lineært til man er ca 20 år. Økt grad av myelinisering kan følgelig ikke alene forklare den ikke-lineære økningen i prosesseringshastigheten. Her kommer grå substans inn, den viser både vekst og reduksjon gjennom utviklingen fra barn til voksen. Kaja Nordengen (2016) lekne og lette fingre taster ut for oss at i den grå substansen ligger nevecellekroppene og synapsene, der signaloverføringen mellom nervecellene skjer. I

den grå substansen finner vi også nervecellekroppene og kontaktpunktene mellom nervecellene, altså synapsene. Innenfor den grå substansen finner vi den hvite, som består av isolerte nervecelleutløpere. Den hvite substansen er motorveien for signalene. På denne veien går det elektriske signaler i lange nervecelleutløpere.

Vi sitter som kunnskapstørste førstereisstudenter når Galta viser oss stensilene sine:

På bakgrunn av at grå substans viser en ikke-lineær vekst og reduksjon i ulike hjerneområder, hevder Kail og Ferrer (2007) at grå substans har en sentral rolle i utviklingen av prosesseringshastighet. Disse forskerne mener at reduksjonen i grå substans som hovedsakelig er observert i tenårene, skyldes reduksjon av unyttige synapseforbindelser. Det antas at reduksjonen i unødvendige synapseforbindelser medfører økt prosesseringshastighet (s.st.:115:)

Grå substans tar ryddejobben med å fjerne unyttige synapseforbindelser for derved å frigjøre plass og energi til at de som har en funksjon skal få bedre arbeidsbetingelser og dermed få fart på vår evne til raskere prosessering. Dette er også viktig hvis du vil leve lengre, dvs at det er en sammenheng mellom høyere IQ-skår og høyere levealder kontra de som har lavere IQ-skår (bl a C.L. Hart et al. 2003, Batty et al. 2009, ref s.st: 116). I en studie av personer i midten av 50-årene så vi en klar sammenheng mellom IQ-skår og mortalitet sier Galta. Ett standardavvik lavere IQ-skår medførte 41,7% større sannsynlighet for å ha falt bort ved oppfølgingsstudien 14 år senere. Man så samme tall for reaksjonstid. Denne studien ble kontrollert for faktorer som utdanning, sosial status og røyking, faktorer som innvirker på folks levetid. Forskerne i denne studien konkluderte med at det var reaksjonstid, og ikke IQ-skår som var årsaken til den økte sannsynligheten for å dø. En mulig forklaring på dette kan være responstiden er en indikator på hele kroppens effektivitet i informasjonsprosesseringen. eller at kroppene som er bedre "sammenskrudd" varer lenger.

Å være best mulig "sammenskrudd" i skolesammenheng er helt klart en fordel. Sammenlignet med personer som bearbeider

informasjon sakte, vil personer som bearbeider informasjon raskt, ta til seg, forstå og lære mer innenfor et gitt tidsrom. På sikt vil rask informasjonsbearbeiding utgjøre en stor forskjell i tilegnet kunnskap og kognitive ferdigheter. Logikken er at det antas at raskere prosesseringshastighet medfører at mer informasjon blir lagret, og at lagret informasjon raskere blir gjenhentet. Dette er grunnen til at personer med rask informasjonsprosessering skårer bedre på IQ-tester enn personer med saktere informasjonsprosessering. Klarer man å bearbeide informasjonen raskt, øker sannsynligheten for at oppgaven løses før personens kognitive kapasitet blir overbelastet. Ved overbelastning bryter systemet sammen og oppgaven blir ikke løst. Mentalt tempo anses gjerne som en hovedårsak til sammenhengen mellom generell intelligens og skoleprestasjoner. Galta påpeker at prosesseringshastigheten innvirker på mer enn bare å bearbeide informasjonen raskt, den er også gjerne knyttet til andre kognitive funksjoner som oppmerksomhet, korttidsminne og langtidsminne (Jensen 2006, ref Galta 117:2014). REF

Galta dypdykker i forholdet mellom prosesseringshastighet og intelligens:

