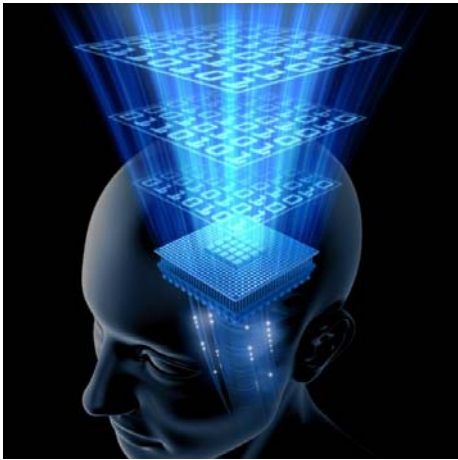


Adler Arbetsminnestest



Nu finns ett efterlängtat arbetsminnestest för pedagoger. Testet består av 15 deltest men tar trots detta mindre än en timme att genomföra. Här får Du som pedagog ett viktigt verktyg i kartläggning av vilka byggstenar som eleverna behöver stärka. Till testet finns redan knutet arbetspärmar för vinnande hjälpinsatser.

Bakgrund

Arbetsminnet utgör en mycket viktig grundbult för vårt tänkande. Det hjälper oss att hålla igång mer än en tanke åt gången och har en avgörande betydelse för förmågan att lösa mer komplexa tankeuppgifter. Arbetsminnet är aktivt när vi befinner oss i målinriktat arbete där vi gör mer än en sak åt gången. Själva arbetsminnet (Alan Baddeley, 2007) består av en central exekutiv funktion där planering och styrning av arbetet sker. I denna centrala del regleras medveten uppmärksamhet och framplockning ur långtidsminnet.

Till sin hjälp har den centrala funktionen två hjälpsystem, ett auditivt samt ett visuellt, som håller viktig information i minnet medan man löser olika delar av uppgifterna.

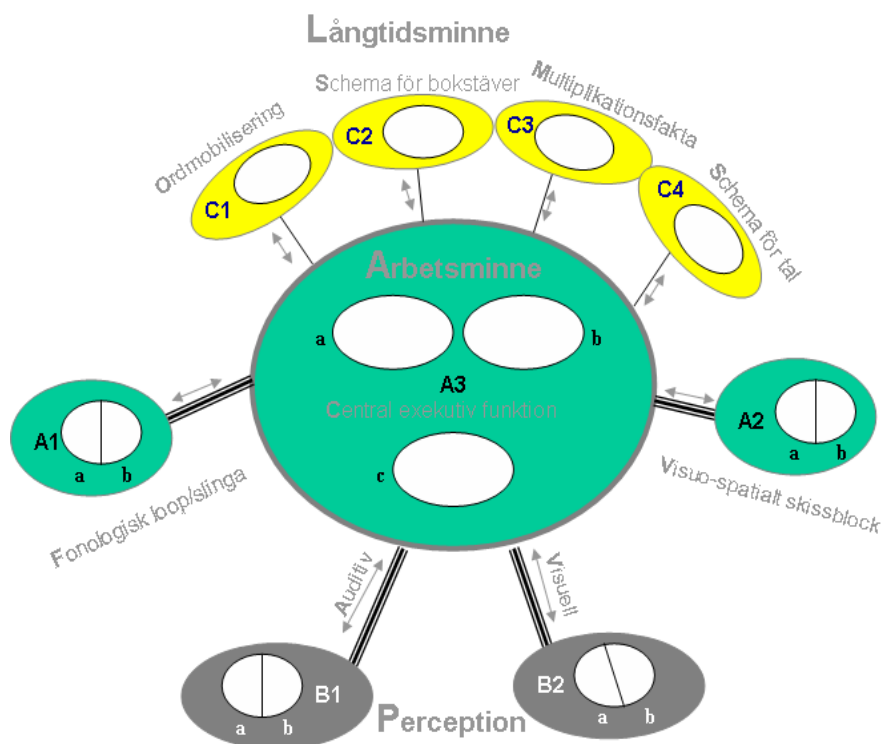
Arbetsminnet är beroende av en välfungerande varseblivning – perception. Därför undersöks även auditiv-och visuell perception i detta arbetsminnestest. Arbetsminnet är också beroende av ett gott minne där väsentlig information snabbt plockas fram och används. I testet undersöks även aspekter av lagrad information i långtidsminnet genom uppgifter på t ex förmåga att hantera multiplikationsfakta eller ordmobilisering.

