

*Virkning av rytme på utvalgte kognitive  
egenskaper*

Sylvelin Hege Sevilhaug



Masteroppgave i musikkvitenskap  
Institutt for musikkvitenskap

UNIVERSITETET I OSLO

Vår 2018

© Sylvelin Hege Sevilhaug

2018

Tittel

Forfatter

<http://www.duo.uio.no/>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

# Sammendrag

Musikk har stor betydning for humør og livskvalitet. Lekne rytmer kan gi hvem som helst lyst til å danse, og forskningen viser at vi påvirkes kraftig av rytmene rundt oss selv om vi sitter stille. Formålet med dette arbeidet har vært å undersøke hvordan rytmer kan påvirke utvalgte kognitive prestasjoner. Hypotesen har vært at rytmisk påvirkning fra groovy musikk kan påvirke arbeidsminnet, sanseoppfattelse, forståelse og logisk tenkning.

Jeg har gjennomført en undersøkelse med 160 deltakere som har løst oppgaver under tre ulike betingelser: Deltakerne løste ett sett med oppgaver uten noen rytmiske stimuli (rytmebruk = *Uten*). Før neste sett med oppgaver fikk deltakerne lytte til rytmisk og groovy musikk (rytmebruk = *Før*). Et tredje sett med oppgaver ble gjort mens den rytmiske og groovy musikken sto på i bakgrunnen (rytmebruk = *Undervegs*). Rekkefølgen av oppgavesett og rytmebruk ble randomisert. Hver gang gjorde deltakerne fem oppgaver, hvorav den første var oppvarming. De andre fire var ei oppgave der det gjaldt å huske tall, ei oppgave der det gjaldt å huske farger, ei oppgave der de skulle finne ut hvilket symbol som mangla i en matrise, og til sist ei oppgave som handla om å balansere ei vektstang ved hjelp av symboler med kjent verdi. De to første oppgavene (tall og farger) handla om å gjenkalle og gjenkjenne hva de hadde sett, den tredje handla om å oppfatte, forstå og resonnerer, den siste oppgava innebar å kombinere informasjon og utføre en enkel regneoperasjon.

Resultatet fra undersøkelsen viste signifikant hovedeffekt av rytmebruk på arbeidsminnet for talloppgavene (serie-gjenkalling). Talloppgavene gjort uten musikk (rytmebruk = *Uten*) hadde et signifikant bedre resultat enn talloppgavene gjort med musikk før oppgavene (rytmebruk = *Før*). Talloppgavene gjort uten rytmebruk (rytmebruk = *Uten*) hadde også et bedre gjennomsnittlig resultat enn talloppgaver gjort med rytme mens oppgavene ble løst (rytmebruk = *Undervegs*), men denne forskjellen var ikke signifikant. Heller ikke forskjellen mellom talloppgavene gjort med rytme først (rytmebruk = *Før*) og med rytme undervegs var signifikant (rytmebruk = *Undervegs*), resultatet var dårligst for talloppgavene med rytme først. Det ble ikke funnet tilsvarende negativ effekt av rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*) på fargeoppgavene (visuelle gjenkjennelse).

Undersøkelsen viste signifikant bedre resultater med rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*) på matriseoppgavene i forhold til med rytme i bakgrunnen (rytmebruk = *Undervegs*), med moderat effektstørrelse. Disse oppgavene krevde visuospatiale evner og forståelse, samt evne til abstrakt resonnering og kreativitet. Oppgavene som var gjort uten rytme (rytmebruk = *Uten*) hadde bedre resultat enn oppgavene gjort med rytme i bakgrunnen (rytmebruk = *Undervegs*), og når det ble korrigert for hvor godt deltakerne likte matematikk ble denne forskjellen signifikant. Effektstørrelsen for rytmebruk var moderat.

Hverken rytmebruk eller rekkefølge ga signifikante utslag for vektstangoppgavene, men post hoc utforskende analyser viste signifikant hovedeffekt av matematikksans med moderat effektstørrelse. Dette var forventet siden vektstangoppgavene i tillegg til forståelse, arbeidsminne og resonnering også krevde enkel matematikk.

