

Repetisjon ved hjelp av digitale verktøy

Svein Inge Hovland

Mastergrad
IKT i læring

Juni 2012

Høgskolen Stord/Haugesund

1 Forord

Du kan høre en sang bokstavelig talt hundre ganger uten å kunne mer enn akkurat de innledende frasene, men hvis du vil kunne hele sangen, må du aktivt gå inn for å lære den. Du må høre deg selv, drive en form for selvhøring, en aktiv gjenhenting og bearbeidelse (overlæring) av innlært kunnskap, og denne selvhøringen og overlæringen må du gjenta med *jevne* mellomrom.

I skolen er det gjerne ikke tid til så mye repetering, for det er svært mye som skal gjennomgås på kort tid. Når det ikke er tid til repetisjon i selve skolehverdagen, må det gjøres utenom skoletiden, men hvordan?

Datateknologien har forandret samfunnet på mange måter, og vi har etter hvert blitt flinke til å gjøre oss nytte av den i skolen også. Kan dette verktøyet brukes til å la elevene få en systematisk repetisjon uten at det faller ekstra arbeid på den som underviser? Eller sagt på en annen måte: Kan skolen drive repetisjon ved hjelp av digitalt utstyr?

For å finne svar på dette startet jeg et eksperiment som jeg har kalt «repetisjon ved hjelp av digitale verktøy». Familien min ble forsøkspersoner helt i starten. Jeg bad dem lære en sang utenat, og sendte påminnelser om repetisjon og selvhøring på SMS til faste tider, slik repetisjonsoppgavene mine legger opp til, og sangen sitter i dag forbausende godt. Dette gav meg mot til å gå løs på arbeidet med å overføre resultatet til skolen.

Det tok lengre tid å skrive oppgaven enn planlagt, for det var vanskelig å få tak i noen som kunne være med på eksperimentet. Jeg fikk etter hvert kontakt med noen ungdomsskoler som sa seg villig til å delta. Stor takk til lærerne på de fire ungdomsskolene som sa seg villig til å være med på eksperimentet, og som brukte av sin knappe tid til dette. Uten dette samarbeidet hadde det ikke blitt noe av undersøkelsen. Det ville det heller ikke blitt uten gode veiledere, og i mitt tilfelle fikk jeg spesielt god hjelp til å avgrense undersøkelsen og ikke gape over for mye, og dessuten god hjelp til å samle trådene, for dem ble det veldig mange av etter hvert.

2 Sammendrag

Læring har nær sammenheng med hukommelse. Uten hukommelse vil alt det vi har lært ganske raskt bli borte, og vi må begynne på nytt igjen. Alle som går på skole og studerer har som målsetting å huske mest mulig av det de leser og lærer, og alle opplever vel at vi glemmer mye av det som vi får presentert i løpet av en dag.

Opprettholdelsen av kunnskap handler om å bruke det du har lært før det blekner eller forsvinner. Da er *repetisjon* stikkordet, og det er nettopp dette fenomenet som blir behandlet i denne undersøkelsen.

Hvordan repetisjonen skal foregå er et annet spørsmål som blir tatt opp. Skal skolene og lærerne bruke av undervisningstiden til å repetere, eller kan *digitale verktøy* brukes i denne sammenheng og dermed supplere pedagogene, ved automatisk å kjøre regelmessige repetisjoner via nettet?

Fire ungdomsskoler har vært med på eksperimentet, og faget matematikk er blitt brukt til å måle effekten av repetisjonene. Dette faget ble valgt slik at elevene aktivt skulle bruke kunnskapen de hadde lært (selvhøring gjennom oppgavetrening), og ikke bare mekanisk gjenta noe, slik det er gjort i noen tidligere studier.

Teorier om hukommelse og læring, psykologisk og fysiologisk, er en del av oppgaven og danner bakteppet for hvordan vi kan lære ved hjelp av - eller lære med - digitale verktøy som pc og mobiltelefon. Etter å ha gjennomført undersøkelsen kan resultatet sammenfattes slik:

Repetisjon 2 -3 ganger etter innlæring, og da fortrinnsvis første døgnet, hindrer kunnskapstap i størrelsesorden en halv karakter.

3 Innholdsfortegnelse

Innhold

1	Forord.....	2
2	Sammendrag.....	3
3	Innholdsfortegnelse	4
4	Innledning	6
5	Teoretisk bakgrunn.....	8
5.1	Læringsteorier	10
5.2	Teorier om hukommelse.....	13
5.3	Forskning om bruk av mobil blant unge.....	28
6	Problemstilling, hypotese og metode	30
6.1	Hypotese.....	31
6.2	Kvantitativ eller kvalitativ forskning?.....	31
6.3	Eksperimentell design	31
6.4	Teknologi	33
6.5	Hvem skal lage alle repetisjonsoppgavene?.....	35
6.6	Variablene - operasjonell definisjon.....	36
6.7	Reliabilitet og validitet	37
7	Gjennomføringen av undersøkelsen.....	38
7.1	Grunnlaget for undersøkelsen	38
7.2	Fremgangsmåten	38
7.3	Informanter - antall og utvelgelse.....	40
7.4	Tidsperspektivet	40
7.5	Nærhet/avstand til deltakerne.....	40
7.6	Repetisjonsforløpet.....	41
7.7	Digitalt samarbeid med informantene og lærerne	46
7.8	Skolene	48
7.9	Dataprogram/miljø	48
7.10	Oppgavene.....	49
7.11	Selvhøring	52
7.12	SMS-varsling.....	53

7.13	Spørreundersøkelse	54
8	Analyse m/drøfting.....	55
8.1	Hovedanalyse	56
8.2	Analyse av reminisens (repetisjon etter 10 minutters pause)	62
8.3	Analyse av retroaktiv interferens.....	64
8.4	Analyse av kjønnsmessige forskjeller resultatmessig.....	65
8.5	Fullstendig repetisjon Vs tilfeldig repetisjon	69
8.6	Analyse av gjennomsnittverdiene av pretest- og posttestverdier.....	70
8.7	Analyse av spørreundersøkelse.....	71
9	Konklusjon	72
9.1	Fremtidsscenario.....	75
9.2	Avslutning	76
10	Litteratur	77
11	Vedlegg.....	79
11.1	Informasjonsbrev til informantene i eksperimentgruppen	79
11.2	Informasjonsbrev til informantene i kontrollgruppen	80
11.3	Samtykkeerklæring.....	81
11.4	Eksempler på oppgaver 8. trinn, eksperimentgruppe	82
11.5	Eksempler på oppgaver, 9. trinn	84

4 Innledning

“... vår ferjereis på sjø blir utan spor, når vi legg til”

(Fra “*Kjærleikens ferjereiser*”, Edvard Hoem)

I dag legger vi spor igjen etter oss til og med på havet. Teknologien sørger for at fergereisen vår kan spores både med hensyn til hvor vi drar og hva vi spiser om bord på turen. Så hvis Edvard Hoem hadde hatt sin fergereise i dag, måtte han kanskje ha valgt andre ord til diktningen sin?

Det er lett å forholde seg til de synlige sporene, og i vår digitaliserte verden blir det flere og flere av dem. Spor eller minnespor er et nøkkelord i denne avhandlingen. Spor som er synlig og spor som er usynlig. Når vi tenker på spor, så ser vi for oss først og fremst konkrete spor som skispor og fotspor. Dette er spor som kan sees med det blotte øye, men i hukommelsesspråket snakkes det gjerne om minnespor. Begrepet er utbredt, men relativt abstrakt, for vi kan ikke se disse sporene. Den klassiske psykologien (gestaltpsykologien) bruker ofte begrepet *minnespor* eller *hukommelsesspor* når den skal forklare hvordan den kognitive prosessen gjør mennesket i stand til å lære. Hvordan disse minnesporene fysisk opptrer i hjernen, kommer ikke frem i dette miljøet. For å få svar på det må vi til nevrofysiologien og se på den nyeste hjerneforskningen om hvordan nervecellene (nevronene) har en avgjørende betydning for hvordan hjernen kan huske.

Andre begrep som brukes i dagligtale er korttidshukommelse. Vi spøker gjerne med denne og sier at den ikke strekker helt til. Og ikke uten grunn, for som vi skal komme tilbake til flere ganger, så er ikke denne hukommelsen så god til lagring av minner, den er faktisk svært begrenset. Den hukommelsen som tar vare på informasjonen over lengre tid kalles for langtidshukommelsen eller langtidsmindet. Vi kan gjerne si det slik at korttidshukommelsen arbeider fort, men glemmer mye og langtidshukommelsen arbeider seint, men husker mye.

Når vi skal lære noe, enten det er å lagre kunnskap eller oppøve en ferdighet, så vil det komme frem i denne avhandlingen at det er to viktige regler som gjelder:

1. Vi husker mer jo mer tid vi bruker på å gjenta det vi vil lære oss.

2. Ved å dele opp den totale innlæringstiden, vil innlæringen bli mer effektiv enn om vi tar alt sammen på en gang.

I skolen er det travelt, og planene for hva som skal gjennomgås er omfattende. Så omfattende at det ikke er noe særlig rom for repetisjon. Det er alltid noe nytt som skal læres, og så blir det gjerne til at vi glemmer etter kort tid, og glemt kunnskap er som kjent bortkastet tid.

Mye arbeid i skolen forsvinner ”ut i det blå”, særlig det arbeidet man ikke gjør selv, men bare hører på i form av forelesing. De fleste kjenner til forestillingen om at vi husker omtrent 10 % av det vi leser, 35 % av det vi hører og 90 % av det vi gjør.¹

Tanken bak denne avhandlingen er å avdekke måter å ivareta prinsippet om repetisjon og gjentakelse på, gjennom bruk av digitale verktøy som gjør det mulig å automatisere denne form for læring.

Et av hovedtemaene mine er om hukommelse og lagring av minner. Et annet er repetisjon og hvordan slik gjentakelse etter helt spesielle mønstre kan være med å styrke lagringen til det permanente minnet eller langtidsmindet, og et tredje tema er hvordan digital teknologi kan være et hjelpemiddel for å kunne gjennomføre en strukturert form for repetisjon i skolen.

I utgangspunktet hadde jeg tenkt å bruke språkfag som eksempel, men valgte matematikk fordi dette faget lettere lar seg måle med hensyn til hva som er rett svar. (Det er ikke i særlig grad rom for tolking av resultatet i matematikkfaget.) Språkfag egner seg etter min mening likevel godt til denne formen for repetisjon, men jeg måtte altså gjøre et valg som gav meg reell mulighet til å evaluere resultatet, og i og med at det er selve repetisjonen ved hjelp av digitale medier som er den sentrale delen i forskningsopplegget mitt, blir det relativt underordnet hvilket fag jeg velger.

Det er nødvendig å presisere at jeg ikke har som utgangspunkt at man lærer av digitale medier, men at de digitale mediene kan brukes til å gjøre kunnskapen mer tilgjengelig og kanskje et middel til å konservere kunnskap og ferdigheter. Altså blir disse mediene, sett fra min synsvinkel, et verktøy til å bearbeide allerede innlært kunnskap.

¹ <http://www.aftenposten.no/nyheter/iriks/Bare-10-prosent-far-med-seg-stoffet-under-forelesninger-6750700.html#.T7YbFtx1Apo>

Repetisjon handler om å ta i bruk hukommelsen, og hukommelse er et enormt fagfelt å begi seg inn på. Det var helt nødvendig å avgrense det til bare å gi en skisse over rådende teorier og forskning.

Jeg støtter meg til litteratur fra tidligere forskning innenfor kognitiv psykologi og læringsteorier, og ellers nyere studier om hvordan hjernen kan ta i mot ny kunnskap og bevare den rent fysiologisk. Det er likevel ikke *hvordan* hjernen tilegner seg kunnskap som er mitt hovedanliggende, men derimot hvilke praktiske teknikker (repetisjon) som kan brukes for å bevare kunnskapen (retensjon), og hvordan *digitalt verktøy* kan være det medierende artefakt i denne sammenheng.

5 Teoretisk bakgrunn

Klargjøring av sentrale begreper:

I den kognitive psykologien brukes det en del begreper som det kan være nyttig å definere, i første omgang de tre hovedfasene innenfor kognisjon (Helstrup & Kaufmann 2000, s. 111):

- *Innkoding* (encoding). Innlæring av ny informasjon (det sensoriske minnet og korttidshukommelse er tatt i bruk). Det utføres både visuelle, verbale og motoriske kodingsprosesser.
- *Retensjon* (retention). Bevaring av informasjon (langtidshukommelse).
- *Gjenhenting* (retrieval). Informasjonen som hentes fra langtidshukommelsen.

Gjenhenting kan igjen deles inn i følgende kategorier:

- Gjenkalling (recall) - å huske noe utenat og korrekt, med eller uten ledetråder.
- Gjenkjenning (recognition) - å kjenne igjen noe når man ser det.

Forskjellen mellom gjenkalling og gjenkjenning kan vi beskrive slik:

Hvis du har en lang liste med navn og leser den mange ganger med det formål å huske alle navnene, kan gjenhenting foregå på følgende måter:

- Ved **gjenkjennelse** får du navnene presentert igjen, og så skal du si hvilke navn som stod på listen.

- Ved **gjenkalling** får du ikke noen alternativ, men må komme på dem helt uten hjelp.

Det er **gjenkalling** som er det vesentlige og som gir størst uttelling, men som også er det mest ressurskrevende.

Andre sentrale begreper er:

- Selvhøring: Selvhøring er å “se for seg” kunnskapen for sitt “indre øye” uten noen form for hjelpemidler (“Hurtiglesing”, Stangeland & Forsth, 2006). Forfatterne beskriver fenomenet selvhøring med ”å gjengi med egne ord det viktigste av det du har lest og lært”. Begrepet selvhøring kan sidestilles med det Craik og Lockhart definerer som aktiv bearbeiding av kunnskap (Helstrøm og Kaufmann 2000, s. 130). Ebbinghaus bruker begrepet “recited by heart”, når han repeterer sine nonsensstavelser i et repetisjonseksperiment som han utøver på seg, og som danner grunnlag for den kjente ”the forgetting curve” (Memory; a contributin to experimental psychology”, s. 55). Mye tyder på at det er selvhøring han tenker på her.
- Overlæring: Å gjenta eller bearbeide noe som likevel er riktig (repetisjon).
- Sensorisk minne: Overflatisk minne som kan holde på informasjon i noen millisekunder.
- Korttidsminne: Kan holde på ca. syv informasjonenheter om gangen. Varighet 1 – 2 minutter. Fornyes det (repetisjon) har varigheten ingen begrensninger, men kapasiteten på syv enheter kan ikke overskrides. Blir det mer enn syv enheter forsvinner noe annet ut.
- Langtidsminne: Informasjonen er bearbeidet og har fått en meningsfull form, med en ubegrenset lagringstid (Stangeland & Forsth; Ebbinghaus; Helstrup).

Langtidsminne er delt i to:

- Episodisk minne: Å huske. Refererer til tidsbestemte opplevelser (minner) som episoder i en persons liv (selvbiografisk hukommelse). Gjenhentes på forskjellige måter fordi de er organisert forskjellig.

- Semantisk hukommelse: Å kunne eller vite. Kunnskapsprosesserende system uten referanse til personens egne personlige erfaringer (generisk hukommelse), (Helstrup & Kaufmann 2000, s. 71).
- Kognisjon: Dette begrepet er svært sammensatt og mye diskutert. I all sin enkelhet handler det om kunnskap og læring på et høyere nivå enn medfødte og lærte reflekser. Det kan likevel deles inn i “individorientert kognisjon” og “felleseid kognisjon”. I senere tid har det vært argumentert for at den “individorienterte kognisjonen” har sine begrensninger ettersom kognisjon er knyttet til sosiale sammenhenger (Salomon, 1993); (Helstrup & Kaufmann 2000, s. 389).
- Hippocampus: En del av hjernebarken som er sentral for læring og hukommelse. Den fungerer som et midlertidig lager. Langtidslagringen skjer i andre deler av hjernebarken (se pkt. 5.2.1).

5.1 Læringsteorier

Hvordan mennesker lærer har opptatt oss til alle tider. Det har gått flere tusen år siden de greske filosofene snakket om hvordan “all læring egentlig er en form for erindring” (Platon) og til nåtidens forskning ved hjelp av dyreforsøk og datateknologi. Som et lite grunnlag har jeg her grovt skissert de store linjene innenfor 1900-tallets tradisjon, for til slutt å plassere opplegget mitt i forhold til teoriene.

Behaviorismen

Den behavioristiske tankegangen går ut på at det mennesket og dyr gjør, gjør de etter et naturvitenskapelig mønster. Med ytre stimuli styres individene for å oppnå noe, og læring oppstår som et resultat av stimuli og respons (S-R). Denne psykologiske retningen hadde stor innflytelse i første halvdel av forrige århundre. Behaviorismen kan sees i sammenheng med Darwin sin utviklingsteori, der individet må tilpasse seg omgivelsene (Tulving & Craik 2000).

Behaviorismen ble aktuell i sammenheng med læring rundt århundreskiftet 1800 – 1900, og pionerene i dette arbeidet var psykologene Ivan Pavlov (1927) og Edward Thorndike (1898, 1903). Denne behavioristiske orienteringen fortsatte utover første halvdel av 1900 – tallet, med bl.a. John Watson (1919, 1924) og B. F. Skinner (1953, 1957). Behaviorismen hadde på denne tiden stor innflytelse som forklaringsmodell på hvordan mennesket tilegnet seg kunnskap (Tulving & Craik 2000, s. 4). Pavlovs

«klassiske betinging» forklares med at individet lærer seg sammenhengen mellom stimuli. Han viste til forsøk med hunder som fikk spytt i munnen ved synet av mat, noe som har med medfødte reflekser å gjøre. B.F. Skinner videreutviklet den behavioristiske orienteringen til «operant atferd», der responsen på stimuli ble forsterket (positiv og negativ forsterkning) i form av belønning og straff. Når et individ møter ulike situasjoner i omgivelsene, *opererer* det aktivt og problemløsende. ”*Atferd som gir positive konsekvenser, vil bli forsterket i den forstand at sannsynligheten for gjentakelse av denne atferden vil øke i fremtidige liknende situasjoner*” (Helstrup & Kaufman 2000, s. 19). Dermed kan læringen sies å være viljestyrt, og ikke bare ut fra medfødte reaksjoner.

Kognitiv læring

Kognitivism

I 1950 – årene var en ny psykologi (kognitiv psykologi) i ferd med å vinne fram. Kognitivism handler om meningsfulle handlinger og ikke om årsaksbestemte prosesser som S-R (stimuli-respons) (Helstrup & Kaufmann 200). Mens behaviorismen legger vekt på endring i individets ytre oppførsel, er kognitiv læring å se på som et resultat av hva individet gjør med de stimuli det utsettes for, og at vi selv kontrollerer hva vi vil gjøre med stimuli og ikke lar stimuli bestemme over oss. Læringen kan ikke spores tilbake til hva vi er født til å gjøre, men hva vi kan gjøre med det vi er født med.

Konstruktivism

Frederic Bartlett (1886 – 1969) var med å utvikle et av de mest sentrale begrepene i kognitiv psykologi – *skjemabegrepet* (Hestrup & Kaufman 2000). I flere studier påviste han at hukommelsen ikke bare er ”fotoavtrykk”, men at den er aktiv og rekonstruerer det som er opplevd. I *konstruktivistisk* tenking er det individet selv som skal tilegne seg kunnskap og ferdigheter gjennom aktivt å knytte ny kunnskap til allerede eksisterende kunnskap.

Konstruktivismen er forklart som skjema som forandrer seg i takt med ny informasjon. Passer informasjonen med allerede eksisterende kunnskap, foregår en *assimilasjon*. Når den nye informasjonen utfordrer gammel informasjon og ikke lar seg så lett innpasse, må det gamle være villig til å endre seg (*akkomodasjon*). Det foregår da

en form for læring (Piaget, 1896 – 1980). I følge Piaget er læring en aktiv konstruksjonsprosess der elevene tar i mot informasjon, tolker den og knytter den sammen med det de allerede vet, og reorganiserer de mentale strukturene om det er nødvendig for å passe inn i ny forståelse (Dysthe 2002, s. 38).

De kognitive teoriene har hatt stor plass i flere tiår, men har i økende grad fått kritikk for ikke å ha tatt de sosiale sidene ved læring mer på alvor. Kritikerne har sin bakgrunn i nettopp kognitiv forskning, og peker mot sosiokulturelle teorier.

Sosiokulturelle teorier

De sosiokulturelle teoriene bygger på konstruktivistisk læringssyn, men har fokus på samhandling og at det er på denne måten kunnskaper blir konstruert. Det finnes mange ulike retninger innenfor begrepet, og har derfor ingen entydig størrelse. Teoriene blir også omtalt som sosiohistorisk, kulturhistorisk eller situert. Det kan kort forklares med at kunnskap aldri eksisterer i et vakuum, den er alltid situert. Det er gjennom å lytte, samtale, etterligne og samhandle med andre at barnet får del i kunnskap og ferdigheter. (Dysthe 2002, s. 49). Individet prøver å finne forklaringer og løsninger innen for det miljøet det befinner seg i.

Vygotskij (1886-1934) er en av dem som er mest kjent innenfor disse teoriene. Han mente at den kognitive utviklingen skjer i den nærmeste utviklingssonen (proximal development zone). Denne sonen har en vekselvirkning mellom det en elev selv kan klare, og det eleven må ha hjelp til fra lærer eller veileder. Vygotskij mente at læring skjer i et praksisfellesskap, og at språket og samtalene er bindeleddet mellom indre og ytre dialog².

Repetisjonsoppleggets egenart i forhold til læringsteoriene

Hvordan kan vi så plassere læringsaspektet i min oppgave i en læringsteori? Konstruktivismen er forklart som skjema som forandrer seg i takt med ny informasjon. Passer informasjonen med allerede eksisterende kunnskap, foregår en assimilasjon. Når den nye informasjonen (nye problemstillinger), utfordrer gammel informasjon (eksisterende kunnskap) og ikke lar seg så lett innpasse, må det gamle være villig til å endre seg (akkomodasjon). Det foregår da en læring.

² <http://skolewiki.wikispaces.com/Sosiokulturelle+!%C3%A6ringsteorier>

Når elevene får en repetisjonsoppgave som nesten er identisk med oppgaven de hadde i forkant (det er kun tallverdiene som er byttet), så vil de oppleve at informasjonen passer med allerede eksisterende kunnskap, og det foregår en *assimilasjon*. Hvis de får en oppgave som de ikke får helt til å stemme med det som er lært, må dette være villig til å endre seg, og det foregår en *akkomodasjon* der de gamle «skjemaene» blir oppdatert for å forstå det nye som skal læres. Slik blir det den konstruktivistiske læringsteorien som passer best i mitt opplegg, med Jean Piaget som den mest sentrale innenfor denne retningen.

Å sitte med en datamaskin for å utrette slike oppgaver gir ingen sosial tilknytning. Her er individet for seg selv. Oppgavens karakter appellerer ikke til noe samspill, for her er det snakk om å ta i bruk allerede innlært kunnskap, og det er kun snakk om å gjenhente det som er lært. Det har også behavioristiske innslag, i og med at når oppgavene er gjort, så får elevene bekreftelse på om de har klart det, ”belønning” eller ”straff” i form av karakter.

5.2 *Teorier om hukommelse*

Hukommelse og læring henger nøye sammen, og det finnes mange teorier omkring dette temaet, så mange at det ville bli umulig å prøve å gi en oversikt over dem i denne oppgaven. Derfor har jeg gjort et lite utvalg blant de mest sentrale teoriene når det gjelder hvordan hukommelsen fungerer.

Uten hukommelse ville vi ha gjort de samme feilene hver gang, og vi ville ha brukt all vår tid til å overleve fra dag til dag. Å ha god hukommelse har vært verdsatt høyt opp gjennom tidene. Fra Antikkens skriftlige kilder vises det til at de med god hukommelse ble beundret, for når man skulle holde et foredrag, var ikke noe skrevet ned; skrift og papir var rett og slett utilgjengelig.

Aristoteles (384 – 322 f.Kr.) hadde en metafor for hvordan hukommelsen fungerte. Han tenkte seg at minner ble stemplet inn i hukommelsen som når man stempler et segl i voks. Hos unge mennesker var voksen myk, og det var lett å få ting til å festne seg, mens eldre hadde hard voks, og derfor var det ikke lenger mulig å lage varige avtrykk. Han utvidet metaforen ved å si at det også fantes de som hadde altfor flytende voks, slik at avtrykket forsvant etter at det var laget. (Wetterberg, P, 2005, s. 10).

Denne beundringen av hukommelse har vi hatt med oss helt opp i vårt moderne utdanningssystem, og du stiller sterkt til eksamen på mange felt, dersom du husker det som står i bøkene.

Hukommelsespsykologien generelt er som sagt et enormt felt å begi seg inn på, så jeg må søke å avpasse materialet og velge ut opplysninger som passer innenfor mitt område, nemlig repetisjon og gjenkalling av kunnskap. Nyere hjerneforskning (fysiologisk) er interessant når det gjelder styrking av nerveceller, selv om noen av de eldste studiene (psykologisk) på området står fast den dag i dag (Ebbinghaus, 1850 - 1909).