(...) og det antas at individuelle forskjeller i prosesseringshastighet er en viktig årsak til individuelle forskjeller i generell intelligens. Som Galton antok, har man senere funnet en klar sammenheng mellom prosesseringshastighet, målt ved enkle reaksjons-, og inspeksjonstidsoppgaver, og intelligens. (...) Hemmelgarn og Kehle (1984) fant at reaksjonstid korrelerte med de deltestene i WISC-R som regnes som de beste evnemålene. Sammenhengen mellom prosesseringshastighet og intelligens er sterkest når intelligens måles med tester uten tidsfrist. Det ser således ikke ut til å være tempo i seg selv som er den avgjørende faktoren for den observerte sammenhengen. Personer som er raske på enkle perseptuelle oppgaver, tenderer til å gjøre det bedre på IQ-tester, og sammenhengen synes å skyldes kognitive faktorer (s.st: 117-118).

Dette er fascinerende: det er altså ikke prosesseringshastigheten i seg selv som er et autonomt parameter for intelligens, men prosesseringshastigheten peker på noe utover

seg selv, noe annet eller noe mer enn bare hastigheten man jobber med. Og dette annet er også bidragsyter til intelligensen. Det er altså noen kognitive faktorer som også virker inn her, uten at vi har identifisert dem. Zajac og Burns (2011, sitert Galta) tallfester sammenhengen mellom prosesseringshastighet og intelligens til å være så mye som 25% av individuelle forskjeller i intelligens, mens andre hevder størrelsen til å være 10 til 15% (Hunt, 2005, Sheppard & Vernon, 2008, sitert Galta). Legger vi flere studier oppå hverandre, ser vi at fellesnevneren er at sammenhengen mellom prosesseringshastigheten og intelligens er sterkere dersom prosesseringsoppgavene er mer komplekse. Dersom man slår sammen ulike elementære kognitive oppgaver for å måle prosesseringshastighet, er sammenhengen ytterligere forsterket. Det er belegg for å si at intelligente personer er raskere og jevnere i sin informasjonsbearbeiding enn mindre intelligente personer. Personer med rask reaksjonstid har mindre variasjon i sin reaksjonstid enn personer med saktere reaksjonstid I.J. Deary 2005 i Jensen 2006 sit. Galta). Intelligente personer oppfatter altså informasjon raskere, og deres informasjonsprosessering er mer nøyaktig.

Etter all prat om utredning, prosessering og kognitiv styrke og svakheter tar Galta på seg barnepsykologens klær og briller og sier til de svakes forsvar:

Når disse barna testes med WISC-IV, som kan oppleves som situasjoner elevene daglig møter på skolen, kan den nedsatte mestringsfølelsen overføres til testsituasjonen. Å være komfortabel med testsituasjonen er sentralt for barnets skår på WISC-IV (s.st:125).

ARBEIDSMINNE

En definisjon av dette er at arbeidsminne er nødvendig for å holde informasjon i minne mens man utfører komplekse oppgaver som involverer resonnering, forståelse og læring. I tillegg er kontroll over oppmerksomheten er sentralt i vår forståelse av arbeidsminne. Arbeidsminne er nødvendig når informasjon må holdes lett tilgjengelig, mens man samtidig prosesserer ny informasjon og ignorerer irrelevant og distraherende informasjon. Vi ser