Alt i alt har jeg i undersøkelsen klart å gjenskape forventede resultater, i tillegg til at det framkom noen interessante sammenhenger som det kan være verdt å undersøke nærmere. Resultatene indikerer at oppgavesetta hadde god følsomhet og at undersøkelsen målte det den skulle.

Konklusjonen er at groovy, rytmisk musikk som står på i bakgrunnen (rytmebruk = *Undervegs*) virker forstyrrende på arbeidsminnet når oppgavene handler om gjenkalling av tall. Effekten er også negativ på oppgaver som krever gode visuospatiale evner, forståelse, abstrakt resonnering og kreativitet. Når groovy, rytmisk musikk blir spilt av på forhånd (rytmebruk = *Før*), ser det derimot ut til å ha en positiv effekt på prestasjoner som krever disse egenskapene. Undersøkelsen gir ikke grunn til å slå fast hva som er årsaken. En hypotese er at det skyldes positiv påvirkning på humør og sinnstemning, men vi kan ikke utelukke andre årsakssammenhenger.

# Forord

Det har vært morsomt å arbeide denne masteroppgava, og jeg har lært mye undervegs. Lenge var jeg i tvil om hva jeg skulle velge som tema, men angrer ikke på det valget jeg gjorde. Dette handler om et svært interessant felt i rivende utvikling.

Først vil jeg takke Anne Danielsen for god veiledning og støtte undervegs, det har vært til stor hjelp i arbeidet. Jeg vil også takke Anne Schad Bergsaker for god hjelp til mine statistikkspørsmål. I forbindelse med masteroppgavearbeidet har jeg blitt veldig godt mottatt på Thor Heyerdahl videregående skole av avdelingsledere, lærere og elever jeg har vært i kontakt med for å få gjennomført undersøkelsene - så tusen takk til dere! Til slutt vil jeg takke familie og venner som har vært så positive og hjelpsomme, særlig i forbindelse med gjennomføringa av pilotundersøkelsen!

Aske 24.04.2018

Sylvelin Hege Sevilhaug



# Innholdsfortegnelse

Sammendrag .....	3
1 Innledning .....	11
1.1 Bakgrunn for valg av problemstilling .....	11
1.2 Rytme .....	12
1.2.1 Rytme, meter, tempo og timing .....	12
1.2.2 Mikrorytmikk og groove .....	15
1.2.3 Hva skjer når vi hører musikk?.....	16
1.2.4 Hva gjør musikk “groovy”, og hvordan virker det på oss? .....	19
1.3 Kognitive evner og hukommelse .....	21
1.3.1 Kognitive evner .....	21
1.3.2 Hukommelsen .....	22
1.3.3 Bevegelse og kognitive funksjoner.....	23
1.4 Hvordan påvirker musikk kognitive evner?.....	24
1.4.1 Musikalitet og musikalsk erfaring .....	25
1.4.2 Umiddelbar virkning av musikk og rytme.....	28
1.4.3 Bakgrunnsmusikk .....	32
1.4.4 Problemstilling.....	34
2 Metode og materiale .....	36
2.1 Valg av metode .....	36
2.2 Pilotundersøkelsen og forundersøkelsen.....	36
2.3 Deltakere .....	38
2.4 Valg av rytmestimuli.....	38
2.5 Oppgavene .....	39
2.5.1 Hukommelsesoppgavene .....	40
2.5.2 Logikkoppgavene .....	41
2.5.3 Følsomhet .....	41
2.6 Utforming av undersøkelsen .....	42
2.7 Variablene .....	44
2.7.1 Effektvariabel .....	45
2.7.2 Forklaringsvariabler.....	45
2.7.3 Bakgrunnsvariabler.....	45