I oldtiden var det var stort sett filosofene og de religiøse lærde som hadde meninger om hvordan mennesket fungerte, og det ble nesten ikke foretatt vitenskapelige studier på dette feltet. Det ble stilt spørsmål om mennesket var født med alle sannheter (Platon), eller om det kom til jorden med en tom hukommelse. Først på slutten av 1800-tallet ble det utført et eksperiment som gikk på å undersøke hvordan vi kunne lære oss noe nytt (Ebbinghaus, 1850 – 1909). Ebbinghaus sitt eksperiment resulterte i flere konklusjoner som står fast den dag i dag, selv om han fra vitenskapelig hold er blitt kritisert på det metodiske. En av kritikerne hans var Frederic Bartlett (1886 – 1969) som mente at hukommelse er mer enn “mekanisk gjentakelse av lagret kunnskap, men en aktiv, rekonstruerende prosess” (Karlsen, P. J., c2008).

William James (1842 – 1910) var den som introduserte begrepene korttidshukommelse og langtidshukommelse som henholdsvis primær og sekundær hukommelse. I det forrige århundret (1900 – tallet) vokste den kognitive psykologiske forskningen, og når forskerne fikk tilgang til å visualisere funnene ved hjelp av CT (Computerized Tomography) og MR (MagnetResonanstomografi) har kunnskapen om hukommelse og læring fått en helt ny dimensjon (Cowan, N. m/flere 2011).

Hippocampus

Et sentralt område i hjernen er «hippocampus», som i hovedsak har ansvar for *nye* minner. Hukommelsescellene er imidlertid ikke samlet der, men spredt utover hele hjernen. Dette ble klart etter en oppsiktsvekkende hendelse med Henry Molaison fra Hartford, Connecticut, USA, som etter å ha blitt påkjørt av en syklist i 1932 og operert for epileptiske anfall 18 år senere av nevrokirurgen William Scoville, bidro til oppdagelsen av funksjonen til hjernedelen hippocampus. Det viste seg at Henry Molaison, ofte forkortet til HM i forskermiljø, husket alt han hadde lært før

operasjonen, men ingenting etterpå. Han mistet rett og slett evnen til å lagre minner. Dette kunne bare bety at lagrede minner er lokalisert i andre deler av hjernen, mens innlæring av nye ting skjer i hippocampus, og gjør denne delen av hjernen spesielt interessant for læring og hukommelsesforskning. Det skiller likevel mellom ulike former for hukommelse. Ferdighetshukommelse, der man for eksempel trener til fotball eller musikk, er ikke avhengig av hippocampus (Dittrich, L, 2010).³(Tulving & Craik; Zola & Squire).

Psykologisk tilnærming

Sensory register

Det sensoriske registeret er et minnesystem som lagrer impulsene fra miljøet rundt oss som sansene våre (øye, øre, nese, tunge og hud) registrerer. Det er mye informasjon det her er snakk om, så registeret eller lageret må være stort for å fange opp og analysere omgivelsene (Ellis & Hunt, 1999, s. 39). Samtidig som det er stort, er det også svært flyktig. Lagringstiden antas å være mindre enn ett sekund, og går tapt eller forlater systemet hvis det ikke sendes videre til korttidslageret (short-term memory) for videre bearbeiding, og i noen tilfeller direkte til langtidslageret (Helstrup & Kaufmann, 2000).

Short-term, working memory

Atkinson & Shiffrin's modell av hukommelse som ble utgitt i 1968 (se pkt. 5.2.2.3) har hatt stor innflytelse i forskermiljøene når det gjelder bearbeiding og bevaring av minner. Short-term memory (korttidsminnet) er også kalt working memory (arbeidsminnet). Minnet er begrenset og kan ikke holde på flere enn ca. 7 informasjonenheter, og heller ikke særlig lenge, uten at det blir bearbeidet. Like fullt er det dette minnet som er "arbeidshesten" i hjernen.

...short-term memory is a conceptual system which not only stores information but also serves as a work space for rehearsing, coding, retrieving, and decision making." (Hunt & Ellis, 1999, s. 100)

I det sensoriske minnet blir informasjonen bevart i mindre enn ett sekund. Brown-Peterson (1958,1959) forsket på hvor lenge man kunne holde på informasjonenheter i

³ <http://www.forskning.no/artikler/2008/desember/203939>

form av stavelser (slik Ebbinghaus gjorde), og la grunnlaget for det som senere ble kalt for "Brown-Peterson paradigmet", som viser hvordan bevaringen av minnene avtar dramatisk, og i løpet av 18 sekunder er redusert til ca. 10 %. Dette funnet ble grunnlaget for å hevde at det måtte finnes et korttidsminne (Hunt & Ellis, 1999). Korttidsminnet koder informasjonen annerledes enn langtidsminnet. Langtidsminnet synes å kode ved hjelp av en semantisk kode (meningsbærende), mens korttidsminnet koder informasjonen akustisk eller fonetisk (Hunt & Ellis, 1999, s. 104). Dette er de mest karakteristiske trekkene ved disse to minnene.

Long-term memory

Kapasiteten i langtidsminnet er stor. I tillegg mener mange forskere at det er permanent, det vil si at informasjon som entrer langtidsminnet, blir værende der (Ellis & Hunt, 1999). Nyere forskning viser til at hukommelsen ikke er så permanent som tidligere antatt. Dette forklares med at når et minne blir hentet fram (kopiert til korttidsminnet), så er det alltid en fare for at dette minnet blir utsatt for interferens av andre minner og dermed blir uklart eller også faller helt bort (Moser, 2003)⁴.

Det ser ut til at erindringene aldri blir helt ferdiglagrede, forteller Moser. Bare det å hente dem opp og tenke på dem kan forandre dem. Slik gjenhenting fører til fornyet eller oppdatert lagring. Hvis denne lagringen forstyrres, kan man i prinsippet miste det gamle minnet bare ved å tenke på det.

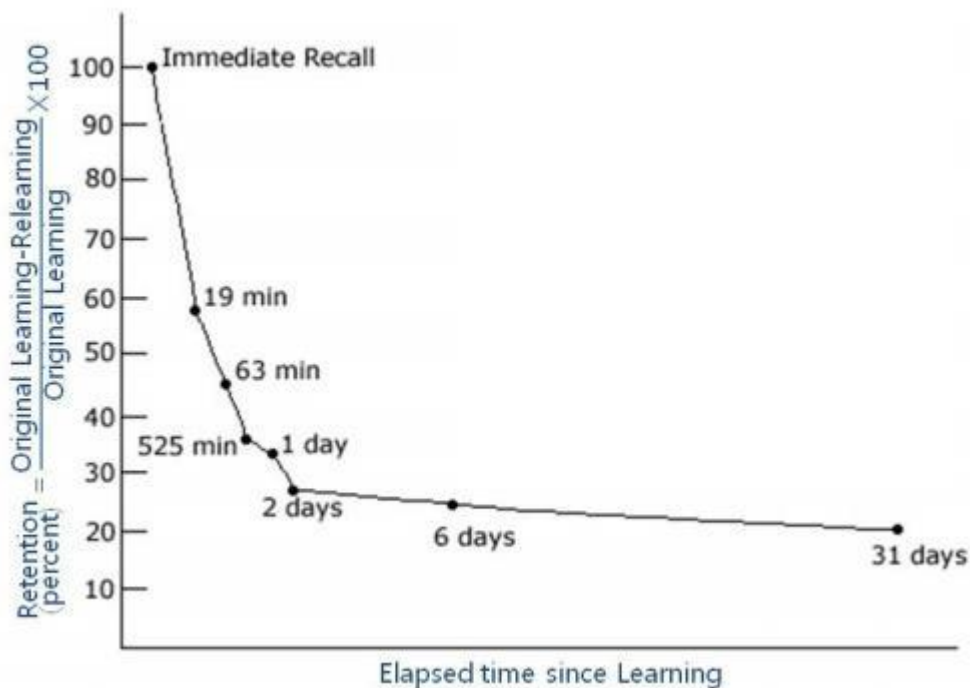
Langtidsminnet deles gjerne inn i to grunnkomponenter; operasjonell og semantisk komponent. Operasjonell kunnskap er regler og strategier som brukes når et problem skal løses. Semantisk kunnskap handler om meningsfull informasjon som fakta og begreper (Helstrup & Kaufmann 2000).

Glemselskurven

Hermann Ebbinghaus (1850 – 1909) var en tysk psykolog som studerte hukommelsen gjennom eksperiment. Han oppdaget en systematisk sammenheng mellom det å glemme og tiden som er gått. De fleste av oss regner nok med at vi glemmer ettersom tiden går, mens Ebbingshaus klarte å måle dette ved hjelp av undersøkelser han gjorde. Resultatet

⁴ <http://www.forskning.no/artikler/2003/november/1069333195.87>

kunne han beskrive i det som kalles ”glemselskurven” (Ebbinghaus 1885/1913, ”Memory. A contribution to experimental psykology)⁵. Det som er verdt å merke seg med denne kurven er hvor mye som glemmes innen det første døgnet. Ebbinghaus brukte seg selv som forskningsobjekt over en periode på fem år, før han publiserte resultatet og hvor glemselskurven er det sentrale i utgivelsen. Forskingen gikk i korthet ut på å lære seg meningsløse stavelser eller ord, og så gjenhente disse etter et fastlagt tidsplan. Han oppdaget at det var de første og de siste innlærte elementene som var lettest å hente frem igjen fra hukommelsen. De midterste elementene var vanskeligst å huske. Denne studien fra 1885 var begynnelsen på hukommelsesforskning (Hunt & Ellis 1999).



Figur 1. The Ebbinghaus Forgetting curve⁶

I følge glemselskurven er det innen de første minuttene man taper mest (ca. 40 % i løpet av 20 minutter). Innen de første døgnene har man tapt omkring 70 %, og så flater kurven ut mot en måneds tid, og 80 % av det innlærte gått tapt.

⁵ <http://archive.org/details/memorycontribution00ebbiuoft>

⁶ <http://www.dashe.com/blog/elearning/to-improve-learner-retention-focus-on-the-dynamics-of-forgetting>

Out of the simple consonants of the alphabet and our eleven vowels and diphthongs all possible syllables of a certain sort were constructed, a vowel sound being placed between two consonants. These syllables, about 2,300 in number, were mixed together and then drawn out by chance and used to construct series of different lengths, several of which each time formed the material for a test (Ebbinghaus 1885, s. 22).

Ebbinghaus introduserte et strengt program når det gjaldt tid for repetisjon og antall repetisjoner, og hvordan stavelser uten mening (eks. DAX, QEH) kunne brukes for å unngå at noen ord kunne forveksles med andre ord eller kobles til allerede innlærte ord. Disse stavelsene var helt unike. Han noterte det han kunne huske, og på denne måten konstruerte han den berømte *glemselskurven*, utført i prosent over de forskjellige tidspunkt for gjenhenting. Ebbinghaus fant også ut at glemselen minket etter hvert som antall repetisjoner økte, og at spredte forsøk (for eksempel hver time) var mer effektivt enn korte intervall (for eksempel hvert minutt) av gjenhenting (Tulving & Craik 2000, s.5).

Repetisjonsoppgavene i denne undersøkelsen har en annen karakter enn de meningsløse stavelsene som Ebbinghaus brukte som grunnlag. Oppgavenes karakter krever ikke bare gjenhenting fra minnet, men også assimilasjon (om den gjenhentede informasjonen passer med allerede eksisterende kunnskap) og akkomodasjon (tidligere kunnskap må tilpasse seg det nye). Til tross for at det i utgangspunktet er stor forskjell fra å gjenta meningsløse stavelser til å bruke det gjenhentede til å løse et problem, så har begge noe til felles; det må *huskes og hentes*. Forskeren P. J. Karlsen mener at både forståelseskunnskap og mekanisk oppramsing trengs å bli gjentatt før det fester seg⁷.

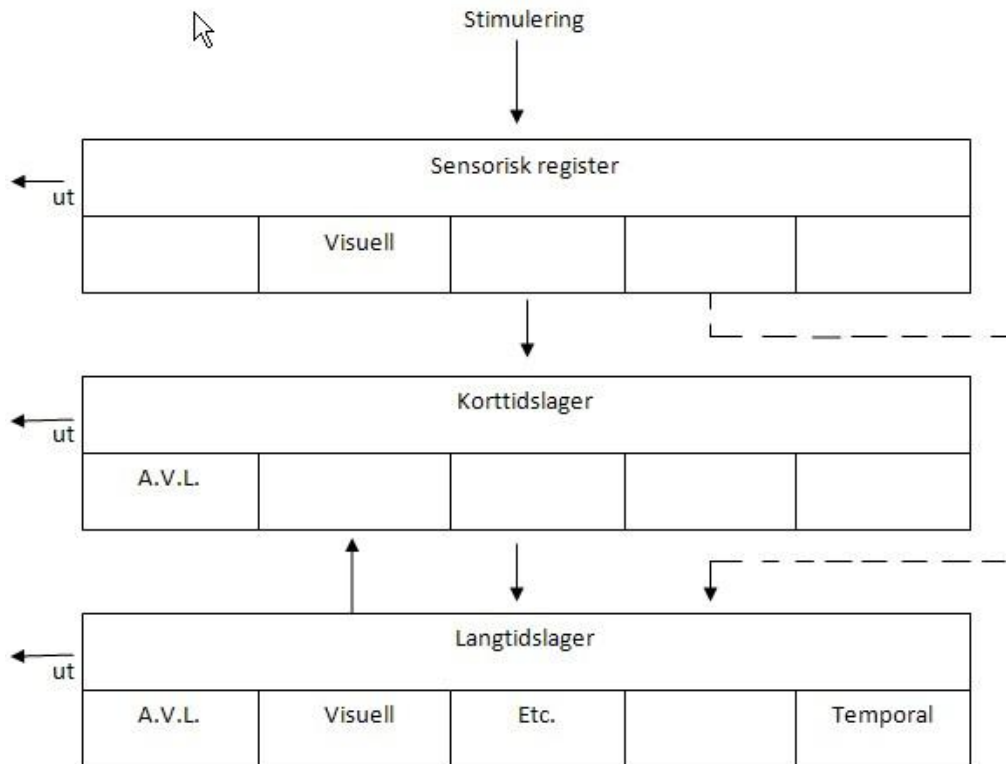
Forskningen til Ebbinghaus er over hundre år gammel, men han satte en trend i forskningen rundt hukommelse, som fortsatt står ved lag (Hunt & Ellis, 1999), og dette er en av grunnene til at den blir brukt et sammenligningsgrunnlag i denne undersøkelsen.

⁷ <http://www.forskning.no/artikler/2009/desember/238368>

Multilagerterori

En annen sentral teori omkring lagring av informasjon, og som har nær relasjon til min oppgave, finner vi i Atkinson & Shiffrins «multilagerteori» (1968). Atkinson og Shiffrin antok at hukommelsessystemet består av tre hovedlagre; et sensorisk register, et korttidslager og et langtidslager (fig. 2). Ekstern informasjon trer først inn i det sensoriske register. Herfra kan informasjonen gå tapt (bli glemt/forlate systemet) eller bli videresendt til korttidslageret. Her blir informasjonen holdt ved like eller overført til langtidslageret. Informasjonen kan gå tapt også fra korttids- og langtidslagerene. Det sensoriske register antas å ha forholdsvis stor kapasitet til samtidig bevaring av informasjon, men lagringstiden er kort (mindre enn ett sekund). Korttidslageret har sterk begrensning for samtidig holding av informasjon (ca. 7 enheter), men kan holde disse enhetene så lenge som ønsket ved vedlikeholdsrepetisjon. Ved bearbeidingsoperasjoner kan informasjon overføres fra korttidslageret til varig lagring i langtidslageret. Det siste har tilnærmet ubegrenset lagringskapasitet. Spornedbryting ble foreslått som mulig glemselsfaktor for informasjon i det sensoriske register, interferens for informasjon i langtidslageret, mens begge glemselsårsaker ble antatt å være mulige for informasjon i korttidslageret (Helstrup og Kaufmann 2000, s. 129).

Atkinson & Shiffrin hevdet i 1968 at den viktigste psykologiske faktoren som avgjør om informasjon overføres fra korttidshukommelsen til langtidshukommelsen, er hvor ofte den gjentas. Det var i tråd med Hermann Ebbinghaus' tenkning. De kanadiske forskerne Craik og Lochard mente denne analysen var for enkel. De mente at aktiv bearbeiding og utdypning gir sterkere minner enn passiv og mekanisk repetisjon (Karlsen, 2008).

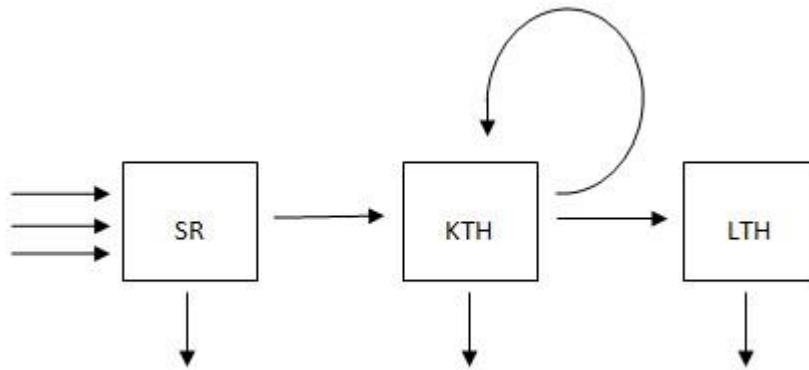


Figur 2. Atkinson & Shiffrins hukommelsesmodell. (A.V.L. står for Auditiv-Verbal-Lingvistisk) Kilde: Atkinson & Shiffrin, 1986, s. 93/Helstrup & Kaufmann, 2000, s. 129)

Som det fremgår av fig. 2 var Atkinson & Shiffrin åpen for at registrene kunne deles opp i auditive, verbale, visuelle og lingvistiske delkomponenter.

Uten vedlikehold eller fornyelse vil ikke korttidsminnet kunne holde på informasjonen i mer enn noen minutter før det begynner å falme. Gjennom repetisjon kan imidlertid informasjonen bevares i dette minnet. Denne forlengede bevaringen er tegnet som en loop i fig. 3 (Helstrup, 1984). Overføring av informasjon til mer permanent lagring i langtidshukommelsen skjer ved *videre bearbeiding og koding av informasjon i korttidsminnet*.

Multilagermodellen skiller også mellom funksjonelle og strukturelle trekk ved hukommelsen. Strukturelle trekk er biologisk og genetisk betinget, og kan dermed ikke forandres. Alle mennesker har for eksempel begrenset lagringskapasitet i korttidsminnet. Funksjonelle trekk er på den andre siden dynamiske i den forstand at disse kan manipuleres og utvikles individuelt. Overføring til langtidshukommelsen kan utføres på den måten som passer den enkelte best.



Figur 3. Sensorisk minne (sekunder), kortidshukommelse (begrenset: ca.7 enheter om gangen) og langtidshukommelse (ubegrenset) (Helstrup, s.143)

Multi-lagerteorien eller flerlagerteorien til Atkinson & Shiffrin (Spence & Spence, 1967 - 1968, side 89) er senere blitt utfordret med teorien om nivåprosessering (Craik og Lockhart, 1972), der graden av *bearbeiding* står i fokus. Craik og Lockhart mente at minnet ikke besto av separate lagerstrukturer slik Atkinson og Shiffrin gjorde, men heller en funksjon av graden av informasjonsbearbeiding – LOP (level of processing). Jo dypere informasjonsbearbeiding, jo bedre blir hukommelsen (Helstrup/Kaufmann 2000, s. 130). Craig & Watkins skiller mellom det å huske noe meningsløst, og det å huske noe som krever ettertanke.

*Craik and Watkins (1973) introduced a distinction between maintenance rehearsal and elaborative rehearsal. Maintenance rehearsal is a form of repetition in which one "says something to oneself" but does not think about it in a deep way. It is mindless in the sense that it does not involve meaningful comprehension. There is no benefit from this form of repetition. Elaborative rehearsal occurs when one not only repeats something but also "elaborates upon it," relating it to other knowledge or analyzing its details. Elaborative rehearsal aids secondary memory; maintenance rehearsal does not (Dewey, Russ, Georgia Southern University Psychology department).*⁸

Hvis vi holder multilagerteorien og informasjonsprosessering opp mot hverandre, arbeider det sensitive (sensoriske registeret) svært overflatisk, kortidsminnet arbeider

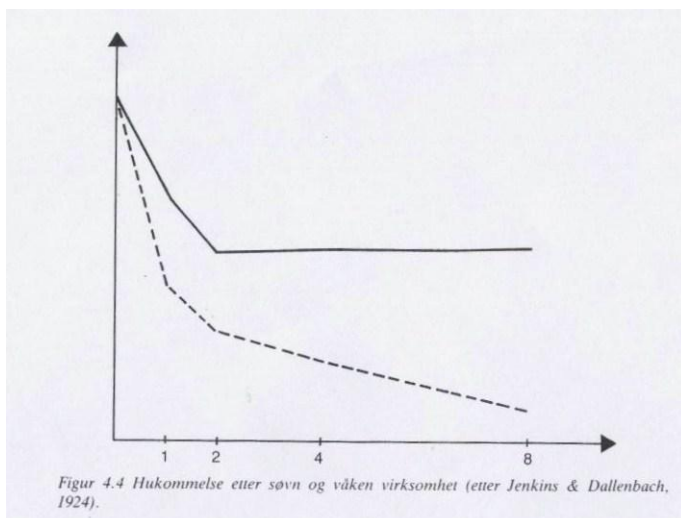
⁸ http://www.intropsych.com/ch06_memory/what_should_a_student_do.html

litt dypere, mens det er samspillet mellom korttidsminnet og langtidsminnet som virkelig arbeider i dybden (på et helt annet nivå). Det er ved gradvis bearbeiding at informasjonen omformes til å være meningsbærende (semantisk), og gradvis bearbeiding er kjernepunktet i repetisjonsoppgavene i undersøkelsen min. Elevene bearbeider ikke bare informasjonen, bearbeidingen foregår etter et fastlagt mønster. Forskjellen i disse to teoriene er at i nivåprosessteorien finner vi ikke lagerstrukturer, slik vi gjør i flerlagerteorien (multilagerteorien). Teoriene kan imidlertid kombineres. Vi kan se for oss at det i hvert "lager" foregår bearbeiding på forskjellig nivå, vertikalt og horisontalt eller en dybde dimensjon og en bredde dimensjon (Helstrup & Kaufmann 2000).

Retroaktiv interferens

Når to inntrykk hindrer hverandre, oppstår det såkalt interferens. "Hvis det etterfølgende inntrykk gjør det vanskeligere å huske det foregående inntrykk, taler vi om retroaktiv interferens (baklengs forstyrrelse) (Helstrup 1984).

Hvile etter innlæring forhindrer *retroaktiv* interferens, fordi søvn inneholder færre forstyrrende inntrykk enn våken tilstand. Forskning foretatt av Jenkins og Dallenbach (1924) viser at det er tydelig mer hukommelse etter søvn (Helstrup, "Hukommelse og glemsel", s.133) (Figur 4).



Figur 4. Hukommelse etter søvn og våken virksomhet (etter Jenkins & Dallenbach, 1924)

Begrepet interferens er uttrykk fra fysikken om hvordan lysbølger møtes og enten forsterker hverandre eller slår hverandre ut (forstyrres hverandre). Uttrykket brukes også innen psykologien, og i denne sammenheng er det inntrykk som interferer og dermed hindrer eller forstyrres hverandre. Hvis det første inntrykket forstyrres det påfølgende, kalles det *proaktiv interferens*, og hvis det siste inntrykket hindrer det første inntrykket, kalles det *retroaktiv interferens*. For å *forhindre* retroaktiv interferens, dvs. unngå at de siste inntrykkene forstyrres de første, er hvile eller søvn etter innlæring et godt alternativ.

En forskergruppe ved Harvard University i USA testet hvor mye en gruppe studenter i forhold til minne og hjerneaktivitet når de hoppet over en natts søvn. Studien fant klare sammenhenger mellom søvn og hukommelse. Studentene uten søvn husket 40 % mindre av ordene de hadde lært dagen før enn det kontrollgruppen husket, som hadde hatt normal søvn.⁹ Dette er en prosentandel som stemmer godt overens med glemselskurven til Ebbinghaus.

Reminisens

Innefor hukommelsespsykologien er det flere som mener at vi husker best noen minutter etter at vi har lært noe. Douglas Hintzman ved University of Oregon tviler på om tidsperspektivet gjelder for oppramsing av ord (slik Ebbinghaus gjorde), men at det kan ha en virkning ved kompetanse/ferdighet (skill learning) (Hintzman 1978). Forskeren P. J. Karlsen mener forståelseskunnskap og mekanisk oppramsing begge er byggeklosser som trenger å bli gjentatt før det setter seg (forskning.no¹⁰).

Forfatteren Tony Buzan har som utgangspunkt at høydepunktet i erindringen vil inntreffe en *tidels periode* etter innlæring. Etter én time vil "huskehøydepunktet" da komme $60/10 = 6$ minutter etter innlæring. Det blir da det ideelle tidspunkt for oversikt over hva man har lært. Ved å gå gjennom det som ble lært for 6 minutter siden, vil repetisjonen gå lett og det repeterte vil vare omkring 10 tidsenheter, det vil si 10 timer, før det må friskes opp igjen. "Erindringen stiger under en pause (hjernen sorterer ut ting en tid etter vi har sluttet å ta inn informasjon). I begynnelsen og slutten av hver 20 - 40 minutters innlæringsperiode, er det best å ta et tilbakeblikk over hva man kan, samt et blikk fremover på det man skal få i neste innlæringsperiode. Du husker best etter 10 minutter, og mister 80 % av detaljene innen 24 timer" (Buzan, T., 1978).