Testpresentation

Testet består av tre huvuddelar:

- Undersökning av *auditiv- och visuell perception*
- Undersökning av *arbetsminnet inklusive korttidsminnet*
- Undersökning av *framplockning av info från långtidsminnet*

Totalt omfattar *Adler Arbetsminnestestet* 15 deltest varav fyra på perception, sju på själva arbetsminnet samt fyra på långtidsminne:



Figur 1: Björn Adlers (2008) modell för Arbetsminnestestet

Modell för arbetsminne: **A** = Arbetsminnessystemet
B = Perception
C = Långtidsminne

A1 = Arbetsminne; fonologisk loop/slinga (*två deltest*)
A2 = Arbetsminne; visuo-spatialt skissblock (*två deltest*)
A3 = Arbetsminne; central exekutiv funktion (*tre deltest*)

B1 = Perception; auditiv perception (*två deltest*)
B2 = Perception; visuell perception (*två deltest*)

C1 = Minne; ordmobilisering (*ett deltest*)
C2 = Minne; schema för bokstäver (*ett deltest*)
C3 = Minne; multiplikationsfakta/talfakta (*ett deltest*)
C4 = Minne; schema för tal (*ett deltest*)

Testet har normerats under 2009

Arbetsminnestestet har normerats på 807 svenska elever i 16 kommuner/städer under 2009. Det rör sig om elever från åk 4-9 inom grundskolan samt även gymnasiet. Arbetsminnestestet kan användas från 10 år och upp till vuxna.

Certifieringsutbildning

Den som är pedagog, logoped eller psykolog får använda testet men för att köpa detta krävs att man går en tvådagars certifieringsutbildning. Efter utbildning genomför man en testning och skickar in en rapport på en utredning. Efter godkännande blir man certifierad utredare.

Anmälan & Beställning av test

Anmäl Dig gärna redan nu för att vara säker på en plats. Arbetsminnestestet levereras en månad innan kurstillfället. Under 2010 sker certifieringsutbildning i Stockholm, Göteborg och Malmö.

Anmälningsblankett och information om kurserna finner Du här:

| | | |
|-------------|--------------------------|--|
| Kurs | Stockholm 11-12 februari | www.arbetsminne.nu/kurs1.pdf |
| Kurs | Göteborg 22-23 april | www.arbetsminne.nu/kurs2.pdf |
| Kurs | Malmö 19-20 maj | www.arbetsminne.nu/kurs3.pdf |
| Kurs | Stockholm 8-9 september | www.arbetsminne.nu/kurs4.pdf |

Mvh/Björn Adler

Kognitivt Centrum

Östergatan 2

211 25 Malmö

Tel 040-301680

Telefax 040-126465

info@kognitivtcentrum.se

www.arbetsminne.nu

Fördjupning om arbetsminnet och testet

Tanken med *Adler Arbetsminnestest* är att underlätta för Dig som lärare att differentiera mellan olika anledningar/orsaker till att just Din elev har problem med sitt lärande. Testet är normerat på totalt 807 svenska elever från åk 4 och upp till gymnasiet under hösten 2009.

Adler Arbetsminnestest är utarbetat av neuropsykolog Björn Adler och bygger helt på modern forskning om arbetsminnets funktion och uppbyggnad (A Baddeley, 1974, 1992, 1993, 1996, 1999, 2000, 2003, 2004, 2007)

Om man har en frågeställning kring hur elevens arbetsminne fungerar och är uppbyggt – vilka starka och svaga sidor som eleven har – så är det lämpligt att starta med *Adler Arbetsminnestest*. Förutom att undersöka själva arbetsminnet kartläggs här även elevens grundläggande auditiva- och visuella perception samt förmåga att hämta lagrad information från långtidsminnet.

OBS! Samma test kan, som led i utvärdering och uppföljning av hjälpinsatser användas igen efter ett år under förutsättning att man inte ger eleven svaren på uppgifterna.

Arbetsminnet – en introduktion

Arbetsminnet utgör en mycket viktig grundbult för vårt tänkande. Det hjälper oss att hålla igång mer än en tanke åt gången och har en avgörande betydelse för förmågan att lösa mer komplexa tankeuppgifter. Arbetsminnet är speciellt aktivt när vi befinner oss i målinriktat arbete där vi gör mer än en sak åt gången.