2.7.4	Avhengige variabler .....	46
2.8	Analyse av datamaterialet.....	46
3	Resultater.....	50
3.1	Alle resultater .....	50
3.2	Talloppgavene .....	51
3.2.1	Resultat fra talloppgavene .....	51
3.2.2	Analyse av talloppgavene.....	52
3.2.3	Oppsummering av tall-oppgavene.....	57
3.3	Fargeoppgavene .....	57
3.3.1	Resultater for fargeoppgavene.....	57
3.3.2	Analyse av fargeoppgavene.....	58
3.3.3	Oppsummering av fargeoppgavene.....	63
3.4	Matriseoppgavene.....	63
3.4.1	Resultater for matriseoppgåvene .....	63
3.4.2	Analyse av matriseoppgavene.....	64
3.4.3	Oppsummering matriseoppgavene .....	69
3.5	Vektstangoppgavene.....	70
3.5.1	Resultat for vektstangoppgavene.....	70
3.5.2	Analyse av vektstangoppgavene .....	71
3.5.3	Oppsummering av vektstangoppgavene.....	74
3.6	Post hoc utforskende analyser (explorative analyses): Matematikksans .....	74
3.6.1	Talloppgavene .....	74
3.6.2	Fargeoppgavene .....	76
3.6.3	Matriseoppgavene .....	78
3.6.4	Vektstangoppgavene .....	80
4	Drøfting av resultater og gjennomføring.....	84
4.1	Virkning av rytme på arbeidsminnet .....	84
4.1.1	Talloppgavene .....	84
4.1.2	Fargeoppgavene .....	85
4.2	Virkning av rytme på oppfattelse, forståelse og logisk tenkning .....	86
4.2.1	Matriseoppgavene .....	86
4.2.2	Vektstangoppgavene .....	87
4.3	Sans for matematikk .....	88



4.3.1	Tall- og fargeoppgavene .....	89
4.3.2	Matrise- og vektstangoppgavene .....	89
4.4	Faktorer som kan ha innvirkning på resultatet.....	90
4.4.1	Hva har det å si at det er brukt musikk og ikke rein rytme?.....	90
4.4.2	Svakheter ved forsøksdesignet .....	91
4.4.3	Virkingen av rytme undervegs.....	91
4.4.4	Betydning av antall svaralternativ og plassering av riktig.....	93
4.4.5	Bruk av oppvarmingsoppgave og rekkefølge .....	93
4.4.6	Andre usikkerhetsfaktorer .....	95
4.5	Validitet, overføringsverdi og forbedringer .....	95
5	Konklusjon.....	97
6	Videre arbeid .....	99
7	Referanser.....	100
	Vedlegg - Oppgavene fra undersøkelsen.....	109



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for valg av problemstilling

Mye er publisert om hvordan musikk påvirker oss. Ulike rytmer og melodier har effekt på humør, konsentrasjonsevne og energinivå, og det er mange teorier om hva slags innvirkning musikk kan ha om man skal lære seg noe. Personlig har jeg god erfaring med å spille «groovy» musikk rett før jeg skal gjennomføre en muntlig eksamen eller et jobbintervju. Men hvorfor virker denne musikken positivt? Og får virkelig musikken deg til å prestere bedre? Er det fordi det gjør noe med humøret? Eller gjør musikken noe med kroppen? Kanskje det rett og slett øker selvtilliten?

Jeg arbeider som lærer i videregående skole, blant annet med matematikk, og i mitt masterstudium ønsker jeg å undersøke om rytmeimpulser kan ha noen innvirkning på utvalgte kognitive evner. Jeg har derfor valgt å gjennomføre en undersøkelse som forhåpentligvis kan bekrefte noe av det vi vet om hvordan rytme påvirker oss, og eventuelt avdekke nye sammenhenger. Kombinert med praktisk pedagogikk kan kanskje kunnskapen som oppnås gi innspill til læringssituasjoner.

I perioden 1974 til 2010 ble andelen tid avsatt til estetiske fag redusert med 37% (Bamford, 2012; Kulturskoleutvalget, 2010). En finsk studie blant elever i grunnskolen viste at de med ekstra musikkundervisning var gladere og scoret høyere på skolelivskvalitet enn de som ikke hadde dette tilbudet. Dessuten hadde elevene med ekstra musikk høyere selvtillit og mer positivt syn på egne prestasjoner (Eerola & Eerola, 2013). De siste åra har frafallet i videregående skole vært et hyppig diskusjonstema på skolene og i mediene. Estetiske fag i skolen kan være en kilde til glede, noe som viktig for utholdenhet og konsentrasjon (Fleming, 2012). Kanskje vil mer musikk i skolen øke elevenes prestasjoner og redusere frafallet.