⁹ <http://www.forskning.no/artikler/2006/oktober/1161257261.99>

¹⁰ <http://www.forskning.no/artikler/2009/desember/238368>

Sju ganger verdensmester i hukommelse, D. O'Brian, bruker begrepet *reminisens* om den perioden (noen minutter) fra innlæring og til oppfriskning av det innlærte (Butcher, J. 2000). Reminisensbegrepet ble først brukt av Ballard (1913) som i et eksperiment kunne vise til forbedring av læring når intervallet for repetisjon var kort: "*Repeated tests shortly after study greatly improved recall a week later*"¹¹. Begrepet brukes ulikt etter hvilken sammenheng det står i, for eksempel innen problematikken omkring tilstanden demens, men felles for dem alle er at det handler om erindring. Når det snakkes om reminisens i denne oppgaven, så viser det til oppfriskning av en nyervervet erindring, og da innefor tidsrammen 10 – 15 minutter.

Uten aktivt å gjøre seg nytte av dette (reminisensperioden), vil den nyervervede kunnskapen fort glemmes (se figur 1, The Ebbinghaus Forgetting curve), særlig hvis det i en påfølgende skoletime handler om helt andre ting. Da utsettes det som nettopp er innlært for interferens eller forstyrrende elementer. Hvis vi skal ta dette på alvor i skolen, burde det ved begynnelsen på en ny time, etter en pause på for eksempel 10 minutter, starte med et tilbakeblikk på det som ble presentert i forrige time, noe som ville gi god effekt med hensyn til forståelse og lagring.

Fysiologiske tilnærming

Til nå har det psykologiske aspekt ved hukommelsen vært i sentrum, med forskere som tester ut forskjellige teorier ut fra tenkte modeller. For å få et innblikk i hvordan minnene fysisk lagres i hjernen, må vi til biologien og se på det fysiologiske ved menneskets nervesystem. En av de første som avdekket at nerveceller kommuniserer med kjemiske signalstoffer var Otto Loewi (1873 – 1961). For dette funnet ble han, sammen med Henry Dale, tildelt Nobelprisen i medisin/fysiologi i 1936.

Donald O. Hebb (1960) lanserte en teori om at minnene er lagret ved samtidig aktivisering av nevroner (Interactions between short-term and long-term memory in the verbal domain, Page & Thorn, 2009). Denne teorien er kjent som "The Hebbian Theory". Nyere forskning støtter opp under dette. Dr. Joe Z. Tsien ved Brain & Behavior Institute (Georgia School of Medicine) driver forsøk med mus der han manipulerer såkalte NMDA-reseptorer (en slags antenner på nervecellene) som mottar signaler fra andre celler. Reseptorene endrer nevronene, slik at disse lett blir aktivert

¹¹ <http://pss.sagepub.com/content/3/4/240.abstract>

neste gang de får en tilsvarende impuls.¹² **Hukommelsesspor** (engram) er betegnelsen for “spor” som et sanseinntrykk eller en hendelse avsetter i nervebaner i hjernen, og som muliggjør senere reproduksjon av hendelsen (hukommelse).

Innenfor hukommelsespsykologien mente man at alle opplevelser etterlater et hukommelsesspor i nervesystemet, og at glemsel er nedbryting av disse sporene (Wetterberg, 2005). Disse sporene er ikke ”arr” eller ”avtrykk” i hjernebarken, slik vi tenker det ut fra tradisjonell oppfatninga av spor, men endring i nervetrådene – den hvite substansen, som binder nevronene sammen. I dag mener forskere at hukommelse er mulig, fordi det skjer endringer i nervecellene slik at kommunikasjonen mellom dem blir styrket, og at denne styrken fører til bedre hukommelse og bedre læring.¹³

Nevroner og synapser

Et forsøk utført av forskere ved University of Oxford i England, fant ved hjelp av MR-skanning, at unge mennesker (mellom 18 og 33 år) etter et seks ukers sjonglørkurs med baller, hadde utviklet synlige spor i hjernen (forskning.no)¹⁴. Det er første gang endringer forårsaket av innlæring er konstatert i hjernens hvite substans, som er de lange nervetrådene som knytter hjernecellene sammen og bærer signaler mellom dem.



Figur 5. Illustrasjonen viser en enkelt nervecelle i hippocampus. I enden av hver nervetråd er det en nerveterminal, en såkalt synapse. Her celle kan ha 10.000 synapser.(ill. Kristen Harris).

¹² <http://www.sciencedaily.com/releases/2008/10/081022135801.htm>

¹³ <http://www.jneurosci.org/content/31/31/11200.full?sid=a727c7eb-d800-4b30-af0d-5c3557faebdf>

¹⁴ <http://www.forskning.no/artikler/2009/november/233935>

Nervecellene er tildekket av en membran og helt isolerte fra hverandre, men kommuniserer via nerveterminalen.¹⁵

Det finnes mange indirekte beviser for at lagring av minner skjer i *synapsene*, det vil si kontaktpunktene mellom de forskjellige nervecellene i hjernen. Der foregår det mange molekylære prosesser som er foranderlige, og vi vet blant annet at synapsene kan endre karakter og for eksempel bli mer eller mindre effektive til å sende signaler mellom cellene, forteller hjerneforsker Edvard Moser ved NTNU, Trondheim til nettstedet ”forskning.no”. Prof. Edvard Moser og hans forskerteam ved NTNUs Kavli Institute for System Neuroscience leter etter hukommelsen fysiologisk. Han påpeker at hukommelsen er avhengig av synapsene, som er en del av nervecellene i hjernen, og at det finnes mange indirekte bevis for at lagringen skjer nettopp i disse.¹⁶

Når impulsen (mottak av informasjon eller trening av ferdigheter) kommer ut i nerveenden, frigjøres et signalstoff (nevrotransmittere) som er lagret i små blærer. Utløsningen av dette signalstoffet er avhengig av kalsium utenfra, og det må til et protein som binder dette kalsiumet. Kalsiumet gjør at blæra med nevrotransmittene sprekker og binder seg til reseptormolekylene på nabocellen. Det foregår “gnistring” hele tiden i dette området (“terminalen”) hvor nevrotransmittene opererer, men når det oppstår ved nye impulser er aktiviteten ekstra stor. Denne gnistringen kalles også ”fyring”, og sammenligningen er trolig hentet fra det å fyre av en rakett.

Ettersom kognisjon har sammenheng med hukommelse, er det også sammenheng mellom kognisjon og ”fyring” av signaler. ”Fyringen” styrker forbindelsene mellom hjernecellene og gjør dem bedre i stand til å holde på informasjon. Hukommelsen er altså avhengig av aktiviteten i synapsene. Når det lagres minner, foregår det på to måter:

- Synapsene styrkes, slik at nevrotransmittene lettere kan sendes.
- Det dannes flere synapser som nevrotransmittene kan gå gjennom.

Hver gang informantene repeterer matematikkoppgavene, så styrkes synapsene og det dannes flere synapser som øker sjansen for å hente frem igjen informasjonen.

For hukommelsens del må kontaktflatene mellom synapsene være sterke og ha evnen til å endre seg. Disse egenskapene er knyttet til et spesielt gen som kalles “Arc”. Dette har forskningsgruppen til prof. Clive Bramham ved institutt for biomedisin funnet ut

¹⁵ <http://www.forskning.no/artikler/2010/september/259096>

¹⁶ <http://www.forskning.no/artikler/2010/september/259096>

(publisert i “Journal of neuroscience”)¹⁷. Genet har fått betegnelsen “the missing link”, noe som skulle forklare at det har en helt spesiell plass i menneskets utvikling.

Kontaktflatene på synapsene har på den måten en direkte sammenheng med menneskets høyerestående posisjon i livet på jorda. Ut i fra dette perspektivet er det mye som tyder på at forskning på dette genet kan få uante konsekvenser.

Når vi mottar signaler (lærer noe nytt, eller øver opp en ferdighet), blir forbindelsen mellom nervecellene styrket, og jo flere ganger signalene passerer, jo sterkere blir forbindelsen. Dessuten dannes det flere synapsen. Når så synapsene i nervecellene eller «lærecellene» forklares med et gen, så kan det igjen forklare hvorfor noen husker bedre og lærer bedre enn andre. Det er rett og slett en genetisk arv, slik det meste er. Og hvis det kan forklares med genetikk, så er det i og for seg ikke noe nytt. Det har jo de fleste før oss visst, når de har sagt at “det er et godt hode på den karen, men så er jo vedkommende også sønn av den og den”. Gode gener med andre ord. Hva så med de som er uheldige og ikke arver de rette genene? Er det håp for dem også i dette regnestykket som handler om læring og kunnskap? Kan styrken eller mangelen på styrken på dette “Arc-genet” erstattes med noe eller manipuleres, slik at alle har lik mulighet for hukommelse og i neste omgang til læring og utdanning?

Det er altså synapsene og endringen der som skaper «holdbarheten» til kunnskap og ferdigheter i hjernen. Har så alle denne muligheten for endring i synapsene, eller er noen mer disponert for det enn andre? Er noen rett og slett mer mottakelig for læring enn andre? I følge psykologene Atkinson og Shiffrin (1968) har hukommelsen to hovedkomponenter; strukturelle og funksjonelle trekk. Strukturelle trekk er egenskaper som er biologisk bestemt, felles for alle og som ikke kan endres av personen selv (for eksempel korttidshukommelsens lagringskapasitet). Funksjonelle kontrolloperasjoner er derimot under personens egen styring. Samme operasjon, for eksempel assosiativ koding (knyttet til operant læring/viljestyrt), kan følgelig brukes ulikt av forskjellige personer (Helstrup, Hukommelse og glemsel, s. 144). Dette kan bety at det er mulig å trene hukommelsen *selv* om man ikke har det genetiske på sin side.

Nervecellene kommuniserer altså via synapsene og ved *repetisjon* og gjentakelse, slik denne undersøkelsen legger opp til, endres disse synapsene, slik at impulsoverføringen

¹⁷ <http://www.jneurosci.org/content/31/31/11200.full?sid=a727c7eb-d800-4b30-af0d-5c3557faebdf>

mellom hjernecellene blir lettere. Det blir gått opp ”veier” i nervefibernetter som signalet følger.¹⁸

5.3 *Forskning om bruk av mobil blant unge*

Impulsiviteten i sms gjør ungdom storforbrukere av tekstmeldinger. Det finnes etter hvert en god del forskning omkring bruken av mobiltelefon. En studie blant ungdom (Nationwide Childrens Hospital i Ohio)¹⁹ viser at bruken av insulin blant diabetikere ble mer korrekt når de fikk påminnelse via sms. En rapport fra Pew Internet & American Life Project²⁰ viser at en av 10 ungdommer bruker mer enn 100 sms for dagen (2011). Det betyr at dette mediet er en svært viktig måte å kommunisere med tenåringer på. Det utvikles hele tiden applikasjoner tilpasset iOS og Androide som gjør det mulig å sende ut personifiserte tekstmeldinger til mange brukere på bestemte tidspunkt. Høsten 2011 inviterer for eksempel læringsarenaen ”it’s learning” til uttesting av en applikasjon for iPhone. Det er stadig rutiner som krever oppmerksomhet, og da er det godt å ha en ”personlig sekretær”, som minner deg om dine gjøremål med et lite pling og en notis - spesielt etter som tiden går og nye gjøremål fortrenger det du hadde tenkt å gjøre. Mange studier tar for seg hvordan man kan lære seg språk ved hjelp av dette mediet. I 2007 ble det gjennomført en undersøkelse i bruk av tekstmeldinger (SMS) i forbindelse med innlæring av teknisk engelsk, ved Near East University, Department of Computer Information System. Det ble utviklet et program kalt Mobile Learning Tool (MOLT)²¹. Denne undersøkelsen konkluderer med at det ble funnet signifikant forskjell i studentenes gjennomsnittsskåre før og etter intervensjonen, og da i favør til MOLT.

En annen undersøkelse tar for seg studentenes erfaringer og engasjement ved bruk av sms i forbindelse med høyere utdanning (Students’ experiences and engagement with SMS for learning in Higher Education)²². Det som er mest interessant ved denne studien i forhold til min oppgave, er studentenes opplevelse av å bli fratatt personlig tid. De mener det er av negativ karakter at utdanningsinstitusjonene skal kunne kommunisere

¹⁸ http://brage.bibsys.no/nmh/bitstream/URN:NBN:no-bibsys_brage_11187/1/Pages%20from%20BOKA_020708-12_Borchgrevink.pdf

¹⁹ <http://www.nationwidechildrens.org/news-room-articles/pilot-study-supports-adolescent-diabetes-patients-through-personalized-text-messages?contentid=79759>

²⁰ <http://www.pewinternet.org/Reports/2010/Teens-and-Mobile-Phones.aspx>

²¹ <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2007.00801.x/abstract?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=>

²² <http://www.voced.edu.au/content/ngv46528>

med dem utenfor skolemiljøet. Mitt opplegg forutsetter kontakt utenfor skoletid, så slikt sett settes det i et dårlig lys. Nå er riktignok de SMS-ene som brukes her, kun en påminnelse om et arbeid som likevel skal gjøres, og kan kanskje ikke helt sammenlignes med undersøkelsen fra universitetet i Wolverhampton. Det er likevel et tankekors og verdt å dvele litt ved.

I en studie fra University of Bath, Bath, UK (2009), svarte studentene at SMS fungerte godt som en ytre motivasjonsfaktor, men også her var det et lite antall som mente at tekstmeldingene kom på upassende tider (How can mobile SMS communication support and enhance a first year undergraduate learning environment?)²³.

Med de nye smarttelefonene og nettbrettene er vi ikke mindre enn et verdensbibliotek på vandring, og vi kan finne svar på det meste ved hjelp av søkemotorer. De fleste vil vel ta det som et gode, men finnes det betenkeligheter ved det, hvis vi tenker kognisjon?

Norman Doidge er psykiater og forsker ved Columbia University i New York. Han tror smarttelefonene vil kunne endre hvordan vi bruker hjernen, fordi behovet for å lære utenat er fjernet. Dette kommer frem i boken "The Brain That Changes Itself". Han mener denne teknologien vil svekke hukommelsen, i og med at den ikke brukes så mye som før.

"Dette betyr ikke at de ikke er godt for noe som helst – krykker kan være hjelpsomme, men de kan også overbrukes. Hjernen er en "use it or lose it"-hjerne, og folk som ikke forstår dette vil bli overrasket når de merker at hukommelsen svekkes over tid ved bruk av de elektroniske maskinene" (Norman Doidge, forskning.no)²⁴

Han forteller videre at for å få til varige endringer i hjernen, for eksempel hvis en ønsker å trene hukommelsen, må en virkelig konsentrere seg, noe hyppig bruk av internett og smarttelefoni ødelegger for. Daglig bruk av praktisk teknologi kan altså få følger, tror Doidge.

Fra Shanghai Jiaotong University er det foretatt en studie med interaktiv bruk under forelesinger. Forskerne fokuserer på den kjensgjerning at den digitale læringen ikke er nok interaktiv. Studentene bare laster ned forelesinger, uten mulighet for aktivt å kunne

²³ <http://www.citeulike.org/user/JohnD/article/5973545>

²⁴ <http://www.forskning.no/artikler/2011/april/285336>

delta. Derfor utviklet de et system, blant annet basert på sms, som gjorde det mulig å delta på en helt annen måte (Increasing Interactivity in Blended Classrooms through a Cutting-Edge Mobile Learning System).²⁵

Fra Kinjo Gakuin University, Japan, er det gjort en undersøkelse hvor studentene fikk tilsendt engelske ord som e-post til mobiltelefonen.²⁶ Konklusjonen går ut på at studentene opplevde det som positivt å lære på denne måten, og at det hadde positiv effekt på læringen, men undersøkelsen gir imidlertid ingen klare svar på hvor stort læringsutbyttet var.

Påminnelser på sms

I dagens samfunn har altså mobiltelefonen fått en stor plass i vår hverdag. Med de nye smarttelefonene kan vi organisere og styre både arbeidsliv og fritid. Flere og flere institusjoner i samfunnet benytter seg av tekstmeldinger (sms) når de skal ha kontakt med oss. Vi får påminnelser om legetime, tannlegetime, avlesing av strøm, streik i utdanningssektoren, tilbud fra ”Kappahl”, innkalling til foreldremøter osv. mye av dette har vi på ark, hengende på kjøleskapet, slik vi ”alltid” har hatt. Likevel er det mobilen som råder grunnen. Vi stoler mer og mer på at vi får varsler på den. Samtidig kan det være en sovepute, for vi stoler mer på teknologien enn vi gjør på oss selv. Dessuten er det mye som tyder på at hukommelsen vår svekkes når vi i større og større grad overlater hukommelsen til digitale verktøy, slik Norman Doidg tenker seg (Reiner, P.B. (2008).

6 Problemstilling, hypotese og metode

Forskningsopplegget mitt går ut på å måle **læringseffekten av repetisjon ved hjelp av digitale verktøy**, der verktøyet består av nettbaserte repetisjonsøvelser med påminnelser via mobiltelefon og SMS. Samtidig vil det bli kontrollert for kjønnsmessige forskjeller i forhold til karakterer og opplevelsen av måten å repetere på.

Selve repetisjonsøvelsene eller repetisjonsprogrammet (tidspunkt for repetisjon og antall repetisjoner) er basert på grunnlag av teoriene om *glemselskurven* (Ebbinghaus

²⁵

http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ814834&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=EJ814834

²⁶

http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=EJ686126&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=EJ686126

1885), *multilagermodellen* (Atkinson & Shiffrin 1968), *reminisens* (Buzan, 1978); Hintzman, 1978); (Brian, 2001), og retroaktiv interferens (Jenkins og Dallenbac, 1924). Hvordan hjernen fysiologisk klarer å holde på minner er i hovedsak hentet fra fysiologiske studier ved NTNU, Trondheim (Moser & Moser, 2008), og tatt med for å streke under hvordan repetisjon og gjentakelse er med på *fysisk å sette sitt preg i hjernen* når det gjelder lagring av minner.

Hovedhensikten min er å finne ut i hvor stor grad *regelmessig* repetisjon har innvirkning på læring når repetisjonen foregår digitalt, og kan formuleres i følgende hypotese:

6.1 Hypotese

Repetisjon 2 -3 ganger etter innlæring, og da fortrinnsvis første døgnet og første uken, hindrer kunnskapstap av vesentlig grad.

Repetisjonen kunne i utgangspunktet vært gjort på skolen, men det er ulike rutiner for repetisjon der, og læreplanene har ingen direkte beskrivelse over hva det er og hvordan det ev. bør utføres.

6.2 Kvantitativ eller kvalitativ forskning?

Den kvalitative metode kjennetegnes ved at analyse og fortolkning er integrert i datainnsamlingen, mens datainnsamlingen i den kvantitative tilnærmingen skjer i forkant av analysen og tolkningen (Halvorsen 2008). Kvantitativ metode baserer seg på data fra tallverdier og kvalitativ metode har teksten som sitt analysegrunnlag.

Undersøkelsen min innbyr til en kvantitativ tilnærming, fordi det er snakk om å samle inn data fra brukerne for så å se om det finnes en signifikant forskjell mellom eksperimentgruppen og kontrollgruppen.

6.3 Eksperimentell design

Eksperimentell design er i hovedsak en sammenligning mellom to grupper; eksperimentgruppe og kontrollgruppe. En annen form innenfor dette designet er eksperiment innenfor samme gruppe, der gruppen måles før og etter manipulasjonen. Her er eksperimentgruppen sin egen kontrollgruppe. Det er også mulig å drive eksperimentell forskning på enkeltpersoner som blir fulgt over lengre tid. Mitt utgangspunkt blir mellom to grupper, med en eksperimentgruppe og en kontrollgruppe. Jo større kontroll vi har over et eksperiment, jo bedre vil den indre validiteten være.

Nettopp denne kontrollen er det som skiller det ekte eksperiment fra et kvasi-eksperiment. I utvelgelsen av informanter er det i et eksperiment en fare for at uønskede faktorer skal spille for stor rolle. Dette kan i stor grad hindres ved å ta i bruk *randomisering* (Ringdal, 2007). Randomisering er en ideell form for utvelgelse og gjerne selve symbolet på ekte eksperiment, men denne metoden krever et relativt stort volum av deltakere for å ta vare på den indre validiteten.

Undersøkelsen min oppfyller ikke kravet om randomisert utvelgelse, og må derfor oppfattes som et kvasi-eksperiment. Kvaliteten på forskning kjennetegnes gjerne ved graden av høy validitet og reliabilitet. Validiteten i laboratorieeksperiment er høy fordi muligheten for kontroll er så stor. Problemet med slike eksperiment er at det kan gå på bekostning av realismen eller generaliseringen til det virkelige liv. Mitt opplegg er et feltopplegg og dermed er det ingen stor fare for at den indre validiteten skal forstyrres med henblikk på hvor realistisk det er.

I det eksperimentelle miljøet søker man å finne frem til en årsakssammenheng:

Når vi skal årsaksforklare en hendelse, er derfor alltid to spørsmål viktige; finnes det en hendelse i fortiden som kan ha forårsaket det vi vil forklare? Kan forbindelsen mellom de to hendelsene uttrykkes i en universell lov (Gilje, N., & Grimen, H., 1993).

I følge den tyske filosofen Carl G. Hempel inneholder en årsaksforklaring tre elementer:

- en beskrivelse av det som skal forklares
- en universell lov
- randbetingelser

I samfunnsvitenskapen er det få universelle lover, for samfunnsstrukturene endrer seg i takt med teknologisk, økonomisk og kulturell utvikling. Det er lettere å finne universelle lover i naturvitenskapen. Månens bane har holdt seg stabil lenge. I samfunnsvitenskapen snakkes det gjerne om statistiske sammenhenger. Likevel kunne det være fristende å påstå at *repetisjon* er underlagt en universell lov. I forskningsskissen min vises det til Tore Helstrup og boken "Hukommelse og glemsel", der han beskriver spor eller hukommelsesspor innenfor hukommelsespsykologien, og bevaring og gjenkalling av disse sporene. Under repetisjonen blir sporene i langtidsmminnet tydeligere, informasjonen blir satt inn i en meningsfull form. Dette

gjelder for alle mennesker til alle tider. På bakgrunn av dette er det rom for følgende resonnement:

- Beskrivelse av det som skal forklares: *Systematisk* repetisjon gir økt kunnskap og økte ferdigheter.
- Universell lov: Hukommelse hos mennesket opptrer som minnespor i hjernen etter gjentatte impulser.
- Randbetingelse: Systematisk repetisjon ved hjelp av teknologi (pc, mobiltelefon).

Årsakssammenhengen blir da at hukommelsen styrkes, noe som gir økt kunnskap og økte ferdigheter, eller rettere sagt som *kan* gi økt kunnskap og økte ferdigheter.

Resultatene forteller ikke nødvendigvis sammenhengen mellom variablene, men at det eksisterer en negativ eller positiv *samvariasjon* mellom dem. ”Repetisjon ved hjelp av digitale hjelpemidler” passer godt under benevnningen eksperimentelle studier, ettersom det her er snakk om å *teste en hypotese om årsakssammenheng mellom to variabler* (Halvorsen, 2008).

Hvordan kan digitale verktøy være med på å bevare kunnskapen gjennom repetisjon? For å forstå hvordan slik bevaring er mulig, må vi kjenne til hvilke mekanismer som opptrer i hjernen vår når informasjon eller kunnskap både skal innkodes og gjenhentes. Da er det nødvendig å kjenne til teorier om hvordan hukommelsen fungerer generelt, hvordan hukommelse og kognisjon henger sammen (læringsteorier), hvordan psykologiske modeller forklarer bevaring av minner og til slutt hvordan minner lagres fysiologisk i hjernen. Det siste er svært aktuelt for tiden, og dagens forskere knytter sine fysiologiske funn i nervecellene direkte opp mot kognisjon²⁷. Nervecellene er, i følge hjerneforskerne, selve grunnlaget for kognisjon og hukommelse, og har derfor en berettiget plass innenfor denne studien.

6.4 Teknologi

Selv om oppgavens grunnmur er hukommelse og kognisjon, er det likevel i hvilken grad umiddelbar repetisjon har på hukommelse vår som er det sentrale, sammen med hvordan slik repetisjon ved hjelp av digitale verktøy kan bidra til å ta vare på innlært kunnskap. Skolesamfunnet har investert store penger i datautstyr og infrastruktur, og

²⁷ <http://www.forskning.no/artikler/2003/januar/1042800258.86>

alle vil ha resultater. Det diskuteres om resultatene står i forhold til den økonomiske og kompetansehevende investeringen.²⁸ De digitale læringsplattformene LMS (Learning Management System) har etter hvert fått stor plass i skolen, og mange kommuner satser stort på dette foruremet. Forventningene har vært store, kanskje for store? Kan et nytt verktøy virkelig få stå stor innvirkning på resultatene i skolen?