Arbetsminnet är viktigt i all nyinläring men har också av stor roll i social kommunikation (A K Dodge, 1986). Det är speciellt aktivt i samtal där vi tar in information från flera personer, gör analyser och reflekterar.

Arbetsminne kan beskrivas som förmågan att hålla information aktuell under en kort stund, vilket är nödvändigt för många komplexa kognitiva uppgifter såsom läsförståelse, problemlösning och uppmärksamhetsförmågan (T Klingberg, 2009).

Förmågan att hålla information i minnet är som nämnts viktigt när man läser en text på ett mer aktivt sätt men även i räkneoperationen där t ex olika sifferfakta ska hållas i minnet medan man gör uträkningarna.

Man kan mäta aspekter av arbetsminneskapaciteten exempelvis genom att testa hur många siffror man kan återge efter att ha hört dem en gång (auditiva arbetsminnet) eller hur många saker man kan komma ihåg genom att ha sett dem en gång (visuo-spatiala arbetsminnet).

Många forskare menar att arbetsminnets kapacitet ökar från barndom till vuxen ålder. Mellan åldrarna 6 – 13 år sker den mest anmärkningsvärda ökningen av en individs kognitiva förmåga. Efter 13 års ålder avtar ökningen snabbt (F N Dempster, 1985). Arbetsminnet har betydelse för individens generella kognitiva utveckling. Barn i de tidiga skolåren kan återminnas bättre än förskolebarn men ändå är det den vuxna individen som återminns bäst (L K Seifert & J R Hoffnung, 2000).

Torkel Klingberg (2009) har visat i sin forskning att man kan förbättra sitt arbetsminne. Hjärnan har en stor plasticitet och troligen finns denna möjlighet genom hela vårt liv.

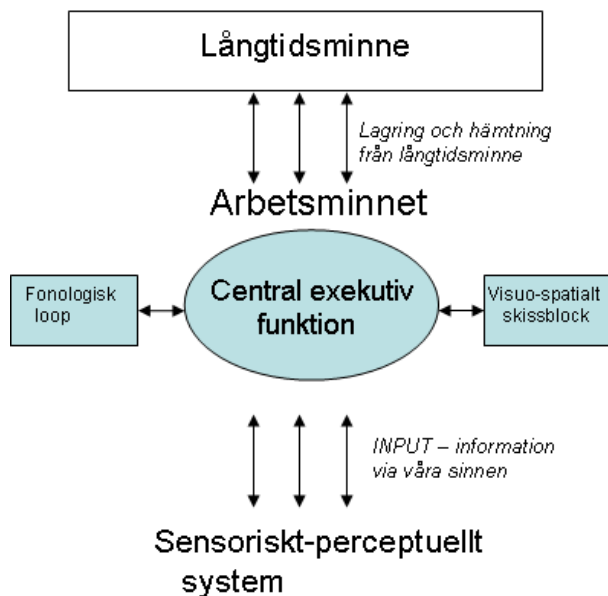
Arbetsminnets olika delar

Själva arbetsminnet består av en central exekutiv funktion där planering och styrning av arbetet sker. I denna centrala del regleras medveten uppmärksamhet – vad man ska rikta sin uppmärksamhet mot - och framplockning ur långtidsminnet.

Till sin hjälp har den centrala funktionen två hjälpsystem, ett auditivt samt ett visuellt, som håller viktig information i minnet medan man löser olika delar av uppgifterna (A Baddeley, 2007).

All information till hjärnan passerar via våra sinnen det sensoriskt-perceptuella systemet som bland annat ansvarar för den inledande bearbetningen av de auditiva eller de visuella signalerna. Informationen flödar sedan genom arbetsminnes-systemet och vidare in i långtidsminnet (U Andersson, 2001).

Den exekutiva funktionen koordinerar, övervakar, planerar och överför information mellan arbetsminnet och andra delar av det kognitiva systemet av hjärnans informationsbehandling (S E Gathercole & A Baddeley, 1993). Den centralexekutiva funktionen antas samordna information från hjälpsystemen, den fonologiska slingan och det visuo-spatiala skissblocket (A Baddeley, 1992).



Figur 1: Arbetsminnesmodell enligt A Baddeley, 1992

Enheten fungerar som en regulator av informationsflödet i arbetsminnet, både när det gäller uppmärksammas information utifrån, men även när arbetsminnet behöver hämta information från långtidsminnet för en kognitiv process (A Baddeley, 1996). Den centralexecutiva enheten har en begränsad kapacitet, vilket innebär att när den blir överbelastad så kan inte uppgifter processas på en maximal nivå. Endast att hålla information i minnet kräver inte särskilt höga krav på enheten utan det är när två uppgifter ska utföras samtidigt som enheten arbetar på optimal nivå, och alltså ibland inte kan hantera all information på ett korrekt sätt.