allerede her slektskapet arbeidsminne har i forhold til prosessering og hvordan disse kan gripe inn i hverandre selv om det er to ulike størrelser. Galta sier at arbeidsminne er av avgjørende betydning for språkforståelse, problemløsning og gjennomføring av ulike oppgaver på skolen, i arbeidslivet og i fritiden. Men det finnes en stor trussel mot informasjon som holdes midlertidig i arbeidsminnet, nemlig distraksjoner. Når vi blir eller lar oss bli forstyrret, kan oppgaverelevant informasjon falle ut av arbeidsminnet og som kan medføre at vi feiler i våre gjøremål. Det er ikke ett bestemt område i hjernen hvor arbeidsminne befinner seg, men det ser heller ut til at ulike typer informasjon lagres i ulike områder i hjernen. Her kommer to begreper som korttidsminne og langtidsminne raskt til syne. Arbeidsminne kan ses som en videreutvikling av korttidsminne-begrepet hvor G.A. Miller med flere tok i 1960 begrepet arbeidsminne i forklaringen av hvordan vi planlegger og utfører aktiviteter. Hvis vi antar at korttidsminnet styrer informasjonsflyten inn og ut av langtidshukommelsen, blir korttidsminnet sett som en sentral komponent i læring og kognitiv fungering. Da er det kort vei til slutningen at jo lenger informasjon blir holdt i korttidsminnet, dess bedre læringseffekt vil han ha. Men dessverre, denne slutningen viste seg å ikke holde stikk. Flere studier viser at personer med hjerneskada hvor implikasjonene forårsaket nedsatt korttidsminne likevel gjorde det normalt på tester av langtidsminne. Korttidsminne er med andre ord ikke essensielt for læring.

Fra -70tallet ble aktiv informasjonsbearbeiding mer vektlagt hvor Craik og Lockhart, 1972, knyttet korttidsminne til oppmerksomhet og grad av informasjonsprosessering. Det er en sammenheng mellom hvor dypt informasjon blir prosessert og hvor lenge informasjon holdes i minnet mente de. En interessant studie viste at ord best ble husket dersom forsøkspersonen vurderte ordenes betydning, eller hvis ordene ble knyttet til tidligere erfaring. Det ble tolket at dypere prosessering gir bedre læring, og læring blir koblet til hvor grundig vi bearbeider informasjonen. Vi ser komplekse modeller begynner å ta form i hvordan vi best lærer. Aktiv jobbing med fagstoffet hvor det

kjente kobles til det ukjente og tid til refleksjoner kan være et stikkord hvis vi kobler det til skolestua.

Om vi lærer best med øyne eller ører eller begge blir også tatt opp på vår historiske vandring om begrepet arbeidsminne. Likeså om vi grupperer det vi skal huske eller ikke (chunking). På -90tallet kom begrepet sentral eksekutivfunksjon i fokus som kan beskrives som kontrollering av oppmerksomheten.

Alan D. Baddeley (2007) mener at evnen til fokusert oppmerksomhet er arbeidsminnets viktigste oppgave. (...) At den kalles eksekutiv betyr at den er utøvende og gjenspeiler at denne komponenten kontrollerer arbeidsminnet og er sentral ved gjennomføringen av en rekke kognitive oppgaver. I studier av Baddeleys flerkomponentmodell har det blitt funnet støtte for at det særlig er nedsatte eksekutivfunksjoner som ser ut til å hemme barn med lærevansker (s. st: 139).

Cowans (1988, 2005, sit. Galta) er pedagogisk optimist når han forklarer oss at oppmerksomheten er det sentrale i arbeidsminne, og at informasjon som holdes i oppmerksomhetens fokus, kan kombinere og danne nye og større enheter eller grupperinger (chunks). Slike "chunks" kan lagres i langtidshukommelsen som tilegnet kunnskap. Da kan eksekutivfunksjonene søke i langtidsminnet etter ny informasjon som oppmerksomheten rettes mot. Slik kan man også erstatte gammel viten mot ny. Cowans fortsetter sin optimisme når han sier at et aktivert langtidsminne antas å ha ubegrenset kapasitet når det gjelder hvor mye informasjon som kan aktiveres samtidig. Informasjonen er tilgjengelig helt til oppmerksomheten rettes mot noe annet sier han. Dessverre for oss som tror vi har nøkkelen til det ultimate arbeidsminne blir vi fort vekket fra vår idylliske søvn av Baddeley som er uenig i at arbeidsminne er aktivert langtidsminne, men han ser noen samhandlingsmønstre (Baddeley 2010, sit Galta).