Hvis vi legger undersøkelsen fra John Hattie (Visible learning, 2009)²⁹ til grunn, en studie hvor 80 millioner elever er involvert, så kommer effekten av IKT ut i varierende grad. Skriveprogram og matematiske program har en effektstørrelse på 0,44 og 0,43, noe som ligger i mellomsjiktet og må sies å være en typisk effektstørrelse - det vil si ikke særlig betydningsfull, men likevel i området for ønsket effekt. Når det gjelder fjernundervisning, er effektstørrelsen 0,09, altså i praksis lik null. Det er selvvurderingen og den "Piagetiske" måten å undervise på (gi elevene akkurat passe å strekke seg etter), som gir desidert størst uttelling med en effektstørrelse på 1,4 og 1,2.

Informasjonsteknologien er kommet for å bli i samfunnet, og teknologien må brukes som det verktøyet det er, på lik linje med andre verktøy, enten det nå er transportmidler eller andre hjelpemidler. Vi er neppe blitt klokere av bilen, men bilen sørger for at vi kan oppsøke og tilegne oss kunnskap, så indirekte er vi blitt klokere, med bilen som hjelpemiddel. Slik er det kanskje med den teknologiske utviklingen innenfor dataverden også; vi blir ikke klokere *av* verktøyet, men sammen *med* verktøyet kan vi utvikle oss?

Det ble nevnt innledningsvis at utgangspunktet ikke er at elevene lærer *av* IKT, men heller *med* IKT. I artikkelen "Do technologies make us smarter" (Salomon & Perkins 2005) skiller forfatterne mellom å lære *med* teknologi, å lære *av* teknologi og å lære *gjennom* teknologi. Ser vi på effekten som oppstår *med* teknologi er, er det åpenbart at teknologien gjør folk smartere i den forstand at de kan yte mer og utføre et arbeid mer effektivt med egnet verktøy (Salomon & Perkins 2005, s.77).

Kan så det kognitive mennesket oppnå noen effekt *av* teknologi, altså når teknologien blir "slått av" eller ikke lenger er oss i hende? I følge Solomon og Perkins er ikke gevinsten av generell karakter: En smed utvikler større muskler *av* verktøyet sitt, mens en bulldoserkjører gjør det ikke.

²⁸ <http://www.udir.no/Upload/Rapporter/5/LMS.pdf?epslanguage=no>

²⁹ http://www.learningandteaching.info/teaching/what_works.htm

6.5 *Hvem skal lage alle repetisjonsoppgavene?*

Hvis denne formen for repetisjon skal fungere i skolen, må det være andre enn lærere som lager oppgavene. Hverdagen til lærerne mener mange er sprengt for lenge siden:

Arbeidsoppgaver. I de siste 20 årene er lærerne blitt dynget ned med nye oppgaver uten at noe av det gamle er blitt fjernet. Nederst i haugen sitter delvis utbrente lærere i hopetall og lurer på hva de skal finne på (Aftenposten, 2008).

Det har neppe blitt noe forandring fra denne artikkelen ble skrevet og til i dag. Derfor kan det være en tanke at for eksempel forlagene, som gir ut lærebøker, også tilrettelegger for repetisjonsoppgaver knyttet til de samme bøkene. Det vil frigjøre tid for pedagogene, tid som kan brukes på motivasjon, inspirasjon og forståelse. Hvis ikke forlagene har kapasitet til dette, kan det åpne seg en mulighet for en ny yrkesgruppe, en slags ”pedagogsekretær” (på lik linje med legesekretær). En lege sitter ikke med innkalling/betaling etc. Legen bruker tiden på diagnose og helbreding.

Generelle ”forskerfeller”

Enhver undersøkelse har noen effekter som er felles for de fleste. En av dem er den såkalte *Hawthorne-effekten* som kan beskrives slik: Hvordan begrense utslaget av resultatene som kan spores tilbake til den ekstra innsatsen som informantene etter all sannsynlighet vil legge i arbeidet, i motsetning til kontrollgruppen. Som i alle andre undersøkelser vil det sikkert gi et visst utslag på resultatet, men ikke så stort at det vil forstyrre i vesentlig grad, i og med at informantene er kjent med mediet de skal jobbe med. Nyhetsinteressen er ikke den samme som hvis de skulle få mobiltelefon og pc i hendene for første gang. Da ville nok innsatsen sannsynligvis blitt atskillig større.

En annen sideeffekt er den *intensjonale handling*. Her tror personen som er delaktig i et forsøk at dette helt sikkert vil gi gode resultater, og med en slik positiv holdning vil det gi en positiv effekt. Aldersgruppen denne undersøkelsen er rettet mot, gjør at slike intensjonale handlinger mest sannsynlig blir begrenset, for de fleste i denne alderen har ikke et så reflektert syn eller metafysisk oppfattelse av egen læring at det etter min mening vil gi noen utslag i den ene eller andre retningen.

Milgrams-effekten handler om respekt overfor den som driver forskningen. Det vil mest sannsynlig være veldig individuelt hvordan informantene oppfatter situasjonen, og det kan tenkes at elevene har større respekt for noe de ikke har nærhet til. Da innbiller de

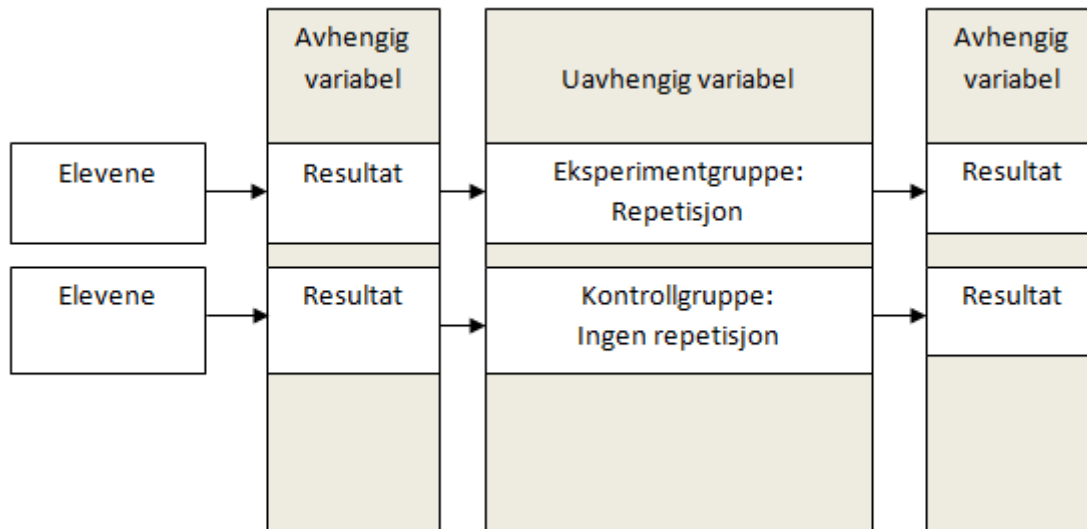
seg kanskje at det er mer alvorlig og seriøst, i motsetning til om de hadde hatt et ”kameratslig” forhold forskeren. Denne undersøkelsen foregår med teknologisk verktøy, og appellerer ikke til nærhet mellom informant og undersøker.

Et ”spøkelse” innenfor forskningen er når forskerne lager gode forklaringer ut fra feilaktig teori (instrumentalisme), jfr. *det geosentriske verdensbildet* som gav en solid forklaring på hvordan jorden var sentrum i solsystemet vårt. Nå er det vanskelig å sammenligne denne undersøkelsen med noen form for eksistensielle problemstillinger. Likevel er hukommelse et stort område innenfor menneskets utvikling, og det kan derfor være nødvendig å ha instrumentalismens fallgruver oppslått foran seg når det en gang skal konkluderes.

Til tross for at sideeffektene vil være representert i mindre grad, vil de ikke være så markerte at de vil kunne så tvil over konklusjonen om effekten av repetisjon ved hjelp av digitale hjelpemidler.

6.6 Variablene - operasjonell definisjon

I et eksperimentelt design er det faktorene eller variablene, representert ved eksperimentgruppe og kontrollgruppe, som blir manipulert og satt opp mot hverandre for å finne ut om denne manipulasjonen gir noen effekt i den ene eller andre retning. Den *avhengige* variabelen i undersøkelsen er *kunnskap* i matematikk. Repetisjonen ved hjelp av digitale hjelpemidler er intervensjonen eller den uavhengige variabelen. Designet er tenkt som et ”Nonequivalent Control Group Pretest-Posttest Desing”. Selv om gruppene i utgangspunktet ikke er likeverdige, vil vi kunne se på endringene i resultatene fra pretest til posttest. (Methods in behavioral research, Cosby 2003, s. 202 (se. fig.6).



Figur 6. Nonequivalent control group pretest-posttest design. Kilde: *Methods in behavioral research*, Paul C. Coszy. 2003.

Når det eksperimenteres med noe er man på jakt etter om det finnes årsakssammenhenger mellom ulike variabler innenfor et bestemt miljø, der den uavhengige variabelen (her; hvordan undervisningen forløper) blir manipulert i forhold til den avhengige variabelen (resultatene og kunnskapen i matematikk).

Oppstår det en signifikant forskjell i gjennomsnittsskåre i posttesten, gir det ikke automatisk grunnlag for å si at det er årsakssammenheng, fordi det alltid er en mulighet for at eksperimentet blir påvirket av uforutsette eller ukontrollerbare variabler.

6.7 Reliabilitet og validitet

Målingene i undersøkelsen går ut på å tallfeste resultat ut i fra en gitt poengsum, etter en test knyttet til et læreverk fra forlag. Denne måten å måle resultat på er godt innarbeidet i skolen, og i faget matematikk er det lite rom for skjønn når det gjelder bedømming. Resultatene er forelagt som hele karakterer. Derfor er det *reliabiliteten* eller påliteligheten til målingene i denne sammenhengen innenfor et akseptabelt nivå.

Når det gjelder *validiteten* kan det stilles spørsmål om variablene faktisk representerer det som det skal: *Er det sammenheng mellom kunnskapsnivået i matematikk og måten det repeteres på (begrepsvaliditet)?* Hvis det oppnås signifikans av høy grad kan det være en indikator på at validiteten er god. Den ytre validiteten ligger i om repetisjonsmetoden lar seg overføre i praksis (generaliserbar) etter at eksperimentperioden er over. Hele opplegget er bygget på allerede eksisterende

kunnskap og praksis, og veien fra eksperiment til implementering i skolen skulle være kort for alle. Redskapene og teknikken er kjent, og de økonomiske aspektene er innenfor rimelighetens grenser (utsending av sms).

7 Gjennomføringen av undersøkelsen

7.1 Grunnlaget for undersøkelsen

Undersøkelsen er blitt meldt Personvernombudet for forskning. Grunnlaget for undersøkelsen er matematikkunnskapene til ungdomsskoleelever (8. og 9. trinn). Temaene i fagbøkene er stort sett sammenfallende fra de ulike forlagene: *Geometri, hele tall, måling – deler og desimaler, data og diagrammer, prosent og sammenhenger*. Lærebøker som er valgt er "Grunntall" fra forlaget Elektronisk Undervisningsforlag AS, og «Tetra» fra samlaget. Repetisjonsoppgavene er blitt satt sammen på grunnlag av tester og repetisjoner fra disse bøkene, og tilpasset miljøet i læringsarenaen it's learning.

Undersøkelsen har som hovedmål å finne ut sammenhengen mellom repetisjon av innlært kunnskap og resultatoppnåelse, men samtidig spesifikt å finne ut om repetisjon etter et helt bestemt tidsrom (reminisens – ca.10 minutter etter innlæring) og om retroaktiv interferens (repetisjon etter hvile) også har innvirkning på utfallet. I tillegg er *selvhøring* (aktiv bearbeiding av kunnskap) et fenomen som hører med til undersøkelsen, ettersom oppgavene krever denne type øvelse. Det hele settes inn i en teknologisk ramme, som skal avdekke om digitale verktøy som pc og mobiltelefon egner seg til denne formen for repetisjon. En del av oppgaven vil ta for seg ev. kjønnsmessige ulikheter i resultatene.

7.2 Fremgangsmåten

Eksperimentgruppe og kontrollgruppe fikk prøve seg på oppgavene. Kontrollgruppen gjorde foreløpig ikke mer. Eksperimentgruppen fikk så - etter 10 minutters pause (reminisens) - prøve seg på oppgavene på nytt (selvhøring/overlæring). Etter 10 timer (samme kveld) fikk de SMS om neste repetisjon, og – for én gruppe sin del – repetisjon dagen etterpå (retroaktiv interferens – etter hvile/søvn). Neste repetisjon med påminning på SMS kom etter en uke, og til slutt etter 1 -2 måneder. Pilotgruppen hadde i tillegg en

repetisjon 6 måneder etter innlæring. Kontrollgruppen var passiv og foretok ingen repetisjoner før posttesten (se vedlegg om ”skjematisk opplegg”).

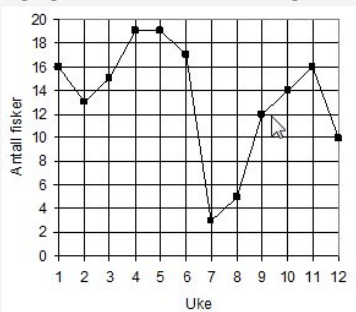


1. repetisjon

Spørsmål 1

Oppgave 1

Charlotte har akvarium med mange fisker. Naturen går sin gang i akvariet, så noen fisker blir født, og noen dør. Charlotte tar derfor en opptelling i akvariet en gang i uken for å finne ut hvor mange fisker hun har. Hun tegner denne kurven:



Hvor mange fisker hadde Charlotte den 2. uken?

Figur 7. Eksempel på repetisjonsoppgave på it's learning.

Eksperimentgruppen har fått mulighet til å gjennomføre repetisjoner ved hjelp av læringsplattformen it's learning, mens kontrollgruppen har fulgt vanlig undervisning uten ytterligere form for repetisjon. Resultatene fra prøvene har vært gjenstand for analyse.

Elever på 8. og 9. trinn fra tre forskjellige ungdomsskoler i to ulike kommuner har vært deltakere i undersøkelsen. I utgangspunktet vil validiteten være størst ved at kontrollgruppen tilhører det samme miljøet som eksperimentgruppen, slik at de får tilnærmet lik undervisning. Dette oppnås best ved at gruppene er i samme klasse og får samme type undervisning, men i og med at det er resultatene og de eventuelle forskjellene fra posttesten og pretesten som skal analyseres, så har ikke selve undervisningen så mye å si for utfallet. Derfor har jeg valgt å la hele klasser være henholdsvis eksperimentgruppe og kontrollgruppe, for å unngå for store inngrep i undervisningen. (Hvis klassen skulle deles, måtte den ene halvparten fått ett alternativ de gangene det er snakk om repetisjon i skoletiden).

En forutsetning for høy svarprosent er at deltakerne ikke må foreta seg unødige anstrengelser, som for eksempel uklare spørreskjema eller omstendelige utlegginger om hvordan det hele skal foregå. Dette har jeg prøvd å ta hensyn til ved utforming av spørsmål og ikke minst antall oppgaver (8 – 10 oppgaver i hver enkelt repetisjon).

7.3 Informanter - antall og utvelgelse

For å få best mulig resultat i en eksperimentell undersøkelse er det en fordel med så stort volum av informanter som mulig. Jo flere som er med, jo større blir validiteten og generaliseringen. ”For å kunne foreta statistiske analyser bør størrelsen på utvalget være minst 30, og skal man sammenligne grupper må det være minimum 30 i hver gruppe” (Halvorsen & Kane 1985).

Dette har med feilmargin å gjøre. Feilmarginen reduseres ikke lineært, så når utvalget overstiger en viss mengde (150 til 200 enheter) reduseres ikke feilmarginen vesentlig. I min undersøkelse legges det opp til et antall på ca. 180 informanter. Et representativt utvalg kan, igjen i følge Halvorsen & Kane, gi mer troverdige resultater enn et større, men *ikke* representativt utvalg. Hvis vi ser bort fra tilfeller med spesifikke vansker, er skoleelever en relativt ensartet eller homogen gruppe, noe som etter min mening kan forsvare et såpass begrenset utvalg.

7.4 Tidsperspektivet

I alle undersøkelser er tidsforløpet av vesentlig karakter. Noen studier egner seg best for perioder på flere år (utvikling av sykdom, testing av medisiner), mens andre kan gjøres på langt kortere tid (Ringdal 2007). Skolesystemet innbyr til aktivitet innefor en helårs eller halvårssyklus, ettersom prøver og eksamener blir lagt til disse periodene. Å foreta undersøkelsen over en lengre periode kan like gjerne gi effekter i form av modning av elevene og – i mitt tilfelle – fare for frafall som kan gjøre eksperimentet mitt vanskelig å gjennomføre. Undersøkelsen min har derfor hatt en ramme på ca. 2 mnd.

7.5 Nærhet/avstand til deltakerne

Dette eksperimentet innbyr ikke til nærhet blant deltakerne. Teknologien står som et bindeledd mellom informantene og forskeren, og det trenger ikke være kontakt mellom dem i det hele tatt. Fordelen med denne distanserte observasjonsmetoden er at atferden til deltakerne ikke blir påvirket i særlig grad når de ikke direkte blir oppfattet som observert. Ulempen er at når forskeren ikke har direkte kontakt med eksperimentgruppen, får vedkommende ikke så god oversikt over forløpet før undersøkelsen er over og skal evalueres, uten særlig mulighet til å justere noe underveis.

7.6 Repetisjonsforløpet

A: Introduksjon og gjennomgang av oppgavene, pretest

Innlæringen (innkoding) av stoffet utføres på skolen, og det er en forutsetning at elevene i første omgang har forstått lærerens forklaring. Innlæringen er av vesentlig karakter, for det er her grunnlaget for videre bearbeiding blir dannet. Endel Tulving, en av pionerene innen for kognitiv psykologi i moderne tid, har introdusert prinsippet om innkodingsspesifisitet (Thomson & Tulving 1970). Dette går ut på at vi husker bedre hvis gjenhentingssituasjonen er mest mulig identisk med innlæringssituasjonen.

Begrepet brukes ofte innen idretten, hvor: *”trening som er mest mulig lik konkurranseøvelsen har best innvirkning på prestasjonen. For at man skal få stor spesifisitet på treningsøvelsene er det om å gjøre å få treningsøvelsen til å ligge så nær opp til konkurranseøvelsen som mulig.”* (Norges Friidrettsforbund³⁰). Overført til hukommelse kan vi si at denne bedres når betingelsene under *gjenhenting* matcher betingelsene under *innkoding* (Tulving & Thomson, 1973).

I denne undersøkelsen vil ikke dette kravet innfris, for gjenhentingssituasjonen opptrer i et annet miljø (digitalt), mens Tulving skiller mellom semantisk og episodisk minne. Kunnskap, og særlig matematisk kunnskap, er semantisk kunnskap (meningsbærende) og dermed abstrakt og/eller situasjonsuavhengig (Helstrup og Kaufmann 2000, s.141). Slik sett har ikke dette prinsippet så stor innvirkning på forløpet i undersøkelsen. Til repetisjonsoppgavene er det valgt tema innenfor tid, valuta og målestokk.

B: Første repetisjon, ca. 10 minutter etter innlæring - reminisens

Etter et friminutt på 10-15 minutter skal elevene prøve de samme oppgavene selv, og de må kontrollere om svarene er rett og at de forstår løsningene (aktiv bearbeiding).

Bearbeiding av stoffet har avgjørende betydning for hvor godt informasjonen gradvis omformes til semantisk (meningsbærende) lagring til langtidsminnet (Craik og Lockhart, 1972). Craik og Lochart mente at *aktiv* bearbeiding gir sterkere minner enn *passiv* og mekanisk repetisjon (Helstrøm & Kaufmann 2000). Helstrup & Kaufmann viser til forskning omkring dette (Craik & Watkins 1973; Craik & Tulving 1975), og skriver på s. 116 i ”Kognitiv Psykologi” (2000):

³⁰ <http://www.friidrettstrening.no/spesifisitet.html>

Observasjoner har vist at ren gjentakelse, om enn utført aldri så mange ganger, kan ha forbløffende liten læringseffekt. Informasjonen kan riktignok holdes gående i korttidshukommelsen, men med mindre en viss bearbeiding foretas, overføres lite informasjon til langtidslagring.

Repetisjonsoppgavene har en slik utforming at ren gjentakelse ikke vil fungere. Det er lagt inn nye verdier i hver ny repetisjon, slik at informanten blir tvunget til å tenke gjennom hvordan løsningen på oppgaven er. Her må de nye verdiene settes inn i ”gamle skjema” (akkomodasjon, se pkt. 5.1.4 om konstruktivisme).

Når elevene har svart, lagres oppgavene i en utvalgsmappe. På denne måten opprettes det en datert dokumentasjon over utført arbeid til senere bruk når undersøkelsen skal oppsummeres og analyseres.

Denne repetisjonsfasen like etter en forklaring/gjennomgang er viktig, for her inntreffer et fenomen som kalles *reminisens*, som kort fortalt er et tidspunkt der hjernen er mest mulig mottakelig for både kunnskap og ferdigheter. Buzan (1978) mener at man husker best etter en tidels periode etter innlæring, slik at det ideelle tidspunktet for å gjenta det man har lært vil etter en times forelesing være 6 minutter. Dette er blitt tilpasset til et normalt friminutt i skolen (dvs. ca. 10 minutter). Ved å repetere etter en slik pause, vil forståelsen gå lett og holde seg i 10 tidsenheter, før det må repeteres igjen (Buzan, 1978). Oppdelt læring gir flere *reminisens*perioder og dermed flere ”høydepunkt” for hjernen til å motta informasjon og bearbeide informasjon. Hintzman (1978) har også et tidsrom på 10 minutter som det ideelle tidsrom for å repetere, men han mener dette først og fremst gjelder ferdighetstrening.

Uten aktivt å gjøre seg nytte av dette, vil den nyervervede kunnskapen fort glemmes (se figur 1, Ebbinghaus forgetting curve), særlig gjelder dette hvis det i en påfølgende time handler om helt andre ting. Da utsettes det som nettopp er innlært for interferens eller forstyrrende elementer. Når man repeterer det man allerede kan, inntreer overlæring, et begrep som Hermann Ebbinghaus (1850-1909) innførte. Overlæring forekommer når øvelsene fortsetter etter at de kan repeteres feilfritt.

Ebbinghaus er blitt kritisert for bl.a. å bruke ord uten mening (nonsense syllables) i sine forsøk, og at gjenkallingen kun er mekanisk og uten mening. Han er dessuten blitt kritisert for at han brukte seg selv som studieobjekt. Like fullt har teorien hans holdt seg forbausende godt i 150 år, og er blitt mye brukt som grunnlag for videre studier (Karlsen, P.J. 2008). Ebbinghaus hadde satt en trend innenfor hukommelsesforskning,

som står fortsatt på plass i dag (Hunt & Ellis 1999).

Samtidig som reminisens kan være med å forsterke minnene i denne første repetisjonsfasen, kan det oppstå interferens hvis ikke det som blir repetert ligner mest mulig på det som ble innlært. Interferensteorien (e.g., McGeoch, 1942); (Hunt & Ellis, 1999) snakker om to ulike mekanismer; response competition & unlearning. Response competition oppstår når ett signal blir assosiert med to forskjellige svar. Hvis denne første repetisjonen ikke stemmer helt overens med det som ble innlært, vil disse to komme i konkurranse med hverandre, det siste inntrykket kommer i konflikt med det første, noe som fører til *unlearning* eller avlæring. Derfor er det viktig at denne første repetisjonen samsvarer helt med det nylig lærte. Oppgavene som elevene får er identisk med den de møtte under innlæring, det er bare tallverdiene som er byttet ut, slik at denne formen for interferens skulle være minimal.

C: Andre repetisjon. Ca. 10 timer etter innlæring.

Den viktigste psykologiske faktoren som avgjør om informasjon overføres fra korttidshukommelsen til langtidshukommelsen er hvor ofte den gjentas (Atkinson og Shiffrin, 1968) og hvor godt den er bearbeidet etter at den først er blitt lagret i langtidshukommelsen (Craik og Lockhart 1972). Dette er helt på linje med Ebbinghaus sin "forgetting curve". I "Læring, hukommelse og glemsel" utdyper K. B. Madsen dette med overlæring. Han illustrerer det på følgende måte: Hvis det måtte 10 gjennomlesinger til for å lære en sangtekst, og man så leste den 5 ganger til, ville det være 50 % overlæring. 10 ganger til ville være 100 % overlæring. Med 100 % overlæring er det nesten ingen glemsel. Denne repetisjonen skal fortrinnsvis gjøres 10 timer etter forrige repetisjon, det vil si at den skal utføres om kvelden samme dag som innlæringen har funnet sted. Repetisjon foretatt om kvelden er en god tid for lagring til langtidshukommelsen, for da får man med seg effekten med hvile dagen etterpå. Etter hvile husker man best, for da utsettes ikke hjernen for interferens av andre inntrykk. Når to inntrykk hindrer hverandre kalles det for interferens. (*Proaktiv* interferens; det første inntrykk gjør det vanskelig å lære eller huske det etterfølgende inntrykk, *retroaktiv* interferens; det *etterfølgende* inntrykk gjør det vanskelig å huske det foregående inntrykk (baklengs forstyrrelse) (Helstrup 1984). Hvile etter innlæring forhindrer *retroaktiv* (det motsatte) interferens, fordi søvn inneholder færre forstyrrende inntrykk enn våken tilstand. Forskning viser at det er tydelig mer hukommelse etter søvn (Jenkins og Dallenbach, 1924), (Helstrup, T, s. 133), (Fig.3).