Den fonologiska loopen är antagligen den mest utforskade komponenten i arbetsminnet. Den fungerar som ett tillfälligt lager för auditiv information. Minneskapaciteten är hågkomst av ungefär sju "items" (G A Miller, 1956). Några olika fenomen påverkar prestationen i den fonologiska loopen, till exempel fonologisk likhet: ord eller bokstäver som har ett liknande uttal är svårare att korrekt komma ihåg (A Baddeley, 2003). Även ordlängden har betydelse, korta ord är lättare än långa.

Den fonologiska loopen är specialiserad för att bearbeta det verbala materialet. Dess uppgift är att sköta specifika uppgifter som har med analysen av språkljud att göra (sublexikala enheter som fonem och stavelser) för att i sin tur bidra till att aktivera lexikala enheter i långtidsminnet (A Baddeley, 1986).

Det visuo-spatiala skissblocket är ett hjälpsystem som är specialiserat på att bearbeta och lagra visuell och spatial information samt verbalt material som omkodats till bilder. Denna komponent i arbetsminnet har troligtvis inte någon större betydelse för språket (A Baddeley, 1986). Däremot spelar det visuo-spatiala skissblocket en viss roll vid läsning vad gäller den visuella uppfattningen av till exempel en sidas layout (A Baddeley, 2003).

Undersökningar av hjärnskadade patienter har pekat på att det visuo-spatiala skissblocket är uppdelat i två komponenter - en visuell (förmågan att uppfatta former,

mönster och färger) och en spatial (förmågan att orientera sig eller förstå en karta (A Baddeley, 1992).

Vid uppgifter av visuell karaktär kan man se en ökning av aktiviteten i den högra hjärnhalvan. Systemet är avpassat för ett ensamt komplext mönster men klarar inte flera mönster samtidigt, exempelvis kan man hålla en kartbild i huvudet men inte flera kartor samtidigt (A Baddeley 2003).

Professor Alan Baddeley (2000) presenterade vidare ett nytt förslag, nu även innehållande en komponent kallad den episodiska bufferten. Den episodiska bufferten integrerar information i olika delar av hjärnan, från sensorisk input, från arbetsminnets andra delar och från långtidsminnet. Detta gör att vi kan hämta information, reflektera över den samt manipulera och modifiera information som kommer från flera olika ställen samtidigt för att skapa en begriplig helhet. Bufferten fungerar som ett gränssnitt mellan olika system i hjärnan och erbjuder en större lagringskapacitet. Innan den episodiska bufferten kom med i modellen föreslogs det att det är den centrala exekutiven som sköter interaktion mellan information, men den har inget lagringsutrymme för så komplexa representationer. Enligt Baddeley (2000) kan man se den episodiska bufferten antingen som en helt ny komponent eller som en uppdelning av den centrala exekutiven.

Den episodiska bufferten är ett multidimensionellt representationssystem vars uppgift är att integrera information från olika kognitiva system och de andra delarna av arbetsminnet eller långtidsminnet (S E Gathercole, 2004).

Arbetsminnets roll i lärandet

Arbetsminnet är grundbulten i all nyinläring. Elever med arbetsminnesproblem glömmer ofta vad de ska göra härnäst.

Har man ett nedsatt arbetsminne så upplevs det ofta som att man har svårigheten att koncentrera sig. Man kan exempelvis ha problem att koncentrera sig på det man läser,

man kan också glömma vad det var man skulle göra medan man går från ett rum till ett annat. Barn med arbetsminnesproblem glömmar ofta vad de skall göra härnäst, vilket gör det svårt att utföra aktiviteter enligt en instruktion (T Klingberg, 2009).

Arbetsminnets hjälpsystem verkar ha olika betydelse för när vi läser eller räknar (K Schuchardt, 2009). Man har i forskningsstudier funnit tydligt samband mellan dyslektiska svårigheter och problem med den fonologiska loopen på samma sätt som det verkar finnas ett samband mellan räknesvårigheter (dyskalkyli) och problem med den visuo-spatiala översiktskartan (skissblocket).

Det verkar finnas ett tydligt samband mellan ett gott arbetsminne och att vara en god läsare eller en god räknare.