Dette er et tverrfaglig arbeid som omfatter rytme, hva som skjer med oss når vi hører musikk og hvordan musikk kan påvirke hukommelsen og andre kognitive evner. Områdene overlapper hverandre, men grovt sett kan teorien jeg har brukt deles inn i fem temaer:

- Rytmeteori - hvordan vi oppfatter rytme og groove.

- Hvordan rytme og musikk påvirker kroppen, og hvordan persepsjon og handling aktiviserer samme prosesser i hjernen.
- Hvordan hukommelsen virker.
- Hva som skjer med kognitive prosesser i sammenheng med fysisk aktivitet.
- Hva vi vet om hvordan kognitive prosesser påvirkes av musikk.

## 1.2 Rytme

### 1.2.1 Rytme, meter, tempo og timing

*Rytme* stammer fra det greske *rhythmos* og betyr strømning eller bevegelse (Nordbø, 2016). Når vi hører musikk, vil vi lett tråkke takten på hvert eller annen hvert slag eller «beat». Hvert slag er igjen delt opp i mindre biter. Rytme kan sies å bestå av flere komponenter: Rytmisk mønster, meter, tempo og timing (Honing, 2013). Når vi lytter til musikk, vil de fleste klare å skille mellom disse egenskapene. Sammenhengen mellom rytme, notasjon, beat (puls) og meter (takt) er vist i figur 1. Alle de like komponentene virker sammen og former vår oppfatning av rytmen (Honing, 2013).

*Rytmiske mønster* er egentlig et mønster av hendelser med ulik varighet som kan representeres på en diskret, symbolsk skala (Honing, 2013:371), se notene på den tredje linja i figur 1. En annen komponent er den *metriske* strukturen som lytteren vil oppfatte det rytmiske mønsteret i forhold til, denne er vist i den øverste linja i figur 1. Det vil alltid være et avvik mellom hva som er notert med noter, hva som kan måles i lydsignalet og hva lytteren oppfatter (Honing, 2013). For eksempel kan ikke *meter* måles direkte i en klingende rytme. I stedet er det lytteren som tolker det rytmiske mønsteret inn i et metrisk rammeverk, dette kan være en regelmessig *puls* eller *beat*, eller et hierarkisk system som består av flere nivå (Honing, 2013). *Beat* er beslekta med forestillingen om *takt*, og også til den kognitive *beat-induksjonen* – dette handler om hvordan vi forestiller oss en regelmessig puls som vi relaterer rytmen vi hører til. Honing (2013) påpeker at det er denne kognitive egenskapen (*beat-induksjon*) som gjør at vi kan synkronisere oss til en regelmessig puls, noe som gjør at vi kan danse og lage musikk sammen. Dette er en

fundamental menneskelig egenskap som antagelig har spilt en avgjørende rolle for at musikk har oppstått. Jeg kommer tilbake til dette i kapittel 1.2.3.

*Meter* etablerer et grunnleggende spenningsmønster, hvor svakere slag skaper forventinger om sterkere slag. London (2012:4) uttrykker at *meter* er en egenskap som framkommer i oppfattelsen av musikalsk lyd i tid. Mens *rytme* handler om strukturen til stimuli plassert i tid, handler *meter* om oppfattelse og tolkning av slike stimuli. Det er viktig å være klar over at *meter* er en mental størrelse, ikke en akustisk (London, 2012:4). Når vi hører en rytme, reagerer kroppen vår på den. Denne evnen til å bevege oss til eksterne rytmer er en egenskap som tilsynelatende er unik for oss mennesker, og denne egenskapen har stor betydning for oss som sosiale vesen (London, 2012:4) (dette kommer jeg tilbake til i 1.4.1). Når vi får en periodisk input fra omgivelsene, kan det oppstå en indre psykologisk rytme som innretter seg i fase med den ytre stimulusen. Denne synkroniseringa kalles *entrainment*. Vi lar oss rive med, og samkjører vår egen rytme med det vi hører. Sentralt hos London er ideen om at *meter* er relatert til og kan være en kompleks form av denne *entrainment*-egenskapen (London, 2012:12). *Meter* er en musikalsk form av *entrainment*, der deler av vår biologiske aktivitet synkroniseres med regelmessige og gjentakende hendelser i omgivelsene (London, 2012:4).