Elevene vil få påminnelse via sms, og repetisjonen skal foretas på it's learning. Denne repetisjonen vil eleven normalt ikke bruke mer enn 10 – 15 minutter på.

D. Repetisjon etter hvile

Søvn inneholder færre forstyrrende inntrykk enn våken tilstand, og for å utnytte denne effekten etter hvile, eller rettere sagt for å unngå retroaktiv interferens, er det satt opp en repetisjonsøkt den påfølgende dagen på skolen. Bearbeidelse etter søvn forhindrer altså retroaktiv interferens (Jenkins og Dallenbach, 1924), og er et ideelt tidspunkt for å gjenta det som ble gjennomgått før søvn. Nye inntrykk eller ny informasjon har ikke fått sjansen til å forstyrre allerede innlært stoff. Tilbakevirkende interferens eller *retroaktiv interferens* har ikke trått i kraft. Det mest ideelle hadde vært om elevene hadde gjort repetisjonen like etter at de våknet, men tiden er knapp om morgenen, særlig for ungdommer, så oppgavene ble lagt til skoletiden.

E: Tredje repetisjon. Etter én uke.

Nå er det i hovedsak snakk om overlæring av innlært stoff og bearbeiding i langtidsminnet (selvhøring er et tilbakelagt stadium). Overlæring er det stadiet der man gjentar noe man allerede kan eller har kunnskap om (Madsen, K.B., 1970); Ebbinghaus, 1885).

Elevene får påminnelse via sms den dagen de skal logge seg på læringsplattformen og gjennomgå oppgavene på nytt. Repetisjonen det nå er snakk om er igjen aktiv bearbeiding i en vekselvirkning mellom korttidsminnet og langtidsminnet. Det som nå skal huskes, hentes fram fra langtidsminnet og ”kopieres” til korttidsminnet (arbeidsminnet). Uten disse bearbeidingsprosessene overføres lite til langtidslagring (Craig & Watkins, 1973). Repetisjon i korttidshukommelsen (vedlikeholdsrepetisjon) er kun midlertidig bevaring. Det er samspillet mellom korttidsminnet og langtidsminnet som virkelig arbeider i dybden (på et helt annet nivå), og på den måten gjør langtidseffekten sterkere. Det er også ved gradvis bearbeiding at informasjonen omformes til å være meningsbærende (semantisk) (Helstrup og Kaufmann 2000). I forhold til det fysiologiske i hjernen, kommuniserer nervecellene via synapsene. Ved repetisjon og gjentakelse av handlinger, endres de og overføringen av impulsene

mellom hjernecellene går lettere. Det blir dessuten dannet nye forbindelser mellom nervefibrene som signalet følger.³¹

F: Fjerde repetisjon etter én til to måneder, posttest

Forskerne har lenge trodd at minnene, når de ble lagret grundig nok, til slutt ble festet til hukommelsen en gang for alle. Nyere forskning viser at selv de minnene som ligger i de dypeste lagene i hjernebarken kan bli visket ut hvis de blir hentet frem igjen og fornyet eller oppdatert. Da endres minnene og lagringen forstyrres, slik at de gamle minnene kan forsvinne bare ved å tenke på dem³². Hvis det som da gjenhentes ikke blir relatert til det som ble lært ved forrige gjenhenting eller innlæring, vil de gjenhentede minnene forstyrres og glemmes. Derfor er det viktig at oppgavene har samme ordlyd og at det bare er verdiene som byttes ut.

Elevene fikk påminnelse via sms og svaret ble levert på nettstedet eller plattformen hvor elever og lærere utveksler filer (it's learning). Forventet tidsbruk er i underkant av en halv time. Levering på it's learning har sine fordeler når det gjelder grunnlaget for senere analyse, for her lagres alle data, ferdig utregnet med karakterer.

Repetisjonen etter denne perioden har med styrken på gjenkalling å gjøre. Først er informasjonen for svak for både gjenkjenning og gjenkalling. Etter hvert vil det nå en styrke som gjør det mulig å gjenkjenne. Til slutt vil gjenkalling være mulig. På denne måten vil aldri et minne kunne gjenkalles uten først å bli gjenkjent (Ellis & Hunt; (Helstrup & Kaufmann 2000, s. 143).

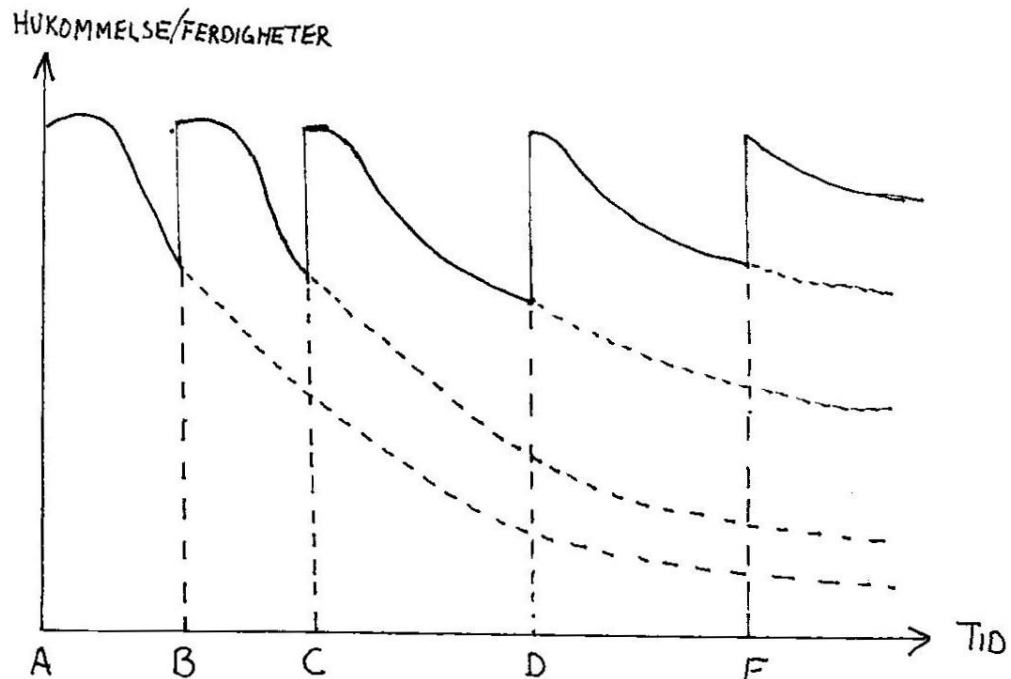
Teorien til Ellis & Hunt om gjenkalling og gjenkjenning er tilbakevist av Tulving, som mener at gjenkalling og gjenkjenning mest sannsynlig opptrer uavhengig. Det er gjort en rekke eksperimenter for å teste denne hypotesen, blant annet Tulving & Wiseman (1975), der forsøkspersonen gjenkaller et ord, uten først å gjenkjenne samme ordet. Det er fortsatt debatt hvorvidt disse eksperimentene virkelig påviser uavhengighet mellom gjenkalling og gjenkjenning (Helstrup & Kaufmann 2000, s. 144).

Karslen (2008) har flg. allegori når det gjelder langtidsminnet: ”*I motsetning til banksystemet, må du i langtidsminnet ta ut for å få renter*” (“*Hva er hukommelse*”, 2008). Med dette mener han at jo oftere du henter noe fra langtidsminnet, jo mer blir det av det. Setter vi dette inn i en illustrasjon, kan bevaringen (retensjonen) i

³¹ http://brage.bibsys.no/nmh/bitstream/URN:NBN:no-bibsys_brage_11187/1/Pages%20from%20BOKA_020708-12_Borchgrevink.pdf :

³² <http://www.forskning.no/artikler/2003/november/1069333195.87>

langtidshukommelsen kanskje beskrives slik (figur 8, illustrasjon laget på grunnlag av de forskningsresultatene som er beskrevet til nå):



Figur 8. Skjematisk tegning over bevaring av minner (egen ill.)

Figur 11 viser hvordan kunnskapen eller ferdighetene blir beholdt i større og større grad etter hver repetisjon (A, B, C, D og E).

7.7 Digitalt samarbeid med informantene og lærerne

Undersøkelsen var helt avhengig av et godt samarbeid med de lærerne som er involvert. En av forutsetningene var at det ikke skulle medføre nevneverdig merarbeid for dem. Dette har jeg hatt i tankene hele tiden, og det har til en viss grad vært med på å styre utviklingen av undersøkelsen. Derfor la jeg opp til at det i første omgang kun var innføring i problemstillingen og tilbakemelding om resultatene fra pre- og posttestene som skulle være deres hovedoppgave. Pre- og posttestene er laget på grunnlag av de testene som står i lærebøkene, og som vanligvis blir kjørt i enhver klasse etter endt kapittel. Det var ellers viktig å få lærerne med på ideen om at repetisjon er viktig, og at det var god sjanse for at de ville få resultat igjen i form av økt læring blant elevene.

Informasjons- og kommunikasjonsteknologien har vært sentral i denne undersøkelsen.

Meningen med å bruke digitale hjelpemidler til repetisjonen har vært at det meste skulle forgå automatisk – uten for mye organisering, og at det skulle komme til bestemte tider for best mulig å utnytte effektene av gjentakelse. Først for fremst er det elevenes muligheter innen for kommunikasjonsteknologien når det gjelder bearbeiding av kunnskap som har i fokus. Samtidig er selve undersøkelsen et produkt av digital kommunikasjon mellom undertegnede, informanter og samarbeidspartnere på skolene. Selv om digitaliseringen i prinsippet har gjort kommunikasjonen veldig rask, har Internett og bruken av e-post vært både et hinder og et godt hjelpemiddel under arbeidet med eksperimentet. Dette er utvilsomt et paradoks som må forklares litt nærmere: I dag har e-posten erstattet mye av telefontrafikken. Fordelene er mange og etter hvert velkjente. Du slipper å stå i kø og vente på tur, du slipper å ringe og kanskje ikke treffe på den du søker, osv. Derfor sender vi en e-post. Problemet er at vi ikke bare får én e-post lenger. Vi får utallige e-poster, og det første vi gjør er å luke bort reklame, siden det er det mest uvesentlige. Vi skummer gjennom overskriftene for i det hele tatt å ha en sjanse til å komme gjennom alt, og svarer bare på det vi absolutt må svare på, eller som vi liker og har interesse av. Alt det andre forsvinner i det store sluket. Det første vi gjør er å slette mest mulig i innboksen, slik at det er mulig å komme gjennom det som er vesentlig, og knapt nok det. Det ligger alltid en rekke e-poster som ikke er åpnet i det hele tatt. Avsenderen forteller som regel om det verdt å åpne, dernest kommer emnet, så språket og så skrivemåten. Dette skjer i løpet av ett sekund. Ingen tid å miste. Thomas Hylland Eriksen beskriver dette fenomenet i boken «Øyeblikkets tyranni» (2002), der han snakker om å bli fanget av nåtidens kommunikasjoner, og da særlig e-post. På den tiden boken ble skrevet så fantes det verken smarttelefoner eller Facebook, og likevel var han på det tidspunktet allerede trengt opp i hjørne. Hva har så dette med min oppgave å gjøre?

Nesten alt innenfor undersøkelsen har foregått digitalt. I ett tilfelle har det vært personlig møte med lærer, og i noen tilfeller et par telefonsamtaler. Dette har vært en utfordring i seg selv, og *paradokset* er at selv om den digitale dialogen kan være lynrask, så kan den også fremstå som en ”evig runddans” med utallige brev frem og tilbake. Særlig hvis vi sammenligner med en telefonsamtale. En mengde e-poster og flere dagers arbeid ble i dette tilfellet erstattet med telefonsamtale av kun ti minutters varighet. Grunnen til at det likevel ikke ble tatt i bruk flere telefonsamtaler og personlig møte i større grad enn det ble gjort, var av hensynet til den travle hverdagen som de fleste lærere har, og at det ville være enklere for dem å svare en e-post når de hadde tid

og overskudd til å gjøre det. En e-post kan besvares når det tidsmessig passer best, i motsetning til en telefonsamtale som foregår i et bestemt øyeblikk.

7.8 Skolene

Ungdomsskoler (8. og 9. trinn) ble valgt til eksperimentet, fordi det var denne aldersgruppen som stort sett hadde mobiltelefon som var egnet for oppgaven på dette tidspunktet. Bare i løpet av forskningsperioden forandret dette bildet seg drastisk, og nå har også de fleste på mellomtrinnet avanserte smarttelefoner, og noen har også lesebrett (f.eks. ipad) med skjerm som kan måle seg med bærbar pc. Hvis denne teknologien hadde vært utbredt i større grad da eksperimentet startet, ville repetisjonsoppgavene mest sannsynlig blitt utført ved hjelp av dette nye, digitale hjelpemiddelet. Skolene har sin tilhørighet i både storby og landsbygd, men de kulturelle sidene ved dette er ikke blitt tatt opp i denne oppgaven. Alle ungdomsskolene er kommunale ungdomsskoler i Hordaland fylke; skole 1 (ca 450 elever), skole 2 (ca. 500 elever), skole 3 (ca. 600 elever) og skole 4 (ca. 170 elever). Klassene som deltok i undersøkelsen hadde alle full størrelse, dvs. ca. 30 elever, unntatt to klasser som hadde omkring 15 elever. 7 lærere har deltatt i undersøkelsen, og alle har vært erfarne ungdomsskolelærere.

Når kontakten var opprettet og avtalene om gjennomføringen var lagt, viste det seg at det skulle bli vanskelig å gjennomføre undersøkelsen med eksperimentgruppe og kontrollgruppe i samme klasse, i og med at den delen av klassen som ikke skulle repetere, måtte ha vikar eller ev. få et alternativ opplegg. Dermed måtte opplegget tilpasses en del, og det ble til at eksperimentgruppe og kontrollgruppe tilhørte ulike klasser. Likevel åpnet det seg en mulighet for å få en skole hvor samme lærer underviste både eksperimentgruppen og kontrollgruppen (skole 4). En annen utfordring oppsto da lærere uteble fra skolen grunnet sykdom eller annet frafall. Dette førte til at et par repetisjonsøvelser ved noen skoler måtte utsettes i tid og tilpasses ytterligere. Særlig gjaldt dette oppgavene knyttet til reminisens.

7.9 Dataprogram/miljø

Det var en vanskelig oppgave å finne frem til det rette mediet å presentere oppgavene i. Mange program hadde kvaliteter i seg som var egnet til bruk for slik repetisjon. Et av dem var "ViewletQuiz" fra Riventi. Programmet har gode utformingsmuligheter, godt design og gir en utfyllende beskrivelse av resultatene. Det har imidlertid en del

begrensninger når det gjelder å lenke seg ut av oppgavesettet, noe som det ofte vil være behov for. Programmet er styrt av en server i USA og gir respons i lokal tid. Det avgjørende for at det ikke ble dette programmet var likevel prisen.

”Hot Potatoes” er et gratis program med åpen kilde. Det er relativt begrenset når det gjelder design, men selv om det fremstår som litt kjedelig, er det fullt mulig å gjøre seg nytte av det. Ulempen er imidlertid at det ikke er noen form for automatisk registrering av svarene. Elevene måtte sende svarene på e-post til lærer. Dette ville generere en god del ekstraarbeid for lærerne, og programmet ble dermed uaktuelt.

”Lectora” kommer fra samme leverandør som ”ViewletQuiz”. Her er det også gode muligheter for design, men på samme måte som ”Hot Potatoes” er det ingen automatisk registrering og tilbakemelding av resultat. Programmet krever lisens og har en relativ høy brukerterskel fordi det krever en viss form for tradisjonell programmering. Kostnader og brukerterskel gjorde da sitt til at dette programmet ikke ble aktuelt.

Ettersom skolene hele tiden må tenke økonomi, falt til slutt valget på LMS (Learning Management System) og læringsplattformen *it's learning*, fordi skoler som har valgt dette, har allerede foretatt investeringene. Programmet gir rask og meget god tilbakemelding av resultatene. Det er også et kjent miljø som personalet er blitt opplært i å bruke. Dette i seg selv er kostnadsbesparende, så da var det naturlig at valget falt på denne læringsplattformen. Programmet har også muligheter for utsendelse av SMS, men dette ble ikke aktuelt fordi det pr. i dag (2011) ikke finnes muligheter for å snevre utsending til enkeltgrupper eller enkeltelever. Ettersom det påløper kostnader med SMS, var det ikke mulig å benytte seg av denne muligheten. Å sende SMS passer imidlertid som hånd i hanske for et slikt repetisjonsopplegg, så når det åpnes for å sende ut meldinger til enkeltgrupper, vil dette være en effektiv plattform for denne type oppdrag.

7.10 Oppgavene

Matematikkfaget er et fag som gir raskt svar på om du har gjort oppgavene riktig eller feil, og derfor ble nettopp dette faget valgt som måleredskap i undersøkelsen. I første omgang var språkfag som engelsk aktuelt, men ettersom det allerede fantes studier omkring undervisning i engelsk ved hjelp av mobiltelefon,³³ var det naturlig å prøve et

³³ <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2007.00801.x/abstract?userIsAuthenticated=false&deniedAccessCustomisedMessage=>

annet fag, for å se om virkningen var den samme i realfag. Dessuten var det viktig å bringe frem en ny side ved repetisjonen, en side som ikke forskere tidligere hadde sett på, nemlig *forståelsen*. Ebbinghaus har som tidligere nevnt fokusert på dette med å gjenta *nonsense syllable* (ord uten mening), og derfor kunne det være interessant å flytte fokuset over på repetisjon knyttet til *forståelse*, slik innholdet i faget matematikk først og fremst dreier seg om.

Før læringsarenaen it's learning ble valgt, var nettstedet fra ulike forlag aktuelle, bl.a. nettressursen "Sirkel" fra Aschehougs. Fordelen med slike nettsteder er at her er det forlaget selv som lager oppgavene, og oppgavene er nært knyttet til fagbøkene. På den måten slipper lærerne å bruke tid på å lage oppgaver, og oppgavene kan kvalitetssikres med hensyn til å stemme overens med fagbøkene. Det mest ideelle hadde vært en ordning der forlagene sendte svarene direkte tilbake til skolene. Det er sikkert mulig å få det implementert i en læringsplattform også. En av grunnene til at et slikt nettsted ikke ble valgt, var at oppgavene ikke fornyet seg med hensyn til tallverdiene, og dermed ikke ville passe inn i repetisjonsprogrammet mitt som krevde nye verdier fra gang til gang for å unngå kopiering.

Dermed ble det til at oppgavene ble laget i oppgaveverktøyet i it's learning, og de skolene som sa seg interessert i å være med på undersøkelsen brukte matematikkverket «Grunntall» (Elektronisk undervisningsforlag AS) og «Tetra» (Samlaget).

Læringsplattformen it's learning utvikler seg hele tiden, men har ennå ikke de samme mulighetene som for eksempel programmeringsverktøyet «lectora» har når det gjelder å lage eget design. Oppgaveverktøyet "multiple choice" (flervalgsoppgaver) en teknikk som er mye brukt i forbindelse med prøver. Dette er en form for oppgaver som bevisst er unngått i studien, fordi flervalgsoppgaver appellerer i stor grad til *gjenkjenningssprinsippet*, mens opplegget i dette eksperimentet først og fremst går ut på *gjenkalling*, altså å kunne huske hvordan man skal løse et problem *uten* hjelpemidler, og uten valgmuligheter. Å gjenhente noe har to former, den ene går på gjenkalling (recall) og den andre på gjenkjenning (recognition). For å få avdekket evnen til å gjenkalle, måtte oppgavene lages slik at brukeren aktivt måtte løse problemstillingen gjennom å huske det som var lært, og ikke bare velge fra en liste, slik "multiple choice" innbyr til.

Det ble også stilt store krav til oppgavene med hensyn til fasiten, ettersom det ble benyttet et automatisert rettesystem. Svarfeltet i oppgavene måtte defineres for å kunne ta i mot et stort antall måter å skrive på, enten det ble brukt store bokstaver,

mellomromstast, forkortelser osv. Eksempelt under (oppgave 4) viser hvordan den automatiske rettingen må ta høyde for ulike input:

Oppgave 4

Fem kusiner var 7 år, 10 år, 14 år, 3 år og 14 år. Finn variasjonsbredden.

Her er det rom for mange kombinasjoner i svarefeltet:

Bl.a.: 11år, 11 år, 11År, 11 År, 11ÅR, 11 ÅR

Å lage disse automatiske vurderingene tok helt sikkert lengre tid enn om det var blitt vurdert manuelt, men litt av poenget var at denne formen for repetisjon skulle være automatisert, nettopp for ikke å belaste lærerne med ekstraarbeid. Her er det forlagene ev. bør komme på banen og sørge for både oppgaver og retting. Nå ble det i denne undersøkelsen dobbeltsjekk med manuell vurdering, for å fange opp ev. feilkilde i den automatiske vurderingen.

Bruk av Learning Management System (LMS) som dokumentasjon

Læringsplattformene gjør det mulig å spore elevene over hele skoleløpet. Her kan vi ikke snakke om “blanke ark og farjestifter tel”, fordi fortiden ligger der og kan hele tiden dokumenteres. Fordelen med denne lagringen og muligheten for å hente frem igjen oppgaver og resultater, er at både eleven, foreldre og lærere kan se på utviklingen og kanskje trekke noe lærdom av det. Ulempen er nettopp det at man aldri kan frigjøre seg fra noe som ikke har fungert, og de blanke arkene vil aldri bli helt blanke. Dårlige resultater kan settes opp mot manglende innleveringer, altså gjøres til en ”disiplinærsak”. I “Overvåking og straff” beskriver den franske filosofen Michel Foucaults (1994) det fullkomne disiplinære apparat, et «panoptikon», som ved et eneste blikk kan se alt, hele tiden. Et «panoptikon» er en bygning, eller et fengsel, hvor vokterne er plassert i sentrum og kan se alt som fangene gjør, uten at fangene kan se dem. Et nærliggende spørsmål er om et LMS kan sidestilles med en slik organisering, der elevene vet at alt de gjør overvåkes, uten at de ser overvåkeren. LMS er på mange måter et lukket samfunn, der administrator har makt og mulighet til å bestemme over hvem og hva som skal være synlig, og der all aktivitet kan lagres og spores.

I dag spiller pc hovedrollen i overvåkingens tjeneste, der nettleverandører og selgere på nettet overvåker kundene med kundeprofiler etc. (Haugsbakk, G., Nordvelle, Y., &

Fritze, Y., 2003). Vi ser at skoleeier og politikere mer og mer vil åpne skolemiljøet for allmennheten. Resultatene fra nasjonale prøver distribueres til media, slik at alle skal kunne følge utviklingen. Når vi i dag får innblikk i skatteliste, får vi også indirekte – med visse forbehold – innblikk i hvem som «lykkes» og hvem som «mislykkes». Det er som å legge en karakterbok på nettet. Når skolerresultatene i større grad gjøres åpent, forandres også maktstrukturen. Flere vil få innsyn og flere vil kreve mer. Da vil «overvåkeren» eller vokteren i panoptikonet bli overvåket selv, og må ta høyde for det. Kan det for eksempel bli aktuelt å bruke Facebook i skolesammenheng?

Vurderingsdelen blir tatt hånd om av it's learning på en god måte. Tilbakemeldingen med vurdering kommer umiddelbart.

7.11 Selvhøring

Å se for seg kunnskapen for sitt «indre øye» uten noen form for hjelpemidler, kalles *selvhøring* (Stangeland & Forsth, 2006). Repetisjonsoppgavene i denne undersøkelsen består ikke bare i å huske ord eller tall, slik Ebbinghaus' repetisjoner gikk ut på. Det er derimot oppgaver som har omtrent samme ordlyd, men med helt andre tallverdier. Det betyr at respondenten må «se for seg» løsningen med sitt «indre øye», prøve å huske hvordan de skal løses eller hvordan det var gjort forrige gang (aktiv bearbeidingsoperasjon). Uten disse bearbeidingsprosessene overføres lite til langtidslagring (Craig & Watkins, 1973).

Oppgavene er laget slik at respondentene må huske hvordan fremgangsmåten er, og på den måten «høre seg selv». Dette er en aktiv bearbeidning av innlært kunnskap.

Oppgaveformuleringen ved 2. repetisjon og påfølgende repetisjoner er den samme, men med andre verdier. Når den nye informasjonen passer med allerede eksisterende kunnskap, foregår en *assimilasjon* (Dysthe 2002, s. 38).

Tilsvarende oppgavesett er gitt på 9. trinn. For hver ny repetisjon, så forandres tallverdiene, slik at elevene må bruke kunnskapen sin og så løse oppgaven med de nye verdiene. Dette er gjort for å unngå kopiering av tidligere oppgaver. Ut i fra svarene er det liten grunn for å tro at det er gjort forsøk på kopiering. For å kunne løse neste repetisjon, må kunnskap fra tidligere repetisjoner tas i bruk bli tilpasset (jfr. Konstruktivisme, pkt. 5.1.).