Arbetsminnet ger oss en förmåga att hålla flera mentala processer i minnet samtidigt. Eftersom det både håller, bearbetar och konsulterar våra kunskaper och erfarenheter. Arbetsminnet fyller en mycket viktig funktion vid all nyinläring både hos barn och vuxna (A Derwinger, 2003).

Vid hörselnedsättning kan den auditiva delen i det sensoriskt-perceptuella systemet vara negativt påverkad, vilket leder till svårigheter att analysera och hämta information från den akustiska signalen. Detta kan i sin tur orsaka en ofullständig auditiv sensorisk signal, vilket leder till att arbetsminnet får en felaktig signal att arbeta med. Detta kan ge upphov till sämre fonologiska representationer i långtidsminnet hos individer med hörselnedsättning (U Andersson, 2001).

Arbetsminnet är ett tillfälligt lagringssystem som stöttar vår tankekapacitet och har betydelse för även språkbearbetning. Brister inom arbetsminnet kan även leda till att den språkliga bearbetningen störs (A Baddeley, 2000). Denna process är extra tydlig i själva läsandet. För individen problem med att snabbt känna igen orden i en text belastas arbetsminnet påtagligt och därmed försämras indirekt även den språkliga förståelsen.

Arbetsminnets kapacitet har traditionellt setts som något statiskt som inte går att förändra. Torkel Klingberg, MD PhD och Helena Westerberg, MD PhD båda vid avdelningen för neuropediatrik vid Astrid Lindgrens Barnsjukhus, har dock forskat kring hur arbetsminnet skulle kunna förbättras genom träning (T Klingberg, 2009).

Arbetsminnesträningens långtidseffekter är svårare att mäta än de omedelbara effekter som träningen ger, p g a att forskningsdeltagare hoppar av och att det är svårt att behålla kontrollgruppen "blind" och "icke behandlad" under en längre tid. Dock har det i två kontrollerade, randomiserade studier (T Klingberg et al., 2005; M Westerberg et al., 2007) visats att träningseffekterna var signifikanta vid en tremånadersuppföljning. I en skolstudie utförd av Dahlin et al., visade uppföljningstestning av både tränings- och kontrollgrupp att förbättringar på test som mäter läsförståelse och matematisk problemlösningförmåga fortfarande var signifikant bättre sex månader efter avslutad träning.

Arbetsminne och uppmärksamhet

Dessa förmågor är så starkt sammanlänkade med varandra att det i praktiken kan vara svårt att skilja ut vad som är vad. I beskrivningar av uppmärksamhets-problem ingår oftast också brister i arbetsminnet. Om man får svårigheter att komma ihåg medan man arbetar med en uppgift så påverkar detta i högsta grad uppmärksamheten.

Man skulle kunna se uppmärksamheten som toppen på ett isberg dvs den del som sticker upp ur vattnet. Större delen av berget, som inte syns, ligger under vattenytan. Det är högst troligt att arbetsminnet, både det kognitiva och affektiva, utgör en väsentlig del av isberget under själva ytan.

Arbetsminnet är i sig så centralt att det påverkar personlighet och även begåvning. Vi kan få problem med att föra en dialog med en annan människa eftersom arbetsminnets omfång kanske inte räcker till för att komma ihåg vad den andre säger i en längre sekvens. Det kan leda till att vi tappar den röda tråden i samtalet. Problem med

arbetsminnet leder till påtagliga svårigheter med framför allt sammansatta kognitiva processer och visar sig också direkt på begåvningsstest i form av en allmän sänkning av nivå på begåvningen. Man presterar helt enkelt sämre med brister i arbetsminnet.

Varken uppmärksamhet eller arbetsminne kan ses som åtskiljda från språk och perception. Om det råder en tidig språkstörning så påverkar detta även utvecklandet av arbetsminnet, sekundärt.

Man kan ha avsevärda problem med både uppmärksamhet och arbetsminne utan att egentligen ha minnesproblem dvs problem med långtidsminnet. Kvaliteten vid inlagringen påverkar dock det som kommer att lagras in.

Problem med uppmärksamhet kan indirekt leda till även problem med minneslagringen då denna hjälps av att vi stannar upp och gärna reflekterar över det som skall lagras in i långtidsminnet. Om vi istället blir ouppmärksamma och låter oss översköljas av nya intryck och impulser i nuet så försämras kvaliteten i själva inlagringen.