Det er faktisk studier av hjerneskada som er bidragsyter til vår innsikt i hjernens struktur og funksjon. Det sier seg selv at denne framgangsmåten har klare metodiske begrensninger. De siste 25 år har ulike hjerneavbildningsteknikker vært dominerende i studiet av arbeidsminnet

på nevrologisk nivå. Arbeidsminneoppgaver avslører at det er et komplekst aktiveringsmønster i hjernen og hjerneavbildningsstudier har gitt oss et innblikk i dette. Nå kan vi også estimere ledningshastigheten i nervebanene som binder forskjellige hjerneområder sammen. Slike studier viser at verbal informasjon prosesseres i venstre hemisfære, mens visuospatialt materiale hovedsakelig prosesseres i høyre hemisfære. Om arbeidsminnet består av egne lagringskomponenter for verbalt og visuospatialt materiale, er usikkert. Galta sier at flere studier har vist at enheter som holdes i arbeidsminne, tenderer til å aktivere de samme hjerneområdene som aktiveres når enhetene persiperes. Dette tar jeg til inntekt for hvor komplekst hjernen fungerer (Struve, 2011, Anstorp & Benum, 2010, 2014).

Nyere studier viser at det er de samme nevrologiske funksjonene som gjenhenter ting fra langtids- og korttidsminne. Hjerneavbildningsstudier viser at informasjon midlertidig lagres på et stort antall ulike områder i hjernen.

I dag er det bred enighet om at områder i panne- og isselappen er særlig sentrale for arbeidsminne på tvers av oppgavetype (...) Pannelappen knyttes hovedsakelig til eksekutivfunksjoner, mens isselappen har vist seg viktigere for midlertidig lagring av informasjon (s.st:144).

Det er grunn til å tro at arbeidsminne kan trenes (Takeuchi et al. 2010, sit Galta). Treningen medvirker til økt myelinisering som igjen øker ledningshastigheten og som dermed trolig leder til mer synkron signaloverføring fra ett område i nettverket til et annet. Flere celler i relevante hjerneområder aktiveres samtidig, og informasjonsprosesseringen blir bedre. I tillegg til dette, øker mengden av hvit og grå substans som befinner seg i områder mellom panne- og isselappen seg i takt med kronologisk alder, også lagringskapasiteten. Toppen nås ved 25-30 års alder, for dermed å falle med ca 5-10% per tiår. Gjennom barneårene øker minnespenet for verbal og spatial informasjon. Barnets kunnskapsnivå øker, dette virker positivt inn på både lagring og gjenhenting av informasjon. I tillegg til kunnskapsveksten kan bedre oppmerksomhetskapasitet forklares barnets framgang på arbeidsminneoppgaver. Det antas

også at forbedrede hukommelsesstrategier følger i kjølvannet av kunnskapsvekt og forbedret oppmerksomhet. Oppmerksomheten øker med barns alder og kan forklare utviklingen i barns arbeidsminnekapasitet. Oppmerksomheten påvirker barnets evne til å holde fokus på oppgaverelevant informasjon og overse irrelevant.

Rektor Galta setter brillene på nesen og skuer utover elevene sine:

Arbeidsminnevansker hemmer akademiske prestasjoner på tvers av IQ-nivå. Blant elever som mottar spesialundervisning, ser det ut til at barn med nedsatt arbeidsminne er overrepresentert. (S. Gathercole & Pickering, 2001). I en studie fant Alloway et al. (2005) at barn som var tildelt spesialundervisning, hadde nedsatt eksekutivfunksjon og visuospatialt minne. Forskeren konkluderer med at nedsatt arbeidsminne gjør at barn strever med å møte kravene i mange læringssituasjoner, og at dette hemmer deres akademiske progresjon. Arbeidsminnet er viktig for læring, og i klasserommet møter barn med arbeidsminnevansker mange utfordringer (s.st: 151).