7.12 SMS-varsling

Under oppstarten med studiet var tanken å la elevene svare via mobiltelefon. Etter å ha prøvd ut forskjellige typer oppgaver, måtte ambisjonene til dette justeres, fordi telefonene og det mobile nettet på det tidspunktet eksperimentet skulle starte, ikke var godt nok utbredt og utviklet. I løpet av den perioden undersøkelsen og arbeidet med den har gått over (ca. 2 år), har situasjonen forandret seg stort. Nå har elever på barnetrinnet smarttelefoner i sekken sin, og tilknytning til det trådløse nettverket Wi-Fi har gjort det mulig å bruke mobilen som en hvilken som helst datamaskin. Denne utviklingen vil selvfølgelig bare fortsette, og det er ikke utenkelig at denne form for leksearbeid eller repetisjonsarbeid om noen år vil være en realitet på smarttelefon eller lesebrett.

Inntil da har løsningen blitt å bruke sms som påminning om at det ligger et arbeid og venter på dem på it's learning, og at dette arbeid må gjøres innen en bestemt tidsfrist.

Fordelen med påminnelse på sms

En av fordelene med påminnelse på sms er at læreren slipper å holde ekstra bokføring om repetisjonene på arbeidsplanen, noe som lett kunne bli et stort regnskap hvis det dreier seg om flere enn ett fag. Med sms går det automatisk. Elevene kan gjøre repetisjonene direkte på mobilen eller pc når de mottar sms, og tilgjengelighet er en stor kraft her, som ellers i samfunnet. Mobilen har vi tilgjengelig hele tiden, mens en arbeidsplan kan ligge godt gjemt i en sekk, et skjema fra strømleverandøren om avlesing av strøm kan like godt havne i returpapiret før dagen er omme. Vi støtter oss stadig mer til denne påminnelsen på sms.

De første repetisjonene kunne like godt stått på arbeidsplanen, for den er aktuell i en uke, men ungdomsskoleelevene går ikke til en hver tid rundt med arbeidsplanen. Det gjør de med mobiltelefonen, og de er kjapp med å lese tekstmeldinger. Likevel er det først når uken eller temaperioden er omme at det er størst behov for påminnelse. Da er temaet forlatt og nye oppgaver er på plass på arbeidsplanen, og klasselærer har gjerne nok med å administrere dette. Da er det nyttig at slik form for repetisjon går automatisk.

Etablering av kontakt med elevene

Mobilnumrene ble gitt av klasselærer, etter at elevene hadde fått hjem informasjonsbrev og brev om samtykkeerklæring. Disse numrene ble så lagt inn i en kontaktliste på telenormobil.no, og fra dette systemet ble meldingene sendt ut til hver enkelt. I og med

at ikke alle klassene skulle gjøre oppgavene i samme måned, gjorde at kostnadene ble holdt nede. I denne forsøksperioden har nettstedet telenormobil.no og tilbudet om en mengde gratis tekstmeldinger hver måned vært et brukbart alternativ, men hvis en slik form for påminnelse skulle bli aktuell for alvor, bør det bli et samarbeid mellom forlagene, tilbydere av læringsplattformer og kommunen. På den måten vil kostnadene ved bruk av sms bli så liten som mulig for skolene og kommunene. Pr. i dag finnes det [aktører](#) som opererer med en pris på kr. 0,07 pr. SMS (pr. mars 2012). Ser vi på bruken pr. klasse og skole, kan det skisseres følgende regnskap:

Kostnader og tidsrammer

De første repetisjonene (samme dag og påfølgende dag) trenger ikke ha påminnelse på SMS, for da er arbeidsplanen et godt nok arbeidsredskap. Det er først når temaet er "forlatt" og erstattet med nye tema at det er nødvendig med en slik påminnelse om repetisjon. Det betyr etter en uke, etter en måned og kanskje etter et halvt år.

Med utgangspunkt i et samarbeid som skissert (3 påminnelse pr. elev), og med en kostnad på 0,07 pr. SMS, så kan regnestykket for en ungdomsskole se slik ut:

6 tema pr. år som skal repeteres i matematikk:

3 stk. SMS * 6 = 18 SMS pr. elev pr. år. En klasse på 30 vil utgjøre 540 SMS pr. år.

Med en stipulert utgift på kr. 0,07 pr. SMS, vil den totale utgift pr. trinn pr. år beløpe seg til kr. 38,-. For alle trinnene på ungdomsskolen vil det utgjøre kr. 42,- * 3 = 114,-. For en skole med 4 parallellklasser: 114,- * 4 = 456,-

For hver elev vil det koste $456/120 =$ kr. 3,80 pr. år for faget matematikk. Ser vi det sammen med de andre basisfagene norsk og engelsk, blir utgiftene ca. kr. 12,- pr. elev pr. år. Hvis dette kan ha en positiv effekt på læringsutbytte, eller gi en forbedring av karakterene på mellom 10 og 20 %, kan det forsvares økonomisk. Selv om dette er utgifter som skolene kan håndtere, er det likevel en god løsning at forlagene er med på å finansiere sms-bruken, så lenge repetisjonsoppgavene har tatt utgangspunkt i bøkene deres.

7.13 Spørreundersøkelse

Informantene på to av skolene var med på en spørreundersøkelse. Det mest aktuelle var å finne ut av hvor lang tid hver enkelt brukte på oppgavene, og om de syntes det var

nyttig med påminnelse på sms. Tiden de ville bruke er viktig i forhold til om det er realistisk å gjennomføre i praksis. Dette arbeidet kommer i tillegg til vanlig leksearbeid, og hvis det tar for lang tid vil det mest sannsynlig være uaktuelt. Hvordan elevene opplever å få påminnelse på sms vil også være nyttig informasjon.

8 Analyse m/drøfting

Problemstillingen min har vært å avdekke om digitalt utstyr i skolen kan brukes til å *oppretholde* den kunnskapen som læreren allerede har formidlet til elevene, og i dette kapitlet vil resultatene fra undersøkelsen bli analysert og drøftet. Undersøkelsen har hatt *pretest* (før intervensjonen) og *posttest* (etter intervensjonen) som utgangspunkt for effektmåling, og innsamlet data fra fire ungdomsskoler er blitt analysert ved hjelp av statistikkprogrammet SPSS, som er et program med grafisk grensesnitt for statistiske beregninger. (Programvarepakken skiftet navn i 2009 og fikk benevnelsen PASW Statistics, men i 2010 ble produktet kjøpt av IBM og fikk navnet IBM SPSS. For enkelthets skyld refereres det bare til *SPSS*). Eksperimentklassene har i tillegg til disse testene foretatt repetisjoner etter et bestemt mønster, slik det er skissert i pkt. 7.6, mens kontrollklassene kun har forholdt seg til pretest og posttest. Resultatene er indikert med gjennomsnittsverdiene.

Et pretest-posttest-design gjør det mulig å slå fast om gruppene var likestilte i begynnelsen av eksperimentet (Cozby, 2003). Verktøyet SPSS har en rekke måter å kjøre analyser på. For å kunne sammenligne gjennomsnittsverdiene til to grupper, har SPSS analysen *compare means*. En annen måte å kjøre analyse på er One-way analysis of covariance (ANCOVA), som gjør det mulig å sammenligne gjennomsnittet av flere utvalg.³⁴ Analysen tester også "Null-hypotesen", som går ut på vitenskapelig prøving av sannheten av en påstand om årsaksforhold, eller sagt på en annen måte; det er umulig å påvise at en hypotese er sann, men vi kan vise at den er feil (Poppers falsifiseringsprinsipp (Gilje & Grimen, 1993). I denne sammenheng har den som utgangspunkt at det ikke er noen forbindelse mellom repetisjon og resultat. I dette tilfelle oppstår dette behovet fordi eksperimentgruppen har foretatt flere repetisjonsøvinger, som blir en naturlig gjenstand for oppmerksomhet, for å finne ut om antall repetisjoner i noen grad har innvirkning på sluttresultatet. Læringseffekten måles på *intervallnivå* (*gruppenivå*), og for å finne ut om det er signifikant forskjell i

³⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/One-way_analysis_of_variance

matematikkskåre for eksperimentgruppen og kontrollgruppen, har er det blant annet brukt covariance analyse (ancova) som statistisk analysemetode, der pretesten blir sammenlignet med posttesten for å se om det avdekkes forskjeller mellom gruppene. Dersom repetisjonsgruppen for eksempel har en *signifikant* høyere gjennomsnittskåre enn kontrollgruppen, vil det være en positiv effekt av å bruke digitale verktøy til repetisjon.

Disse testene gir oss i første omgang et svar på om undersøkelsen er signifikant – om det er statistisk forskjell på eksperimentgruppe og kontrollgruppe. Hvis verdien her er 0,05 eller mindre, er det signifikant forskjell. Hvis verdien er over 0,05 er det ingen signifikant forskjell. Det er imidlertid ikke nok bare å fastslå en statistisk signifikans. Signifikansnivået forteller oss ikke hvordan dette vil slå ut i praksis eller i hvilken grad det vil ha innvirkning på utfallet. Det vil en effektstørrelse (effect-size) gjøre, og i denne sammenheng er det brukt en av de mest vanlige størrelsene – *eta squared*.

8.1 Hovedanalyse

Analysen i ANCOVA gir et svar på om et gjennomsnittlig resultat etter utført posttest for eksperimentgruppe og kontrollgruppe er signifikant forskjellig etter at de første pretestresultatene er kontrollert for (Pallant 2010). Det er dette verktøyet som er brukt i hovedanalysen.

Før analysen kan kjøres er det en del forutsetninger som må på plass:

1) **Reliability of the covariate:**

Cronbach's alpha parameter er ikke aktuell å bruke i denne sammenheng.

Oppgavene varierer i innhold (ulike klassetrinn) og måler ikke den samme latente variabelen. Chronbach's alfa er en analysemetode som kan brukes for å finne ut om spørsmålene har indre konsistens, dvs. måler den samme latente variabelen.

Informantene kommer fra to ulike klassetrinn med den forskjell i oppgaver det innebærer, og i tillegg er det hentet/tilpasset oppgaver fra to ulike lærebøker.

Tanken bak dette var at det skulle gi et godt grunnlag for analyse når det ble variasjon innenfor alder og oppgaver, men det *kan* også ha vært med å svekke reliabiliteten til en viss grad, og at det beste hadde vært å holde seg til ett klassetrinn og ett fagverk for å opprettholde den indre konsistens, slik Cronback's alpha parameteren undersøker.

- 2) **Korrelasjon mellom kovariatene.** I denne sammenheng er det bare én slik variabel, og dermed er problemstillingen uaktuell. (Hadde det vært flere kovariater, måtte de blitt sjekkes om de korrelerer mot hverandre.)
- 3) **Det er et lineært forhold** i resultatene mellom kontroll og eksperimentgruppe.
- 4) **Homogenitet.** Denne forutsetningen tar for seg forholdet mellom kovariatet og den avhengige variabelen for hver gruppe, og kontrollerer for at det ikke er noen interaksjon mellom disse to variablene. I dette tilfellet ønsker vi *ikke* signifiant resultat, dvs. at vi ønsker en verdi som er høyere enn 0,05. Signifikansverdien er på 0,663, og dette er trygt over normen (Pallant, J. 2010).

Oppsummering av forutsetningene for videre analyse: Med en signifikansverdi på 0,663 betyr det at forutsetningen for å sjekke om det er noen sammenheng mellom kovariat og intervensjonen ikke er brutt.

Analyse av funn fra alle skolene samlet

Forutsetningene for å analysere resultatene i Ancova er blitt kontrollert, og bortsett fra et forbehold i reliabilitetsspørsmålet, ble det ikke funnet noe som hindrer i å kjøre analysen. Den uavhengige variabelen er gruppene (betingelsene) og den avhengige variabelen er posttesten. Pretesten fungerer som kovariat i denne analysen. I forkant av Ancova-analysen er det kjørt en frekvensanalyse, som viser hvordan resultatene er fordelt. *Skewness- verdien* er på - 0.779, og forteller hvor tyngdepunktet ligger. *Kurtosis- verdien* beskriver kurven i histogrammet, om den er høg og spiss. Tyngdepunktet i karakterene ligger klart utenfor gjennomsnittet (flest med karakteren 6).

Det første som kontrolleres er *Estimated Marginal Means*: I Estimated Marginal Means er gjennomsnittlig skåre justert for hver gruppe og effekten av kovariatet er statistisk fjernet (Pallant, J. 2010). Vi ser av *tabell 1* at det er en *forskjell på eksperimentgruppe og kontrollgruppe på 0,5 i karakter.*

betingelse

Dependent Variable:posttest

betingelse	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
kontroll	4.277 ^a	.158	3.965	4.588
eksperiment	4.777 ^a	.162	4.457	5.097

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values:
pretest = 5,09.

Tabell 1. *Estimated Marginal Means viser et justert gjennomsnitt*

Levene's test for equality of variances er en test som forteller om variasjonen i resultatene er den samme for begge gruppene. I følge Pallant (2010) vil en signifikantverdi på 0,05 eller lavere forstyrre analysen. Tabell 2 viser en signifikansverdi på 0,223 og skulle dermed ikke forstyrre analysen.

Levene's Test of Equality of Error Variances^a

Dependent Variable:posttest

F	df1	df2	Sig.
1.497	1	148	.223

Tests the null hypothesis that the error variance of the dependent variable is equal across groups.

a. Design: Intercept + pretest + betingelse

Tabell 2. *Ingen signifikans, og dermed er ikke forutsetningene for equality of error variances brutt.*

Hovedresultatene i Ancova presenteres i tabell 3 (Test of Between-Subjects Effects):

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	55.935 ^a	2	27.967	14.604	.000	.166
Intercept	45.159	1	45.159	23.582	.000	.138
pretest	46.260	1	46.260	24.157	.000	.141
betingelse	9.374	1	9.374	4.895	.028	.032
Error	281.505	147	1.915			
Total	3402.000	150				
Corrected Total	337.440	149				

a. R Squared = ,166 (Adjusted R Squared = ,154)

Tabell 3. Viser om forskjellene er signifikant i forhold til den avhengige variabelen (posttest).

Vi ønsker å vite om gruppene er signifikant forskjellig i resultatene i forhold til den avhengige variabelen når det er kontrollert for eventuelle ulikheter i pretesten.

- a) Signifikansnivået er på 0,028 (mindre enn 0,05). Det betyr at det er *signifikant forskjell i skår mellom eksperimentgruppe og kontrollgruppe*.
- b) Partial Eta Squared gir en effektstørrelse på 0,032 (3,2 prosent), og som, i følge Chohen's guidelines 1988³⁵, må betegnes som *mellom liten og middels effekt* (Tabell 3).
- c) Innvirkning av kovariat. Her kontrolleres det for om det er signifikant forhold mellom kovariat og posttesten, når det er kontrollert for den uavhengige variabelen (pretesten). Hvis denne er mindre enn 0,05 er kovariatet signifikant. Her er signifikantverdien 0.000 (tabell 3).

Analysen gir et svar på om et gjennomsnittlig resultat etter utført posttest for eksperimentgruppe og kontrollgruppe er signifikant forskjellig etter at de første pretestresultatene er kontrollert for (Pallant 2010). Forberedende analyse avdekket ingen faktorer som ville kunne forstyrre forutsetningene for analysen. Det ble funnet signifikant forskjell (0,028) i skåre mellom eksperiment og kontrollgruppe i posttest. $F(1,32) = 4,8$, $p = .028$, partial eta squared = .03.

Dette resultatet viser at intervensjonene (repetisjonene) gir en *effekt på .03*. I følge Cohen's guidelines (1988) betraktes denne verdien som *mellom liten og moderat effekt* (.01 = liten, .06 moderat, .14 = stor); (Pallant 2010, s. 263). *I gjennomsnittsskåre er det en forskjell på eksperimentgruppe og kontrollgruppe på 0,5 (tabell 3)*.

Analyse av funn fra alle skolene unntatt skole nr. 2

Kontrollgruppen i skole 2 utførte ikke oppgavene i henhold til instruksjonen p.g.a. en misforståelse mellom undertegnede og klasselærer. Det resulterte i at denne kontrollgruppen fikk gjennomgå oppgavene før pretesten, noe som i praksis vil si at gruppen hadde en repetisjon som kun var forbeholdt eksperimentgruppe, og dermed kan denne skolen oppfattes som atypisk. Dette kan ha hatt innvirkning på det endelige

³⁵ <http://psychohawks.wordpress.com/2010/10/31/effect-size-for-analysis-of-variables-anova/>

resultatet, og det er interessant å se om det gir et annet resultat totalt sett. Den påfølgende analysen er derfor uten skole nr. 2.

Forutsetningene for å kjøre analyse er ivaretatt på linje med forrige analyse (pkt.8.1). Homogeniteten har en signifikant verdi på 0,05, noe som akkurat er innenfor grensen for ikke å bryte forutsetningene for analysen. Frekvensanalysen (skewness), som sjekker hvordan resultatene er fordelt, viser at tyngdepunktet ligger utenfor gjennomsnittet (flest med karakteren 6).

Estimated Marginal Means er gjennomsnittlig skår justert for hver gruppe, og effekten av kovariatet er statistisk fjernet (Pallant, J. 2010). Tabell 4 viser forskjellen på eksperimentgruppe og kontrollgruppe (4.69 – 4,11), noe som gir en gjennomsnittlig forskjell av karakteren på 0,58.

Betingelse

Dependent Variable:posttest

betingelse	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
kontroll	4.111 ^a	.185	3.745	4.477
eksperiment	4.690 ^a	.172	4.349	5.032

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values:
pretest = 4,95.

Tabell 4

Variasjonene i resultatet i den avhengige variabelen er innenfor akseptabelt signifikant nivå (0,46). En signifikansverdi lavere eller lik 0,05 vil bryte forutsetningene for analyse (Pallant, 2010, s. 309).

Hovedresultatene i Ancova presenteres i tabell 5 (Tests of Between-Subjects Effects):

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	42.952 ^a	2	21.476	11.870	.000	.176
Intercept	45.690	1	45.690	25.252	.000	.185
Pretest	32.380	1	32.380	17.896	.000	.139
betingelse	9.515	1	9.515	5.259	.024	.045
Error	200.837	111	1.809			
Total	2472.000	114				
Corrected Total	243.789	113				

a. R Squared = ,176 (Adjusted R Squared = ,161)

Tabell 5. Viser om forskjellene er signifikant i forhold til den avhengige variabelen (posttest) og hvor stor effekten av intervensjonen er.

Det første som kontrolleres for er om det er (a) signifikant forskjell i resultatene mellom eksperimentgruppe og kontrollgruppe, etter at det er kontrollert for eventuelle ulikheter i pretesten. Videre kontrolleres det for (b) effekten av intervensjonen og hvilken påvirkning (c) kovariatet har på den avhengige variabelen (posttesten).

- a) Signifikansnivået viser 0,024 (mindre enn 0,05). Det betyr at det er *signifikant forskjell i skår mellom eksperimentgruppe og kontrollgruppe*.
- b) Partial Eta Squared gir en effektstørrelse på 0,045 (4,5 prosent), som i følge Chohen's guidelines 1988, må betegnes som nær moderat effekt (.01 = liten, .06 moderat, .14 = stor), (Pallant 2010, s. 263).
- c) Innvirkning av kovariat (pretest). Det er ingen signifikant forskjell (0,139) mellom kovariat og posttest (større enn 0,05). Det betyr at kovariatet har ingen nevneverdig påvirkning på posttesten.

Analysen gir et svar på om et gjennomsnittlig resultat etter utført posttest for eksperimentgruppe og kontrollgruppe er signifikant forskjellig etter at de første pretestresultatene er kontrollert for (Pallant 2010). Forberedende analyse avdekket ingen faktorer som ville kunne forstyrre forutsetningene for analysen. Det ble funnet signifikant forskjell (0,024) i skår mellom eksperiment og kontrollgruppe i posttest.

$F(1,32) = 5,2$, $p = .024$, partial eta squared = .045.

Dette resultatet viser at intervensjonene (repetisjonene) gir en *effekt på .04*. I flg. Cohen's guidelines (1988) regnes det som *nær moderat effekt* (.01 = liten, .06 moderat, .14 = stor), (Pallant 2010, s. 263).

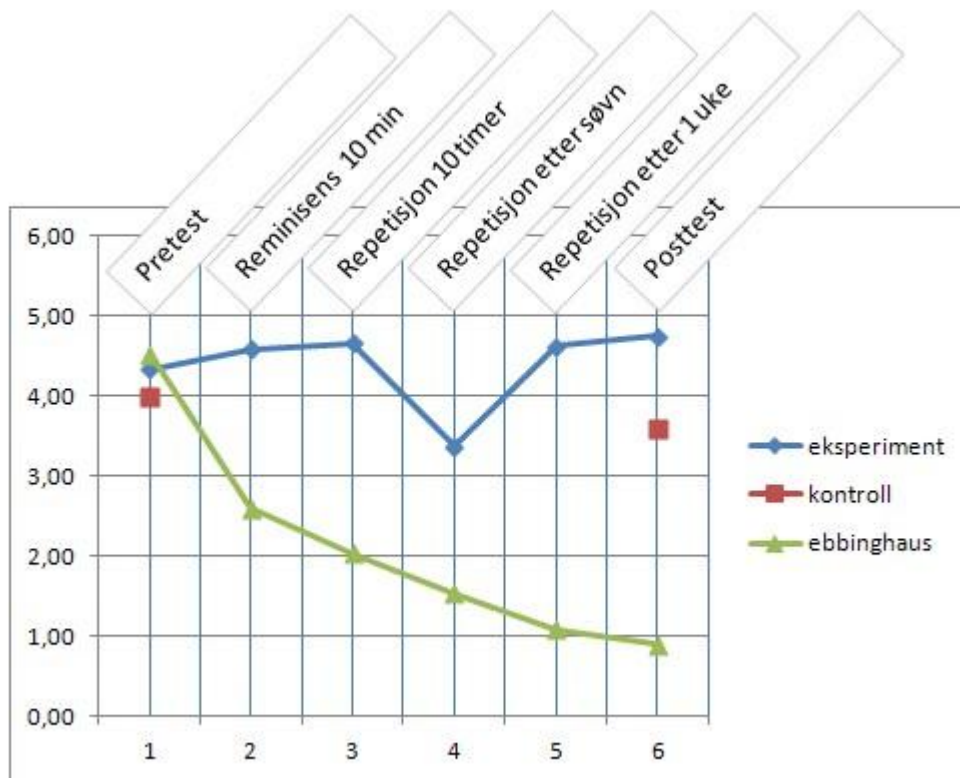
Oppsummering og drøfting av funn fra alle skolene

I første analyse hvor alle skolene var tatt med (inklusive skole 2, hvor kontrollgruppen hadde andre premisser i forhold til de andre kontrollgruppene), ble det funnet en *forskjell i gjennomsnittskarakter tilsvarende 0,50*. I analysen hvor skole nr. 2 ble holdt utenfor, ble det funnet en forskjell i karaktergjennomsnitt på 0,58. Effektstørrelsen i første analyse var på 3,2 %, noe som tilsvar *liten til moderat effekt*, mens det i denne analysen, hvor skole 2 er tatt ut, ble funnet en effektstørrelse på 4,5 %, som i flg. Cohen's guidelines tilsvarer *nær moderat effekt*.

Dette viser at den kontrollgruppen som hadde litt bedre forutsetninger enn de andre skolene, ikke hadde noen innvirkning på resultatet av betydning.

8.2 Analyse av reminisens (repetisjon etter 10 minutters pause)

Den første repetisjonen er kalt reminisens, og ble foretatt etter ca. 10 minutters pause. Meningen med denne repetisjonen var å utnytte det at hukommelsen er best etter en kort pause (Ballard, 1913); (Buzan, 1978). Det var for få informanter som utførte akkurat denne repetisjonen, og dermed ble det ikke stort nok grunnlag for å gjøre statistisk analyse med kovariat. Ettersom denne repetisjonen var en del av undersøkelsen tas resultatene likevel med og gjennomsnittsverdiene fra den skolen (skole 4) som deltok i reminisens-repetisjonen, er analysert og blir behandlet grafisk i et hypotetisk forsøk på å sammenligne med Ebbinghaus' "forgetting curve" (figur 13).



Figur 9. Grafisk framstilling, uavhengig av statistisk analyse (det er ikke kontrollert for uavhengige variabler)

Figur 9. viser at eksperimentgruppen har opprettholdt kunnskapen sin (svak forbedring) ved 1. repetisjon, som har fått benevnelsen reminisens. For å kunne sammenligne det med kontrollgruppen, som ikke har foretatt repetisjoner, er posttesten tatt med i framstillingen. I denne skårer eksperimentgruppen 4,75 i karakter, mens kontrollgruppen skårer 3,60, en karakterforskjell på 1,15. Merk! Dette er verdier som er regnet ut på grunnlag av gjennomsnittresultatene, uavhengig av statistisk analyse.

Oppsummering av reminisensfunn

Utvalget i dette funnet er svært lite, og for å beskrive det er det brukt gjennomsnittsverdien for den eksperimentgruppen som hadde repetisjon 10 – 15 minutter etter pretest, og for kontrollgruppen ved samme skole. Glemselskurven til Ebbinghaus er illustrert i samme diagram, og utvikling i denne kurven er regnet ut prosentvis i forhold til originalkurven (figur 1, s.18). Ballard(1913) og Buzan (1978) mente at erindringen stiger under pause, at hjernen ”rydder” en tid etter at vi har sluttet

å motta ny kunnskap og vi husker best etter 10 minutters pause. Derfor fikk elevene ved den ene skolen i oppgave å repetere etter en slik pause.