Arbetsminne i planering av aktivitet

Själva styrningen i en aktivitet kan ses som ett förstadium till det som blir planering och som sedan visar sig i en handling. Det är viktigt att påpeka att en handling inte måste uttryckas direkt i aktivitet. Ibland sker det fördröjt på så sätt att individen planerar för en handling som skall utföras flera timmar senare, eller kanske dagen efter. Ibland kan det vara så att planeringen stannar på ett tankemässigt plan och aldrig kommer att uttryckas i en motorisk aktivitet.

I begreppet styrning finns flera steg i det som också blir planeringsprocessen:

- Vi är förprogrammerade på vad vi vill reagera på
- Vi väljer det som vi vill uppmärksamma

- Vi väljer och håller kvar de sinnesintryck eller tankeassociationer som ska tas in i arbetsminnet
- Vi föreställer oss en lösning

Förmågan att välja ut information som skall uppmärksammas är en avgörande del i styrningen. Arbetsminnet spelar en viktig roll när det gäller information som tas in och sedan formuleras i tanke. I själva problemlösandet så tas tankeinnehållet in i arbetsminnet där även innehållet kan värderas.

Planeringsförmågan är kopplad till styrning såväl som handling. Den handlar om att ha en, grundläggande, idé om vad man vill åstadkomma. Individen måste också via ord och inre bilder kunna föreställa sig vägen till målet samt ha tillräckligt med uthållighet och kraft för att genomföra det som önskas. De olika stegen i planeringsarbetet kan sammanfattas på följande sätt:

- Vi väljer och håller kvar de sinnesintryck eller tankeassociationer som ska tas in i arbetsminnet
- Förmåga att ha överblick över en situation
- Formulera idé om vad man vill åstadkomma
- Föreställa sig hur man skall nå målet - i en sekvens
- Koncentration och energi för att kunna nå målet
- Använda feedforward och feedback som strategier mot målet
- Sammanfattande utvärdering - är slutmålet uppnått?
- Formulera nya idéer - nya mål

Det krävs att individen har en överkapacitet, överblick över en situation, för att det skall finnas rimliga möjligheter att formulera en bärande idé kring vad som önskas. Individer som blir helt uppslukade av att registrera och tolka intryck i rummet och som också har svårt för att hålla tillbaka eller stänga ute starka, ovidkommande stimuli får ofta mycket stora problem med sin planering. De riskerar istället att helt fångas, och dras med av alla sinnesintryck som finns runt omkring dem. Ljud från någon som viskar en bit ifrån,

någon som går och vässar pennan eller ett motorljud utanför rummet kan bli saker som fångar och på detta sätt hindrar möjlighet till reflektion och planering i en styrd aktivitet.

När det fungerar som bäst arbetar vi oss metodiskt fram till vårt mål både med kontinuerlig feedback och feedforward. Den senare handlar om förmåga att korrigera sig innan handlingen är helt utförd. Ett enklare exempel kan handla om barnet som sträcker sig efter mjölkpaketet för att hälla upp mer mjölk i sitt glas. När barnet sträcker sig mot mjölkpaketet så pratar det samtidigt med någon vid sidan om vilket tillfälligt blir en distraktor. Barnet fortsätter att sträcka sig mot mjölkpaketet men har för en stund släppt blickkontakten på mjölkpaketet: Det tittar på personen vid sidan om som det samtalar med. När barnet sedan snabbt växlar över fokus till mjölken igen så ser det att handen är på väg lite vid sidan om mjölkpaketet och blixtnsnabbt korrigeras armens och handens riktning så att det blir möjligt att greppa detta mjölkpaket – allt medan samtalet fortskrider.

I korta ordalag handlar feedforward om förmåga till korrigerig av tanke eller handling. Skillnaden mellan dessa två ligger främst i att korrigerig av tanke förutsätter att individen har en form av föreställningsförmåga, ofta via inre bilder, som ligger till grund för att föreställa sig eventuella hinder och svårigheter och korrigerig för dessa innan de inträffar.

Feedback används när en uppgift är slutförd. Individen går då igenom sekvensen av både tankar och handlingar som lett fram till slutmålet. Ofta kan det dyka upp frågor som: Kunde jag ha gjort på ett annat sätt? Skulle jag ha tänkt annorlunda? Denna form av utvärderig, som innehåller reflektion kan leda till olika slutsatser som ligger som grund för hur man kommer att hantera en likartad situation i framtiden.