Galta refererer til en studie hvor man skulle identifisere læringssituasjoner hvor arbeidsminnevanskene hindret barna i å fullføre oppgavene som skulle gjennomføres ((S.E. Gathercole, Lamont & Alloway, 2006, sit. Galta). Guttene hadde størst utfordringer med å følge lærerens instruksjoner, dette forklares med at prosessering av språk stiller store krav til arbeidsminnet. Selv om alle fag hadde oppgaver som utfordret arbeidsminne var det særlig utfordrende med lese-, skrive- og matematikkundervisningen. Muntlige presenterte oppgaver som krevde lagring og prosessering samtidig skapte store problemer for barna med nedsatt arbeidsminne. I skriftlige oppgaver ble ting glemt underveis eller barna glemte hvor de var i setningen slik at ord ble gjentatt eller utelatt. Langtidsminnet ble redusert og barna hadde en tendens til å forenkles oppgaver når det var mulig og slik redusere sitt eget læringsutbytte. Det er tankevekkende at vi voksne, hjelpeinstansene og pedagogene spesielt ikke klarer å se bak en vanske. I stedet for gis det spesialundervisning i selve fagene, men ikke på verk-

tøysiden hos eleven: prosesserings- og arbeidsminne. Det er lett å arrestere eleven for unnluring, underyting og andre begreper med klare adresser til eleven og hvor vi andre slipper fri. Det er påvist en sammenheng mellom arbeidsminne og matematikkvansker, også dysleksi selv om denne vansken primært kjennetegnes av fonologisk vanske. Leseforståelsen får også negativ innflytelse av dårlig arbeidsminne. Å få med seg innholdet i det man leser er en kognitivt krevende oppgave der tekstens innhold må integreres med tidligere kunnskap. Leseforståelse stiller krav til både arbeidsminne og langtidsminne. Igjen ser vi hvor viktig det er med å kunne kontrollere oppmerksomheten, denne er avgjørende for hvor mye man får med seg av innholdet i en tekst. Ikke overraskende har barn med arbeidsminnevansker også fagvansker og konsentrasjonsproblem. Barna er lett avledbare som også gjør det vanskelig å vurdere eget arbeid, også vansker med å være kreativ under oppgaveløsninger da deres lagrings- og prosesseringskapasitet blir overbelastet. Igjen faller oppgaverelevant informasjon ut og barns måloppnåelse blir betydelig svekket. Å vurdere og korrigere kvaliteten på eget arbeid blir utfordrende når viktig informasjon faller ut av arbeidsminnet. Hierarkisk er det ikke mulig å differensiere om det er langtidsminne som overgår kortidsminnent kognitivt, eller sammenhengen mellom kortidsminne og kognitiv fungering er mer eller mindre verdt enn sammenhengen mellom arbeidsminne og kognitiv fungering. Nyere tids bildescanninger viser at hjernen arbeider mer komplekst enn det (Struve 2011). Det som peker

seg ut er at den som har kontroll over oppmerksomheten også har kognitiv kontroll. De sentrale eksekutivfunksjoner beskrives som en særs viktig faktor for kognitiv kontroll.

Oppmerksomhetsfunksjoner er viktige for å forstå sammenhengen mellom arbeidsminne og intelligens. Personer med høy arbeidsminnekapasitet gjør det bedre på en rekke oppmerksomhets-krevende oppgaver enn personer med lavere arbeidsminnekapasitet (...). I skolen ser vi at arbeidsminnevansker, oppmerksomhetsvansker og fagvansker gjerne opptrer sammen. Vi vet også at oppmerksomhet og intelligens forbedres gjennom barndommen og frem til voksen alder. Anatomisk er prefrontal korteks, som ses som særlig viktig, for oppmerksomhetsfunksjoner, et av områdene i hjernen som utvikles senest. Prefrontal korteks når ikke voksent utviklingsnivå før i 20-årene. Både arbeidsminne og flytende intelligens når toppnivået i midten av 20-årene, noe som kan indikere at oppmerksomhet er særlig sentralt for både arbeidsminne og flytende intelligens (s.st: 162).

Litteratur:

- Anstorp, Trine m.fl.
(2014) *Traumebehandling*. Universitetsforlaget.
- Anstorp, Trine m.fl.
(2010) *Dissosiasjon og relasjonstraumer*. Universitetsforlaget.
- Nordengen, Kaja.
(2016) *Hjernen er stjernen*. Kagge forlag.
- Struve, Kaj.
(2011) *Neuropædagogik*. Special-pædagogisk forlag.

Roy Gundersen

Bosmyrveien 7
4621 Krisitansand S
Tlf 918 66 805

roy.gundersen@kristiansand.kommune.no