Figur 1. Figuren viser sammenhengen mellom takt (meter), puls (beat), notasjon og rytme (Cameron & Grahn, 2016).

En tredje komponent i oppfattelsen av rytme er *tempoet* – inntrykket av hastigheten i det rytmiske mønsteret man hører - og som henger tett sammen med hva man kognitivt oppfatter av beatet eller takten i rytmen (Honing, 2013). *Puls* kan oppfattes som identiske, imaginære punkt i tidsforløpet som opptrer jevnt i et stabilt mønster av repetisjon og angir tempoet. Haugen (2016) har i sitt doktorgradsarbeid studert hvordan bevegelsene til dansere og musikere i norsk telespringar og brasiliansk samba forholder seg til fysisk

rytme, oppfatta sonisk rytme og underliggende referansestruktur i musikken. Hun foreslår at i stedet for å se på meter som punkt i tid, så kan den underliggende referansestrukturen oppfattes som en form (shape) (Haugen, 2016:63). Denne metriske formen henger tett sammen med bevegelsesmønsteret til danserne. Den metriske strukturen vi oppfatter omfatter ikke bare plasseringa av det metriske beaten i tid, men også bevegelsesbanene (virkelige eller simulerte) mellom plasseringene (Haugen, 2016:68). Det betyr at selv om man ikke danser, så forestiller man seg bevegelse når man hører musikken. Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 1.2.3.

Den fjerde komponenten er *timing*. I timinga ligger de små nyansene i rytmen som avgjør om musikken høres stressende ut, eller om den oppfattes bakoverlent eller mekanisk. Noen noter blir spilt litt tidligere, mens andre blir spilt litt seinere enn forventa. Dette gjør noe med hvordan vi oppfatter musikken - det gir liv til musikken. Timing er dermed viktig både for utøvelse, oppfattelse og for hvilket utbytte vi får av musikken (Honing, 2013). Eksempler på dette er de gjentakende mønstrene assosiert med den metriske strukturen som blir brukt i jazz-swing, og endringer i tempoet ved slutten av frasen i klassisk romantisk musikk. Forsøk har vist at rytme blir timet annerledes ved ulike tempo, og både i persepsjon og produksjon er timing tempo-spesifikk (Honing, 2013, Friberg & Sundstrøm, 1999).

Hvordan disse begrepene brukes kan variere. I denne oppgava bruker jeg begrepet *rytme* som et temporalt mønster som forholder seg til en fast *puls* og fast *meter* av regelmessig og gjentakende natur. Det finnes flere innfallsvinkler når man skal studere rytme. Danielsen (2010:34) viser hvordan ulike modeller kan brukes for å forstå rytme og groove i musikken. I stedet for å innta et metronom-perspektiv, kan man heller operere med *lokal tid*. Da betrakter man fortsatt de rytmiske hendelsene som punkt i tid, men forventningene om avstanden mellom pulsene knyttes til forutgående hendelser i musikken heller enn et ytre skjema. Da vil avstanden mellom hver puls bli en dynamisk størrelse som tillater justeringer av det overordna tempoet i en låt. En annen mulighet er å benytte *beat-bin*-modellen: Da er ikke pulsen lenger en serie punkt i tida, i stedet ser man for seg at hver beat har form og varighet (Danielsen, 2010:34). Med denne modellen kan forskjellige rytmiske hendelser anees å være lokalisert innenfor samme beat og bidra til å forme vår oppfatning av beaten. Det betyr at ulike rytmiske hendelser kan anses å være lokalisert innenfor samme beat, og det er formen på beaten heller enn det tidsmessige forholdet

mellom pulsene, som bestemmer groove-dynamikken. Dette stemmer godt med funnene til Haugen (2016:63).

### 1.2.2 Mikrorytmikk og groove

Rytme er et samspill mellom ikke-klingende referansestrukturer som lytteren eller utøveren bruker, og klingende rytmiske hendelser (Danielsen 2010:4). Når man skal analysere rytmisk struktur i musikken, nytter det ikke å bare ta utgangspunkt i hvordan musikken er notert. Selv om musikeren forsøker å spille eksakt etter en metronom, vil spillet likevel inneholde noe av utøverens egen timing og frasering (Honing, 2013). Disse små avvika omtales som nevnt som *microtiming*, et annet begrep som brukes er *feel*. Dette har stor betydning for uttrykket og groove-kvaliteten til musikken (Danielsen, 2010:1).