Arbetsminnet spelar en viktig roll i kommunikation och lärande. Det är grundbulten i all nyinläring.

Läs mer: www.arbetsminne.nu

Referenser - fördjupningslitteratur

Böcker:

- Adler B & Adler H** (2006): *Neuropedagogik, om komplicerat lärande*, Studentlitteratur, Lund.
- Adler B** (2003): *Tankens kraft & Känslans makt*. NU-förlaget, Malmö.
- Adler B** (2007): *Dyskalkyli & Matematik*. NU-förlaget, Malmö.
- Derwinger A** (2003): *Minnets möjligheter*. Hjalmarsson & Högberg Bokförlag, Stockholm.
- Baddeley A** (1986): *Working Memory*. Oxford Psychology Series, Oxford.
- Baddeley A** (1996): The concept of working memory. Ur Gathercole, S. E. *Models of short-term memory*, sid 1-27. Hove, UK, Psychology Press.
- Baddeley A** (2004): *Memory – a users guide*, Carlton Books Ltd, London.
- Baddeley A** (2007): *Working memory, thought, and action*, OUP, Oxford.
- David Zelazo P** (2003): *The development of executive function in early childhood*, Blackwell Publishing, Oxford.
- Gathercole S E & Baddeley A** (1993): *Working Memory and Language*. Lawrence Erlaum Associates, Publishers, Hove.
- Gathercole E S & Packiam Alloway T** (2008): *Working memory and learning- a practical guide for teachers*, Sage Publications Ltd, London.
- Klingberg T** (2009): *Den översvämmade hjärnan: en bok om arbetsminne, IQ och den stigande informationsfloden*, Natur & Kultur, Stockholm.
- Lezak M D** (2004): *Neuropsychological assessment*, Oxford Press, Oxford.
- Luria A R** (1970): *Higher cortical functions in man*, Basic Books, New York.
- Neath I** (1999): *Short term/Working memory*, International Journal of psychology (spec ed), East Sussex.
- O'Brien D** (2003): *Bättre minne steg för steg*. Valentin Förlag, Västerljung.
- Packiam Alloway T** (2006): *Working memory and neurodevelopmental disorders*, Taylor & Francis Ltd, Hove.
- Seifert L K & Hoffnung J R** (2000): *Child and adolescent development*, fifth edition. USA, Houghton Mifflin Company.

Referenser - artiklar:

- Andersson U** (2001). Cognitive deafness. The deterioration of phonological representations in adults with an acquired severe hearing loss and its implications for speech understanding. Linköping. Linköpings Universitet, Institutionen för Beteendevetenskap.
- Baddeley A & Hitch G J** (1974). Working Memory. In G. Bower (Ed.). *The Psychology of learning and motivation*, 8, 47 – 90. New York: Academic Press.
- Baddeley A** (1992). Working Memory. *Science*, 255, 556-559.
- Baddeley A & Logie R** (1999). Working Memory: The Multiple-Component Model. In A. Miyake & P. Shah (eds.), *Models of Working Memory. Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control* (pp. 28-61). Cambridge: Cambridge University Press.
- Baddeley A** (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley A** (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.
- Bull R, Johnston S. R, Roy A. J.** Exploring the roles of the visual-spatial sketch pad and central executive in childrens arithmetical skills: views from cognition and developmental neuropsychology. *Developmental Neuropsychology*, 1999 15 (3), 421-442.
- Butterworth B.** The development of arithmetical abilities. *J Child Psychol Psychiatry*. 2005 Jan;46(1):3-18.
- Campbell T, Dollaghan C, Needlman H & Janosky J** (1997). Reducing bias in language assessment: Processing-dependent measures. *Journal of Speech , Language and Hearing research*, 40, 519-525.
- Chung KK, Ho CS, Chan DW, Tsang SM, Lee SH.** (2009). Cognitive profiles of chinese adolescents with dyslexia.
- D'Angiulli A, Siegel L S.** Cognitive functioning as measured by the WISC-R: do children with learning disabilities have distinctive patterns of performance? *J Learn Disabil*. 2003 Jan-Feb;36(1):48-58.
- de Jong CG, Van De Voorde S, Roeyers H, Raymaekers R, Oosterlaan J, Sergeant JA** (2009): How distinctive are ADHD and RD? Results of a double dissociation study. *J Abnorm Child Psychol*. 2009 Oct;37(7):1007-17.
- De Smedt B, Janssen R, Bouwens K, Verschaffel L, Boets B, Ghesquière P.** (2009). Working memory and individual differences in mathematics achievement: a longitudinal study from first grade to second grade. *J Exp Child Psychol*. 2009 Jun;103(2):186-201.