Resultatet viser at det i eksperimentgruppen har vært en svak økning i karakter (0,1), og dette må først og fremst tolkes slik at kunnskapen er opprettholdt. Posttesten viser at en forskjell mellom eksperimentgruppen og kontrollgruppen resultatmessig på 1,15 (figur 9).

8.3 *Analyse av retroaktiv interferens*

I flg. Jenkins og Dallenback (1924) inntreffer fenomenet retroaktiv interferens, der hvile (søvn) etter innlæring styrker hukommelsen. Hvile etter innlæring hindrer *retroaktiv* interferens, fordi søvn inneholder færre forstyrrende inntrykk enn våken tilstand. Forskning viser at det er tydelig mer hukommelse etter søvn (Jenkins og Dallenbach, 1924); (figur 4).

I samme gruppe som utførte reminisenstesten, viser figur 13 at eksperimentgruppen har gått kraftig tilbake i karakter (fra 4,67 til 3,88) i resultatet under ”retroaktiv interferens”. Dette samsvarer *ikke* med funnet til Jenkins og Dallenback, som skulle tilsi en økt kunnskap, og som i denne undersøkelsen i det minste burde opprettholdt kunnskapen.

Oppsummering av retroaktiv interferensfunn

Ebbinghaus’ hukommelsesforskning ble videreført innenfor funksjonalismen langt frem i moderne tid. Det syntes å være en tendens til at man husket best det materialet som blir presentert først og sist i noe som skal innlæres. Her opptrer interferensteorien om hukommelse, der glemsel er resultat av ”forstyrrende inntrykk som skjer etter innlæring (*retroaktiv interferens*) eller går forut for det stoffet som skal læres (*proaktiv interferens*). Av den grunn finner man for eksempel at et stoff som læres like før sengetid, huskes bedre enn om det samme stoffet innlæres tidlig om morgenen.” (Helstrup & Kaufman 2000, s. 14). Hvile etter innlæring forhindrer da *retroaktiv* interferens, og repetisjonsoppgavene skulle da kunne utføres *uten* at påfølgende inntrykk forstyrret det som var lært før søvn. Forskningen til Jenkins og Dallenback (1924) viser at det er tydelig mer hukommelse etter søvn (Helstrup, s.133). Klassen som repeterte dagen etterpå gikk tilbake i karakter (0,79) og samsvarer ikke med teorien om at erindringen stiger under søvn. Ideelt sett skulle informantene ha foretatt repetisjonen tidlig om morgenen, men det lot seg ikke gjøre i praksis, så derfor

ble denne repetisjonen tatt på skolen (om formiddagen), med den fare at elevene allerede var blitt fylt med nye inntrykk.

8.4 *Analyse av kjønnsmessige forskjeller resultatsmessig*

En del av problemstillingen gikk ut på å kontrollere for kjønnsmessige forskjeller både når det gjaldt selve resultatene fra oppgavene, og ellers hvordan gutter og jenter opplevde å repetere ved hjelp av digitale verktøy (spørreundersøkelsen).

Det var 79 jenter og 69 gutter som fullførte undersøkelsen ”repetisjon med digitale verktøy”. I analysen ”Anova” er ”Levene’s test for equality of variances” en test som forteller om variasjonen i resultatene er den samme for begge gruppene. I flg. Pallant (2010) vil en signifikantverdi på 0,05 eller lavere forstyrre analysen. Signifikantnivået i denne analysen viser 0,732 og forstyrrer dermed ikke analysen. Det ble likevel *ikke funnet statistisk signifikans i forskjell i skåre mellom gruppene (sig.0,112),(tabell 6)*, slik at funnene må sees i lys av det. Effektstørrelsen Partial Eta Squared har størrelsen 0,018, noe som i forhold til Cohen’s guidelines gir en liten effekt. Kovariatet (pretest) ble funnet til å være statistisk signifikant (0,000), og forteller om det er forbindelse mellom denne og den avhengige variabelen (posttest) når det er kontrollert for den uavhengige variabelen (gruppene).

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: posttest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	52.715 ^a	4	13.179	7.135	.000	.166
Intercept	52.421	1	52.421	28.382	.000	.166
pretest	37.983	1	37.983	20.565	.000	.126
kjønn	.434	1	.434	.235	.629	.002
betingelse	10.213	1	10.213	5.529	.020	.037
kjønn * betingelse	4.719	1	4.719	2.555	.112	.018
Error	264.116	143	1.847			
Total	3359.000	148				
Corrected Total	316.831	147				

a. R Squared = ,166 (Adjusted R Squared = ,143)

Tabell 6. Viser signifikansverdien og effektstørrelsen

Som 1. betingelse (i forhold til den avhengige variabelen) hadde jentene en gjennomsnittsskåre i karakter på 4,59 og guttene 4,48 (forskjell = 0,11). Under 2.

betingelse (også i forhold til posttest) hadde kontrollgruppe en gjennomsnittskåre tilsvarende 4,27 og eksperimentgruppen 4,80 (differanse 0,53).

3. betingelse er kjønn i forhold til kontroll og eksperiment (tabell 7):

3. kjønn * betingelse

Dependent Variable:posttest

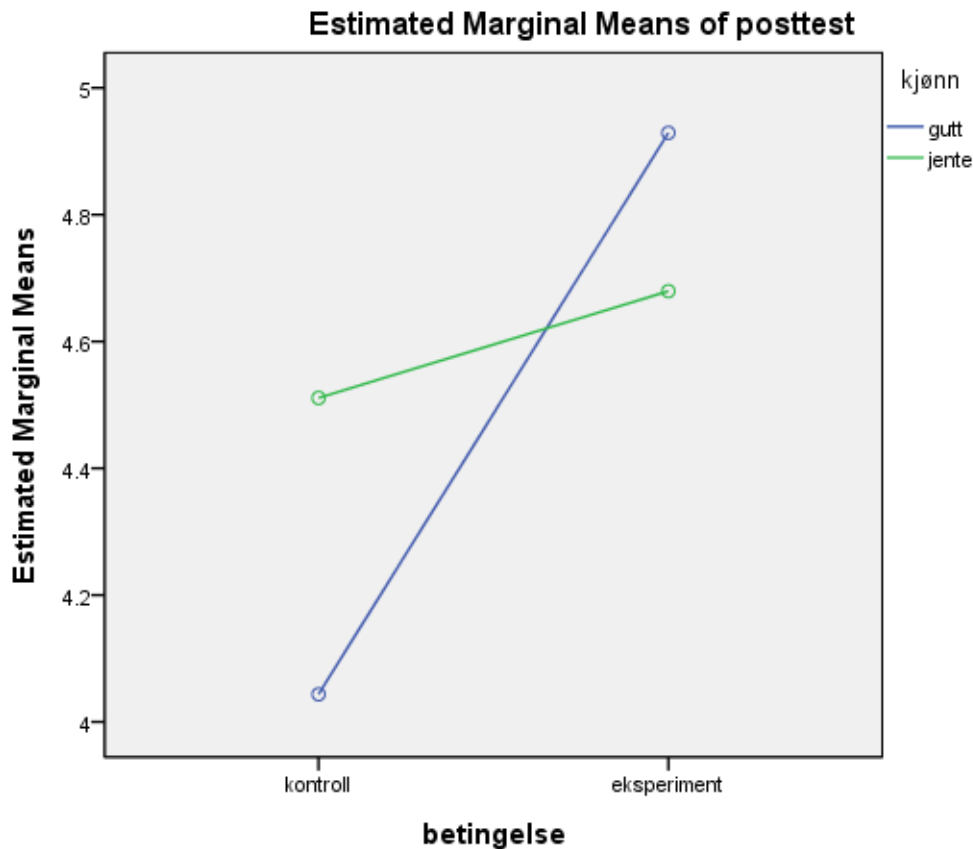
kjønn	betingelse	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
gutt	kontroll	4.044 ^a	.227	3.596	4.491
	eksperiment	4.929 ^a	.237	4.461	5.397
jente	kontroll	4.511 ^a	.212	4.091	4.931
	eksperiment	4.679 ^a	.221	4.243	5.116

a. Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: pretest = 5,09.

Tabell 7. Viser forholdet mellom kontrollgruppe og eksperimentgruppe.

Guttene i kontrollgruppen hadde gjennomsnittskaracteren 4,04, mens guttene i eksperimentgruppen hadde 4,92. Jentene i kontrollgruppen hadde 4,51 i gjennomsnittskaracter og i eksperimentgruppen hadde jentene 4,67. (Tabell 7). Forskjellen i karakter (0,25) mellom gutter og jenter i eksperimentgruppen er relativ liten. Mellom gutter og jenter i kontrollgruppen er forskjellen i gjennomsnittskaracter 0,47.

Den største forskjellen i gjennomsnittskåre finner vi mellom guttene i kontrollgruppen og guttene i eksperimentgruppen. Her er *karakterforskjellen på 0,88*. En grafisk framstilling av dette gir følgende resultat (figur 10):



Covariates appearing in the model are evaluated at the following values: pretest = 5,09

Figur 10. Grafisk framstilling av funnene når effekten av kovariatet er statistisk fjernet.

Drøfting av funnene om kjønnsmessige forskjeller

Resultatet sammenlagt (både kontrollgruppe og eksperimentgruppe) viser en ubetydelig forskjell i gjennomsnittskåre mellom jenter og gutter (0,11). Mellom guttene er det betydelig forskjell i gjennomsnittskåre. Guttene i kontrollgruppen får 4,04 i gjennomsnittskarakter, og eksperimentgruppen får 4,92. Dette kan oppfattes som at de som profiterer mest på repetisjonene er guttene.

I "Læringsmiljø og utvikling" (Birkemo, A. (2002), viser Birkmo til hvordan guttene holder stand når det gjelder data- og nettspill, mens jentene dominerer bruken av nettsamfunnet "facebook". Kan det være slik at skolearbeid lar seg kombinere med den sosiale oppmerksomheten som jentene er opptatt av, mens guttene har gravd seg inn i spillverden som stenger alt annet ute, men *når* de først blir utsatt for et obligatorisk repetisjonsarbeid, og må bruke datamaskinen til andre ting enn spill, så blir skoleprestasjonene bedre?

Barne-, Likestillings- og Inkluderingsdepartementet har i artikkelen ”IKT og kjønn” fra Høgskolen i Buskerud diskutert denne forskjellen:

Nå er det viktig å få jentene opp på det samme tekniske nivået som guttene. Vi må også passer på at guttene blir flinkere til å bruke IKT i skole- og hjemmearbeid. Hvis ikke, står de i fare for å sakke enda mer akterut i skolesammenheng, frykter statsråden.³⁶

Forskjellen i karakterskåre for jentene sin del er ikke så stor når vi ser på kontrollgruppe versus eksperimentgruppe, mens hos guttene er altså en markert forskjell mellom de to gruppene (gjennomsnittskaraktter 0,9). Her er det guttene som tjener mest på å repetere matematikk-kunnskapene ved hjelp av digitale verktøy.

Det finnes flere studier som handler om kjønnsmessige forskjeller i bruk av pc og Internett, og som kan sees i sammenheng med dette resultatet. I artikkelen ”skoleprestasjoner, kjønn og bruk av hjemme-pc”³⁷ fra ungdomsforskning, slås det fast at ”det var når bruksmåten ble ensidig spilling (musikk og PC-spill) at skoleprestasjonene ble dårlige, slik en fant det hos superbrukende gutter”. (Attewell og Battle 1999);(Nævdal 2004).

Når guttene kommer best ut i repetisjonsprogrammet, står dette i kontrast til resultatet til studien ”skoleprestasjoner, kjønn og bruk av hjemme-pc”, der guttene kommer dårligst ut. Kan det ha en sammenheng med at når guttene *ble styrt over på arbeid med nytteverdi* (leksearbeid i matematikk), så presterer de i langt større grad enn om de er ”overlatt til seg selv” med spill og musikk? ”Forsknings- og kompetansenettverk for IT i utdanning” har i artikkelen ”Gutter, jenter og IKT i skolen”³⁸ (Tømte, 2008) vist til store undersøkelser (bl.a. PISA) som også slår fast at gutter spiller dataspill og jentene jobber mer med data til skolearbeid. Da er det nærliggende å stille spørsmålet om et slikt obligatorisk repetisjonsprogram, som i realiteten vil være en økt bruk av data i leksearbeidet, være med å gi guttene en større mulighet til å tenke mindre spill og mer nytte, når de blir styrt inn på et arbeid med repetisjon med pc og påminnelse på sms?

³⁶ <http://www.regjeringen.no/nb/dep/bld/kampanjer/familia/familia-42008/diverse-saker/ikt-og-kjonn-jentene-tar-innpa-guttene-.html?id=539905>

³⁷ <http://www.ungdomsforskning.no/>

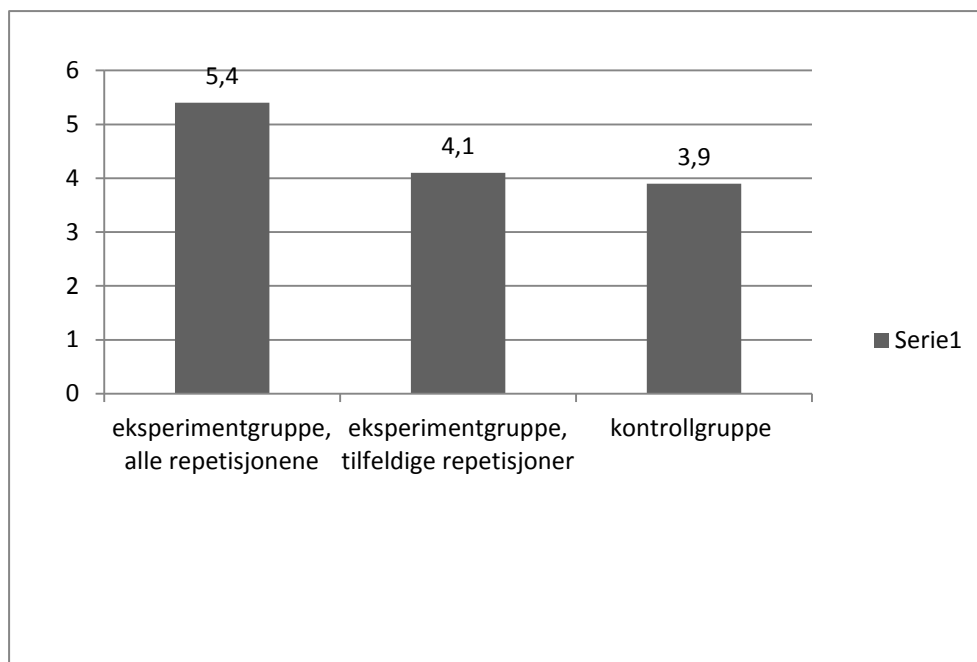
³⁸ <http://www.itu.no/Gutter%2C+jenter+og+IKT+i+skolen+-+Forskning+viser+13.9UFRjSXh.ips>

Oppsummering kjønnsmessige forskjeller

Kjønnsmessig var gruppene nokså jevnt fordelt (79 jenter og 69 gutter). Etter at det er justert for forskjeller i pretest, ble det ikke funnet forskjell i gjennomsnittskarakter av betydning mellom kontrollgruppe og eksperimentgruppe i jentegruppen i posttest (0,1). Hos guttene derimot ble det funnet betydelig forskjell i gjennomsnittskarakter (0,9) mellom kontrollgruppe og eksperimentgruppe. Når guttene skårer høyest i denne sammenhengen, står det i kontrast til mange undersøkelser på området, og *kan* tolkes slik at når guttene bare blir styrt inn på mer obligatorisk arbeid via nettet (for eksempel i matematikk), så presterer langt bedre enn de som ikke har slikt arbeid.

8.5 Fullstendig repetisjon Vs tilfeldig repetisjon

Ikke alle ungdomsskoleelevene gjorde alle oppgavene, slik at det kan være nødvendig å dele gruppene inn etter hvem som fullførte alle repetisjonene, og hvem som utførte tilfeldig repetisjoner. I diagrammet nedenfor ser vi resultatet etter fullstendig utførelse av repetisjonene, sammenlignet med de som bare har tatt én repetisjon. Resultatene er basert på gjennomsnittskarakter og ikke statistisk analysert i forhold til andre variabler (figur 11).



Figur 11. Karakterforskjellen mellom de som foretok alle repetisjonene, og de som bare tok én eller to repetisjoner er på 1,3. Kontrollgruppen er tatt med til sammenligning.

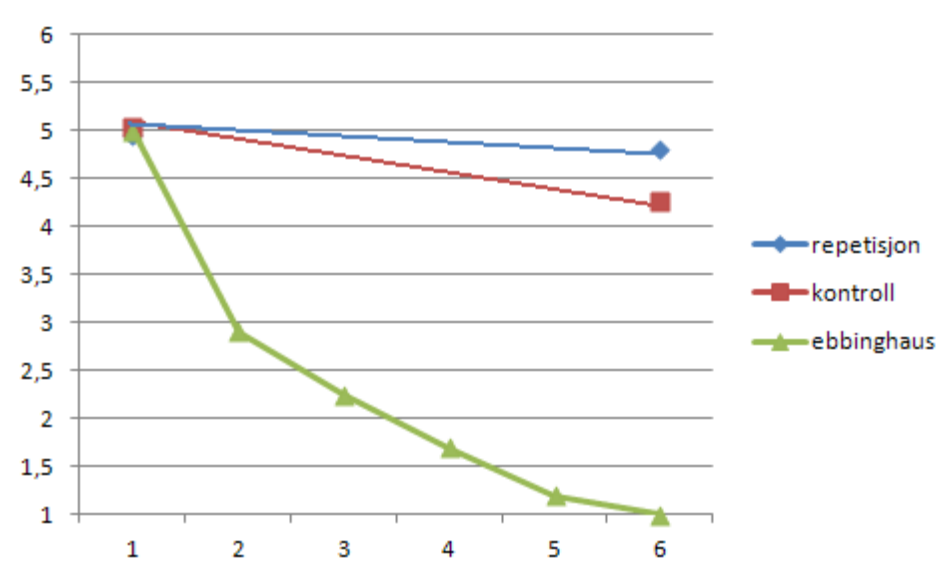
8.6 *Analyse av gjennomsnittverdiene av pretest- og posttestverdier*

Analysen i pkt. 8.1. viser en forskjell i gjennomsnittskarakter mellom eksperimentgruppe og kontrollgruppe på 0,5 i karakter, når effekten av kovariatet statistisk er fjernet. For å finne ut av hvilken gruppe som har hatt størst bevegelse i forhold til resultatet fra pretest til posttest, er det blitt foretatt en analyse av gjennomsnittskarakterene utenfor statistisk analysemetode. Samtidig er det regnet ut en tenkt kurve ut fra Ebbinghaus's teori om glemsel (prosentvis ut fra glemselskurven).

	Pretest	N	Posttest	N	Differanse
Eksperimentgruppe	4,95	90	4,80	74	0,16
Kontrollgruppe	5,03	78	4,26	77	0,74
Ebbinghaus	5,00	-	1,00	-	4,00

Tabell 8.

Tabell 8 viser at det er kontrollgruppen som går mest tilbake i gjennomsnittlig karakter (0,77). Dette betyr at eksperimentgruppen opprettholder sin kunnskap nesten helt, mens karakterene til kontrollgruppen går merkbart tilbake. Settes det sammen med glemselskurven til Ebbinghaus (figur 12, med en fiktiv utgangskarakter), er det langt fra samsvar mellom denne og nedgangen til kontrollgruppen. Forskjellen mellom kontrollgruppen og eksperimentgruppen er likevel merkbar.



Figur 12. Illustrasjon der glemselskurven er sammenlignet med eksperimentgruppen og kontrollgruppen.

8.7 Analyse av spørreundersøkelse

Spørreundersøkelsen ble foretatt først og fremst for å avdekke hvor lang tid elevene brukte på repetisjonene og hva de syntes om å få påminnelser på sms. To av skolene deltok i spørreundersøkelsen og antallet informanter er ca. 60. Følgende spørsmål ble stilt dem:

- 1) Hvor lang tid brukte du på repetisjonen?

De fleste brukte i mellom 5 og 15 minutter på oppgavene (ca.75 %), mens resten brukte 20 – 30 minutter. Det er ingen nevneverdig forskjell på gutt og jente.

- 2) Hvor satt du da du utførte repetisjonen?

Nesten alle satt hjemme da de utførte repetisjonen. (Dette var før nettbrettene ble vanlig blant ungdommer.)

- 3) Syntes du det var nyttig å få påminnelse på sms?

De fleste (ca 80 %) syntes det var nyttig å få påminnelse på SMS. Blant de som ikke syntes det var nyttig, finner vi flest gutter.

- 4) Hvilket tidspunkt på dagen synes du det er best å få slik varsling på sms?

Ca. 60 % ville ha varsling mellom 15.00 og 16.00, mens ca. 30 % ville ha påminnelsen kl. 17.00 – 18.00. Det er omtrent ingen forskjell mellom gutt og jente.

- 5) Tror du at slik repetisjon er nyttig?

På spørsmål om de syntes slik repetisjon var nyttig, gav ca. 60 % et positivt svar. Rundt 20 % syntes ikke det var nyttig. Det er en svak overvekt av jenter som syntes det var nyttig med repetisjon.

- 6) Tror du det vil bli slik repetisjon i framtiden?

Dette er et hypotetisk spørsmål, og det er selvfølgelig vanskelig å svare på det. 50 % tror det blir slik form for repetisjon, og nesten like mange svarte ”vet ikke”.

Oppsummering og drøfting av spørreundersøkelsen

To av skolene deltok i spørreundersøkelsen, og hensikten var først og fremst å finne ut hvor lang tid informantene brukte på repetisjonsoppgavene og hva de syntes om å få påminnelse på sms. Hvis det viser seg at ungdommene har et negativt forhold til det å bli varslet på mobil, og i tillegg bruker lang tid på oppgavene, vil det mest sannsynlig bli vanskelig å gjennomføre en slik arbeidsmetode i praksis.

De fleste brukte 10 – 15 minutter og nesten alle satt hjemme. De fleste likte å få påminnelse på sms (80 %) og i størst grad jentene. Når det gjelder tidspunkt på dagen, så vil de fleste foreta den mellom kl. 15.00 og 16.00, rundt 30 % vil ha påminnelsen litt senere (17.00 – 18.00). 60 % mente slik repetisjon var nyttig eller litt nyttig. På spørsmål om de tror det blir slik i fremtiden, svarer omtrent halvparten positivt, mens ca. 20 % svarer, naturlig nok, at de vet ikke.

Det er ingen store variasjoner på svarene med hensyn til kjønn. På spørsmål om de syntes slik *repetisjon var nyttig*, så er det likevel flest jenter som mener dette. Legger vi undersøkelsen fra Høgskolen i Buskerud³⁹ til grunn, så stemmer dette i stor grad overens med det at jentene bruker IKT til skolearbeid mer enn guttene. Når det gjelder å få *påminnelse* på SMS, så mener de fleste at dette er nyttig, men også her er jentene mest positiv. Det er jentene som bruker kortest tid på oppgavene (en svak overvekt), og det er en viss mulighet for en sammenheng mellom dette og det å være positiv til repetisjonen og påminnelsene.

9 Konklusjon

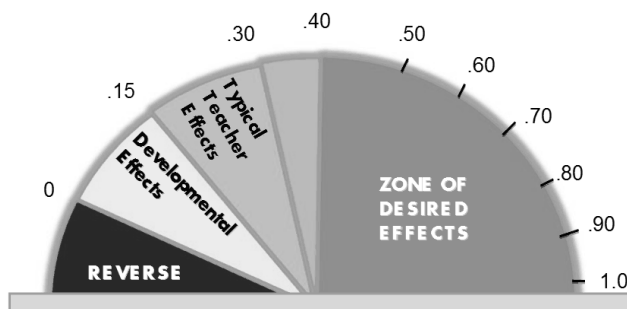
Problemstillingen min har gått ut på å måle **læringseffekten av repetisjon ved hjelp av digitale verktøy**, gjennom nettbaserte repetisjonsøvelser med påminnelser via mobiltelefon og SMS. Hypotesen i dette har vært om det er noen sammenheng mellom regelmessig repetisjon foretatt i et digitalt miljø og karakterer. *Analysen bekrefter hypotesen til en viss grad. Eksperimentgruppen opprettholder sin kunnskap gjennom et fåtall repetisjoner.* Når analysen viser en forskjell i gjennomsnittsverdi på 0,5 karakterpoeng, så er det kontrollgruppen som gir det største utslaget. Her spores det en betydelig tilbakegang i innlært kunnskap (gjennomsnittlig karakter på 0,74) og dermed

³⁹ <http://www.itu.no/Gutter%2C+jenter+og+IKT+i+skolen+-+Forskning+viser+13.9UFRjSXh.ips>

er det denne gruppen som i størst mulig grad bekrefter Ebbinghaus' ”forgetting curve”, som beskriver et stort tap av informasjon eller kunnskap, særlig like etter innlæring, hvis ikke det repeteres jevnlig. Det samme gjelder teorien om at den viktigste faktoren som avgjør om informasjon skal overføres fra kortidshukommelsen til langtidshukommelsen, er hvor ofte den gjentas, slik Atkinson & Shiffrin hevdet i sin mulitlagerteori fra 1968. Resultatet kan kanskje også forklares med fysiologiske endringer i den delen av hjernen hvor læringsprosesser skjer i forbindelse med gjentakelse. Nervecellene kommuniserer via ”synapsene” og ved *repetisjon* og gjentakelse av handlinger endres disse synapsene, slik at impulsoverføringen mellom hjernecellene blir lettere. Da er det nærliggende å tenke seg at repetisjonsgruppen har styrket synapsene sine og dermed klart å opprettholde kunnskapen, mens kontrollgruppen ikke har styrket denne kommunikasjonen mellom nervecellene i like stor grad, og dermed glemt deler av det innlærte.