- Dempster F N** (1985). Short-term memory development in childhood and adolescence. Ur Brainerd, C. J., Pressley. M. Basic processes in memory development, sid 209-248. New York, Springer-Verlag New York Inc.
- Dodge A K, Pettit S G, McClaskey L C & Brown M M** (1986). Social competence in children. Monographs of The Society for Research in Children Development. 51(2), Serial No.213
- Gathercole S E, Pickering S J, Ambridge B & Wearing H** (2004) The Structure of Working Memory From 4 to 15 Years of Age. *Developmental Psychology* 2004, 40, (2) 177-190
- Geary D C** (1993). Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345-362.
- Gross-Tsur V , Manor O, & Shalev R S** (1996). Developmental dyscalculia: Prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 38, 25-33
- Klingberg T, Fernell E, Olesen P, Johnson M, Gustafsson P, Dahlström K, Gillberg CG, Forsberg H, Westerberg H** (2005), Computerized training of working memory in children with ADHD – a randomized, controlled trial. *J American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 44 (2):177-186.
- Kosc L** (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities*, 7,164-177.
- Kyttälä M, Aunio P, Hautamäki J** (2009). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scand J Psychol*. 2009 Aug 11.
- Landerl K, Kölle C**. Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. *J Exp Child Psychol*. 2009 Feb 28.
- Landerl K, Bevan A, Butterworth B**. Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: a study of 8-9-year-old students. *Cognition*. 2004 Sep;93(2):99-125.
- Lindsay R L, Tomazic T, Levine M D, Accardo P J**. Impact of attentional dysfunction in dyscalculia. *Dev Med Child Neurol*. 1999 Sep;41(9):639-42.
- Luculano T, Tang J, Hall CW, Butterworth B**. Core information processing deficits in developmental dyscalculia and low numeracy. *Dev Sci*. 2008 Sep;11(5):669-80.
- Miller G A** (1956). The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information. *Psycho-logical Review*, 1956, vol. 63, pp. 81-97
- Monuteaux MC, Faraone SV, Herzig K, Navsaria N, Biederman J**. ADHD and dyscalculia: Evidence for independent familial transmission. *J Learn Disabil*. 2005 Jan-Feb;38(1):86-93.
- Ohare A**. (1999). Dysgraphia and Dyscalculia. In K. Whitmore, H. Hart, & G. Willems.A. *Neurodevelopmental Approach to Specific Learning Disabilities*. (pp. 96-119).Cambridge, Mac Keith Press.
- Rosselli M, Matute E, Pinto N, Ardila A**. Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. *Dev Neuropsychol*. 2006;30(3):801-18.

- Rubinsten O, Henik A.** Developmental Dyscalculia: heterogeneity might not mean different mechanisms. Trends Cogn Sci. 2009 Feb;13(2):92-9. Epub 2009 Jan 8.
- Rudner M, Rönnerberg J.** (2008). The role of the episodic buffer in working memory for language processing. Cogn Process. 2008 Mar;9(1):19-28.
- Shalev R S, Gross-Tsur V.** Developmental dyscalculia. Pediatr Neurol. 2001 May;24(5):337-42.**Shalev R S, Manor O, Gross-Tsur V.** Developmental dyscalculia: a prospective six-year follow-up.Dev Med Child Neurol. 2005 Feb;47(2):121-5.
- Schuchardt K, Maehler C, Hasselhorn M** (2009). Working memory deficits in children with specific learning disorders. J Learn Disabil. 2008 Nov-Dec;41(6):514-23.
- Tressoldi PE, Rosati M, Lucangeli D.** Patterns of developmental dyscalculia with or without dyslexia. Neurocase. 2007 Aug;13(4):217-25.
- Vandierendonck A, Kemps E, Fastame M C, Szmalec A.** Working memory components of the Corsi blocks task. Br J Psychol. 2004 Feb;95(Pt 1):57-79
- von Aster MG, Shalev RS.** Number development and developmental dyscalculia Dev Med Child Neurol. 2007 Nov;49(11):868-73. Review.
- Westerberg H, Brehmer, Y D'Hondt, N Söderlund, D Bäckman, L** (2007) Computerized training of working memory – A new method for improving cognition in aging. Aging Research Conference. Sydney.