Det er guttene som får best utbytte av repetisjonsoppgavene. Dette står i kontrast til flere undersøkelser som er gjort innen bruksmønstre til gutter og jenter når det gjelder bruk av data og Internett, men kan kanskje forklares med at når guttene blir styrt mer over på nyttearbeid i skolen, så slår det positivt ut på resultatene.

Prof. John Hattie har foretatt en stor undersøkelse på verdensbasis som er presentert i “*Visible learning; a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*” (2009)⁴⁰. Effekten av hva som gir uttelling på læring er satt inn i et såkalt *speedometer*, og ser vi på resultatet fra hovedanalysen til ”repetisjon ved hjelp av digitale verktøy”, kommer effektstørrelsen 0,32 mellom ”Typical Teacher Effects” og ”Zone of desired effects”(figur 13).



Figur 13, kilde: John Hattie, *Visible Learning Laboratories, University of Auckland, Bergen, Norway, October, 2008.*

⁴⁰ http://www.learningandteaching.info/teaching/what_works.htm

De tydeligste funnene ved undersøkelsen er:

- *Forskjell i gjennomsnittskaraktar mellom eksperimentgruppe og kontrollgruppe på 0,5 (fortrinnsvis karaktertap i kontrollgruppen).*
- *Kjønnsmessig forskjeller i gjennomsnittskåre i karakterer hos eksperimentgruppen: Guttene tjener mest på repetisjon (0,9).*

Funnene omkring reminisens og retroaktiv interferens ble ikke gjennomført optimalt og må karakteriseres som utydelige og har behov for videre oppfølging.

Styrke og svakhet ved undersøkelsen

Fire ungdomskoler og 180 elever var et godt utgangspunkt for å forske på repetisjon med digitale verktøy. Det skulle være nok respondenter til å utføre en eksperimentell undersøkelse, og stort nok antall til å kunne gjøre statistisk analyse. Programmet som respondentene brukte til repetisjon fungerte veldig bra. Læringsarenaen it's learning gav gode tilbakemeldinger med hensyn til fremdrift og karakterer. Påminnelse om oppgavene på sms fungerte godt, og elevene opplevde dette som positivt. Lærerne viste seg å være erfarne pedagoger som kunne gi gode tilbakemeldinger på hvilke spørsmål og tema i matematikk som var aktuelle for repetisjon. Analysen av karakterene etter fullført løp, ble kjørt i et program som kunne gi svar på en rekke spørsmål, med tydelige grafiske diagram (SPSS).

Kontrollgruppene på tre av skolene fikk ikke tatt oppgavene med samme lærer som eksperimentgruppen, og den ene kontrollgruppen fikk ved en feiltakelse gå gjennom oppgavene en gang mer enn de skulle. Dette ble fanget opp i hovedanalysen, og vurdert til at det ikke hadde noen nevneverdig betydning.

En del av undersøkelsen gikk på å finne ut om det gir noen effekt å repetere etter 10 – 15 minutters pause (reminisens). Like etter en pause inntreffer fenomenet kalt reminisens, som kort fortalt er et tidspunkt der hjernen er mest mulig mottakelig for både kunnskap og ferdigheter. Det er delte meninger om effekten av dette. I følge Hintzman (1978) er det først og fremst ”skill learning” (ferdighet/kompetanse) dette gjelder, mens Karlsen (2008) mener at kunnskapslæring og ferdighetslæring er to sider av samme sak når det gjelder hukommelse. Gjennomføringen av dette emnet ble ikke optimalt, ettersom utvalget ble for lite til å gjøre statistiske analyser. Resultatet er likevel tatt med, og viser en svak oppgang i kunnskapskurven (0,18 %) i karakter, noe som ikke samsvarer helt med teorien om stigning i hukommelsen. Ser vi det i

sammenheng med undersøkelsens karakter, som går ut på å *oppretholde* kunnskapen, og ikke nødvendigvis øke den, så kan oppfattes som et resultat av reminisensperioden. Glemselskurven til Ebbinghaus viser på figur 13, s. 64, et fall fra innlæring og til de første minuttene på over 40 %. Selv om glemselskurven er laget på grunnlag av repetisjon av stavelser uten mening, mens repetisjonsoppgavene handler om matematisk forståelse, så er det i følge Karlsen (2008) mye som tyder på at begge typer hukommelse er utsatt for de samme mekanismer.

En annen del av undersøkelsen (også her var utvalget for lite til å gjøre statistisk analyse) var ment å finne ut av fenomenet *retroaktiv interferens*, eller rettere sagt; hvordan motvirke effekten av retroaktiv interferens, dvs. unngå at de siste inntrykkene forstyrrer de første (Helstrup, 1984). Hvile eller søvn etter innlæring (i dette tilfelle forrige repetisjon) er da et godt alternativ. Det ideelle hadde vært om repetisjonen ble foretatt tidlig på morgenen, rett etter søvn, men det var urealistisk å få til innenfor rammene som var gitt, så repetisjonen ble tilpasset undervisningen den påfølgende dag (i praksis litt ut på dagen), noe som trolig resulterte i at elevene sannsynligvis ble fylt med nye inntrykk allerede før denne repetisjonen ble tatt, og en ev. effekt uteble. Resultatet viser da også synkende kurve, noe som gir motsatt effekt av ønsket effekt.

En av de største utfordringene har vært å få alle elevene til å svare på alle oppgavene. For å få dette til måtte klasselærer skrive repetisjonsoppgavene på lekseplanen og presisere at de var obligatoriske. På den måten ble det litt ”dobbeltløp” når de tillegg fikk påminnelse via sms, men i en testsituasjon var det nødvendig.

I løpet av forskningsperioden har det skjedd en stor utvikling på det tekniske plan når det gjelder mobiltelefoner, så hvis undersøkelsen skulle gjøres i dag, ville trolig mye av arbeidet foregått på lesebrett eller smarttelefon, og ikke så mye på pc, slik det ble gjort i all hovedsak. Med den nye teknologien vil mobiliteten bli en helt annen og kanskje komme denne typen arbeid til gode.

9.1 Fremtidsscenario

Hvis skolene skal satse på denne form for repetisjon, ser jeg for meg at det inngår som et fast og obligatorisk arbeid i basisfagene. Det er neppe rom for pedagogene å sette sammen denne form for repetisjon digitalt, derfor bør problemstillingen forelegges for forlagene som utgir fagbøkene i de enkelte fag, og la dem implementere oppgavene i et LMS (Learning Management System) som svært mange skoler bruker. Hvis ikke forlagene har mulighet til å lage oppgavene, kan det kanskje bli et arbeidsområde for de

”digitale pedagogene” som etter hvert etableres i kommunene. Dette er lærere med relativ høy digital kompetanse innenfor skolemiljøene. Påminnelse på sms kan bli aktivert gjennom læringsplattformene, hvor lærer legger inn aktuelle repetisjonstidspunkt, ut i fra når et tema er gjennomgått og klar for repetisjon. Dette vil automatisere repetisjonsprosessen, slik at arbeidet for den enkelte lærer blir minimalisert og dermed realistisk og gjennomførbar.

I matematikkfaget er det ca. 6 tema som skal gjennomgås i løpet av ett år. 2 – 3 repetisjoner for hvert kapittel, med 10 – 15 minutters varighet, tilsvarer ca. 5 timers arbeid pr. år i arbeid for elevene. Dersom det viser seg at slikt arbeid øker karakteren en halv karakter i gjennomsnitt, så er det kanskje vel verdt?

9.2 Avslutning

Repetisjon er en gammel kunst, og jeg har ikke møtt det mennesket som ikke er enig i at det er fornuftig å repetere, og i følge forskningen til bl.a. Ebbinghaus, Atkinson & Shiffrin og Moser er det helt nødvendig med bearbeiding av innlært kunnskap for at den skal kunne lagres over tid. Repetisjon, eller det å dvele ved noe som allerede har vært opplyst eller informert om, står i skarp kontrast til dagens flyktige informasjonssamfunn. Det kan se ut som om vi er fanget av hurtigheten og tilgjengeligheten.

Ideen om å repetere ved hjelp av digitale verktøy syntes jeg var god, men det har vært tungt å jobbe med det alene uten en samarbeidspartner. Det vil være nødvendig å forske videre på dette området, spesielt omkring fenomenet reminisens og retroaktiv interferens, for å finne ut om repetisjon og bruken av digitale hjelpemidler bør tas mer på alvor. Hypotesen om opprettholdelse av kunnskap gjennom repetisjon med digitale verktøy har til en viss grad blitt bekreftet, med en halv karakter i forskjell mellom eksperimentgruppe og kontrollgruppe. Det er også interessant at guttene skårer mest på denne form for repetisjon, med nærmere en hel karakter i forskjell innad i gruppen.

10 Litteratur

(Alle lenker til fotnoter i teksten er pr. 20. mai 2012)

- Birkemo, A. (2002). *Læringsmiljø og utvikling*. Oslo: I samarbeid med Unipub.
- Butcher, J. (2000). Dominic O'brien--master mnemonist. *Lancet*, 356(9232), 836.
- Buzan, T. (1978). In Olafsen P. M. (Ed.), *Husk bedre*. Oslo: A/S Hjemmet Fagpresseforlaget.
- Ebbinghaus, H. (1885/1913). *Memory; a contribution to experimental psychology*.
- Cowan, N., Li, D., Moffitt, A., Becker, T. M., Martin, E. A., Saults, J. S., et al. (2011). A neural region of abstract working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(10), 2552-2563.
- Cozby, P. C. (c2009). *Methods in behavioral research*. Boston: McGraw-Hill Higher Education.
- Dittrich, L. (2010). The brain that changed everything. *Esquire*, 154(4), 112-168.
- Dysthe, O., & Engelsen, K. S. (c2003). Sosiokulturelle teoriperspektiv på kunnskap og læring. *Mapper som pedagogisk redskap: Perspektiver og erfaringer*. Oslo: Abstrakt forlag. Everett, E. L., & Furseth, I. (c2004).
- Foucault, M. (1994). *Overvåkning og straff: Det moderne fengsels historie*. Oslo: Gyldendal.
- Gilje, N., & Grimen, H. (1993). *Samfunnsvitenskapenes forutsetninger: Innføring i samfunnsvitenskapenes vitenskapsfilosofi*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Halvorsen, K. (2008). *Å Forske på samfunnet: En innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Oslo: Cappelen akademisk forl.

- Haugsbakk, G., Nordkvelle, Y., & Fritze, Y. (2003). *Dialog og nærhet: IKT og undervisning*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Helstrup, T. (1984). Hukommelse og glemsel. *Psykologi: En grunnbok* (pp. s. 126-154). [Oslo]: Cappelen.
- Helstrup, T., & Kaufmann, G. (c2000). *Kognitiv psykologi*. Bergen: Fagbokforl.
- Hintzman, D. L. (c1978). *The psychology of learning and memory*. San Francisco: W. H. Freeman.
- Karlsen, P. J. (c2008). *Hva er hukommelse*. Oslo: Universitetsforl.
- Madsen, K. B. (1970). *Læring, hukommelse og glemsel: Og litt om innlæringsmaskiner*. Oslo: Aschehoug.
- Page, M., & Thorn, A. (2009). *Interactions between short-term and long-term memory in the verbal domain*. Hove: Psychology Press.
- Pallant, J. (2010). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS*. Maidenhead: McGraw-Hill.
- Reiner, P. B. (2008). Norman doidge, the brain that changes itself. *American Journal of Bioethics*, 8(1), 62-63.
- Ringdal, K. (c2007). *Enhet og mangfold: Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. Bergen: Fagbokforl.
- Solomon & Perkins (2005). "Do technologies make us smarter?"
- Spence, K. W., & Spence, J. T. (1967-1968). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*. New York: Academic Press.
- Wetterberg, P. (2005). *Hukommelsesboken: Hvorfor vi husker godt og glemmer lett*. Oslo: Gyldendal akademisk.

11 Vedlegg

11.1 Informasjonsbrev til informantene i eksperimentgruppen

Repetisjon med digitale verktøy

Et forskningsprosjekt om bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen i grunnskolen.

Informasjonsbrev til deltakerne i eksperimentgruppen

I forbindelse med en masteroppgave om bruk av repetisjon i skolen, har jeg planlagt et opplegg som skal prøves ut blant 8. og 9. trinn i ungdomsskolen. Opplegget går ut på å bruke digitale verktøy som *pc*, *læringsplattform* og *mobilttelefon* når det gjelder repetisjon innenfor matematikkundervisningen.

Det er ikke alltid det blir tid til så mye repetisjon i skolen. Noen ganger løper tiden for fort, her som andre steder, og noen ganger er det så mye nytt som skal læres at det rett og slett ikke er rom for så mye repetisjon. Tanken er at teknologien til en viss grad skal overta akkurat denne funksjonen. Innenfor hukommelsesforskningen finnes det en god del dokumentasjon på hvordan kunnskap lagres til langtidsminnet, og det er denne forskningen jeg har som grunnlag når jeg nå skal gå i gang med undersøkelsen min. I korte trekk går den ut på følgende:

Elevene svarer på et sett oppgaver (pretest). Etter 10-15 minutter pause gjennomgår de oppgavene på nytt (1. repetisjon). Om kvelden samme dag, ca. 10 timer etterpå, skal elevene løse oppgavene hjemmefra, enten via *pc* eller *mobilttelefon*. (2. repetisjon). Neste dag løser de oppgavene på nytt på skolen. Deretter skal de gjenta repetisjonene én gang til etter en uke og etter ca. en måned (posttest), og nå vil de få påminnelse på sms når tidspunktet for repetisjonene er inne (det vil ikke stå på arbeidsplanen).

I kunnskapsløftet har bruken av digitale verktøy en sentral plass. Her er den digitale kompetansen en av de grunnleggende kompetansene. Det drives forskning omkring bruken av IKT i skolen, og vi kan vel si det slik at effekten av investeringene lar vente på seg. Årsaken til dette er fortsatt uklar, men det er mye som tyder på at forventningene til de digitale mediene har vært for store, eller at de digitale verktøyene ikke er blitt utnyttet riktig. Derfor er dette prosjektet en undersøkelse som skal prøve å kaste lys

over nye måter å ta i bruk disse verktøyene på. Det er snakk om å *hente frem igjen* det som elevene allerede har lært av læreren på skolen. Altså lære *med* IKT i stedet for å lære *av* IKT.

For å kunne analysere resultatene er jeg avhengig av at flest mulig gjennomfører repetisjonen slik det er skissert.

Ingen navn skal knyttes til besvarelsene. Når besvarelsene blir tatt ut fra læringsplattformen it's learning for å analyseres, erstattes alle navn med et referansenummer. Prosjektleder forholder seg kun til dette nummeret. Det vil si at analysen ikke knyttes til personnavn. Prosjektet avsluttes desember 2011. Alt innsamlet materiale vil bli slettet eller makulert når tallmaterialet er behandlet, senest mai 2012. Det er frivillig å delta i prosjektet og deltakerne kan trekke seg underveis uten å gi en begrunnelse for det.

Jeg trenger mobilnummer til alle deltakere for på den måten å kunne minne dem på via sms når repetisjonen skal utføres. Listen over mobilnummer vil bli utarbeidet av kontaktlærer, og den vil bli slettet umiddelbart etter prosjektet er avsluttet. Elevene skal *ikke* besvare sms-varslene.

Se vedlagte brev om samtykke.

Spørsmål kan sendes enten til kontaktlærer eller direkte til meg.

11.2 Informasjonsbrev til informantene i kontrollgruppen

Repetisjon med digitale verktøy

Et forskningsprosjekt om bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen i grunnskolen.

Informasjonsbrev til deltakerne i kontrollgruppen

I forbindelse med en masteroppgave om bruk av repetisjon i skolen, har jeg planlagt et opplegg som skal prøves ut blant 8. og 9. trinn i ungdomsskolen. Opplegget går ut på å bruke digitale verktøy som *pc*, *læringsplattform* og *mobilttelefon* når det gjelder repetisjon innenfor matematikkundervisningen.

Det er ikke alltid det blir tid til så mye repetisjon i skolen. Tanken er at teknologien til en viss grad skal overta akkurat denne funksjonen. Innenfor hukommelsesforskningen

finnes det en god del dokumentasjon på hvordan kunnskap lagres til langtidsminnet, og det er denne forskningen jeg har som grunnlag når jeg nå skal gå i gang med undersøkelsen min.

I kunnskapsløftet har bruken av digitale verktøy en sentral plass. Her er den digitale kompetansen en av de grunnleggende kompetansene. Det drives forskning omkring bruken av IKT i skolen, og vi kan vel si det slik at effekten av bruken lar vente på seg. Årsaken til dette er fortsatt uklar, men det er mye som tyder på at forventningene til de digitale mediene har vært for store, eller at de digitale verktøyene ikke er blitt utnyttet riktig. Derfor er dette prosjektet en undersøkelse som skal prøve å kaste lys over nye måter å ta i bruk disse verktøyene på. Det er snakk om å *hente frem igjen* det som elevene allerede har lært av læreren på skolen.

For å kunne analysere resultatene er jeg avhengig av at flest mulig gjennomfører repetisjonen slik det er skissert.

Ingen navn skal knyttes til besvarelsene. Når besvarelsene blir tatt ut fra læringsplattformen it's learning for å analyseres, erstattes alle navn med et referansenummer. Prosjektleder forholder seg kun til dette nummeret. Det vil si at analysen ikke knyttes til personnavn. Prosjektet avsluttes høsten 2011. Alt innsamlet materiale vil bli slettet eller makulert når tallmaterialet er behandlet, senest mai 2012. Det er frivillig å delta i prosjektet og deltakerne kan trekke seg underveis uten å gi en begrunnelse for det.

Deltakerne i kontrollgruppen skal ikke foreta repetisjonene, men kun løse et oppgavesett. Etter en måned skal begge gruppene ta oppgavene på nytt. Det vil ikke ta mer enn 10 til 20 minutter å løse oppgavene. Alt foregår på it's learning.

Se vedlagte brev om samtykke.

Spørsmål kan sendes enten til kontaktlærer eller direkte til meg.

11.3 Samtykkeerklæring

Forskningsprosjekt om bruk av digitale verktøy i matematikkundervisningen i grunnskolen.

For å gjennomføre undersøkelsen trenger jeg foreldre og foresatte sitt samtykke. Prosjektet er innmeldt til Personvernombudet for forskning, med følgende formulering:

Ingen navn skal knyttes til besvarelsene. Når besvarelsene blir tatt ut fra læringsplattformen it's learning for å analyseres, erstattes alle navn med et referansenummer. Prosjektleder forholder seg kun til dette nummeret. Det vil si at analysen ikke knyttes mot personnavn. Prosjektet avsluttes desember 2011. Alt innsamlet materiale vil bli slettet eller makulert når tallmaterialet er behandlet, senest

mai 2012. Det er frivillig å delta i prosjektet og deltakerne kan trekke seg underveis uten å gi en begrunnelse for det.

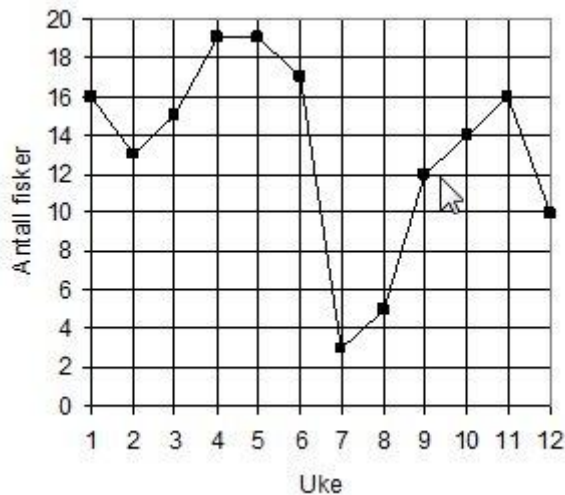
Jeg/vi tillater vårt barn (navn): _____ å være med på prosjektet "Repetisjon med digitale verktøy".

underskrift, foreldre/foresatte:

11.4 Eksempler på oppgaver 8. trinn, eksperimentgruppe

Oppgave 1 (1. repetisjon)

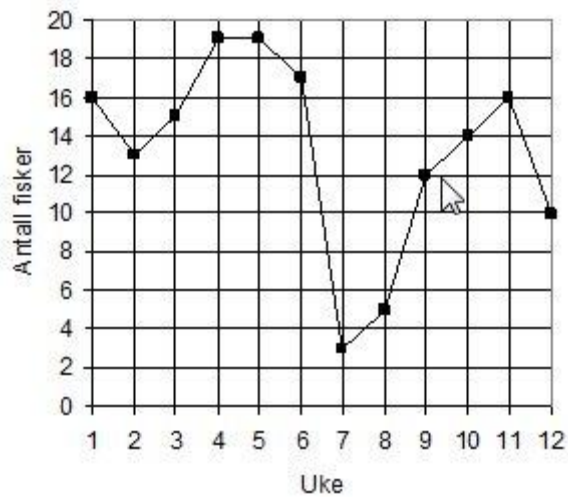
Charlotte har akvarium med mange fisker. Naturen går sin gang i akvariet, så noen fisker blir født, og noen dør. Charlotte tar derfor en optelling i akvariet en gang i uken for å finne ut hvor mange fisker hun har. Hun tegner denne kurven:



Hvor mange fisker hadde Charlotte den 2. uken?

Oppgave 1 (2. repetisjon)

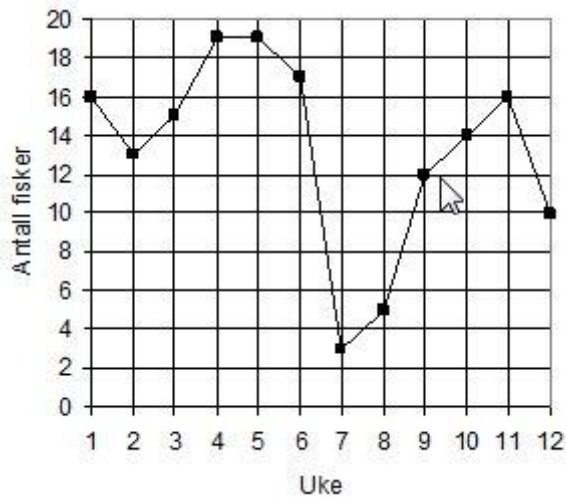
Charlotte har akvarium med mange fisker. Naturen går sin gang i akvariet, så noen fisker blir født, og noen dør. Charlotte tar derfor en optelling i akvariet en gang i uken for å finne ut hvor mange fisker hun har. Hun tegner denne kurven:



Hvor mange fisker hadde Charlotte den 4. uken?

Oppgave 1 (3. repetisjon)

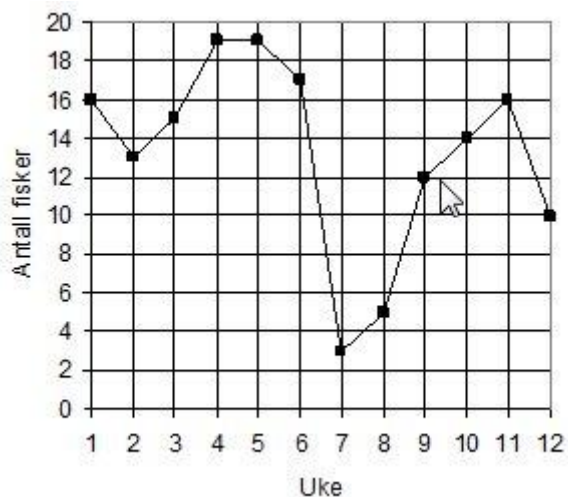
Charlotte har akvarium med mange fisker. Naturen går sin gang i akvariet, så noen fisker blir født, og noen dør. Charlotte tar derfor en optelling i akvariet en gang i uken for å finne ut hvor mange fisker hun har. Hun tegner denne kurven:



Hvor mange fisker hadde Charlotte den 6. uken?

Oppgave 1 (4. repetisjon)

Charlotte har akvarium med mange fisker. Naturen går sin gang i akvariet, så noen fisker blir født, og noen dør. Charlotte tar derfor en optelling i akvariet en gang i uken for å finne ut hvor mange fisker hun har. Hun tegner denne kurven:



Hvor mange fisker hadde Charlotte den 3. uken?

11.5 Eksempler på oppgaver, 9. trinn

Oppgave 1 (1. repetisjon)

Mellom A og B er det 4 km i luftlinje.

Hvor langt er det på et kart med målestokken 1 : 200 000?

(svar i cm)

Oppgave 1 (2. repetisjon)

Mellom A og B er det 3 km i luftlinje.

Hvor langt er det på et kart med målestokken 1 : 300 000?

(svar i cm)

Oppgave 1: (3. repetisjon)

Mellom A og B er det 8 km i luftlinje.

Hvor langt er det på et kart med målestokken 1 : 200 000?

(svar i cm)

Oppgave 1: (4. repetisjon)

Mellom A og B er det 10 km i luftlinje.

Hvor langt er det på et kart med målestokken 1 : 200 000?

(svar i cm)