For å analysere rytme i musikk er det derfor nødvendig å se på den faktiske rytmen i lydbildet, og dette er ikke så lett å notere ned helt nøyaktig med tradisjonelt noteringsverktøy. Tidligere har det vært vanlig å se på rytme og lyd som to separate områder i musikkanalyse, men dette har vist seg å være vanskelig å forsvare (Danielsen, 2010:10). I de siste åra har det vært en dreining fra å studere rytme og timing fra et psykofysisk perspektiv med ganske enkle stimuli, til studier hvor materialet som lager lyden og effekten av den musikalske sammenhengen blir tatt med i betraktningen (Honing, 2013).

En rytmisk hendelse uttrykkes ofte ut fra plasseringa i tid av det rytmiske mønsteret som identifiseres ved ansatspunktta, og avstanden mellom disse uttrykkes ved såkalte *inter-onset-intervals* (IOI) (Danielsen, 2010:9). Det er imidlertid ikke bare ansatspunkt og varighet som påvirker hvordan vi oppfatter rytmen. Når man skal studere mikrorytmikk, må man se utover aspektene knytta til plassering i tid. Rytmen har også en lydkomponent – *sound* – som har betydning for hvordan vi oppfatter rytmen. I dette ligger egenskaper som klang, dynamiske aspekt, tonehøyde, tekstur (Danielsen, 2010; Danielsen et al., 2015). Det foregår derfor mange ulike tilnærminger for å undersøke mikrorytmikk i musikken. I tillegg til meter, puls og underdelingsmønster har Danielsen introdusert en referansestruktur på figurnivå, og gesten som figurens klingende motpart. Gest er musikken slik den er framført for noen, i motsetning til en notert stilistisk figur. I språk vil figuren tilsvare setningen, mens gesten tilsvare den tilhørende ytring:

“A gesture might be a riff or a vocal phrase (or a part of either), or a group of beats or just one beat, perceived as forming an entity, and it includes in principal every aspect of this entity ...a gesture is the music as performed for someone”  
(Danielsen, 2010:10)

Det er derfor bedre å studere den erfarte musikalsk gest når man skal analysere musikk, og også justere tilnærminga i forhold til musikkens karakter.

For å studere rytmiske sider ved musikken finnes mange muligheter: Auditiv analyse, visuelle representasjoner som grafisk uttrykk eller video, dessuten gjør ny teknologi det gjør mulig å gjøre målinger og analyser som ikke var tilgjengelige for noen år siden. Eksempler på bruk av forskjellige analysemetoder er Blom & Kvifte, (1986) som har studert sammenheng mellom vertikal bevegelse i gangar og hvordan kroppsbevegelsene følger musikken og Johansson (2015) som har brukt visualisering av lyden for å analysere rytmen, med filtrering og re-sampling av lyden, en annen mulighet er databasert analyse av lyden, såkalt *music information retrieval*. Haugen (2017) har brukt et system med infrarøde kameraer som fanger opp bevegelser, et «motion capture system», og synkroniserte dette med lyd- og videoopptak av telespringar for å analysere sammenhengen mellom fot-stampinga til spelmanen og bevegelsene til danserne. Dette har hun så satt i sammenheng med oppfattelsen av rytme.

### **1.2.3 Hva skjer når vi hører musikk?**

I alle kulturer finner vi musikk og rytme. Musikk blir ikke lenger forska på bare som notasjon eller fysisk lyd, men som opplevelse. Mye tyder på at vi strukturerer musikken vi opplever i forhold til mønster og modeller som vi har fått fra kilder utenfor musikken, og følelser, bilder og bevegelser blir alt sammen del av en prosess med å lage musikken meningsfull (Danielsen 2010:12). Når man lytter til musikk eller spiller musikk er mange sanser og funksjoner involvert, blant annet har det motoriske systemet en sentral rolle i rytmeoppfattelse- og produksjon (Cameron & Grahn, 2016). Mennesket har evnen til å oppfatte og synkronisere bevegelsene våre til rytme uten at vi trenger å lære det, og rytmeoppfattelsen kan øves opp slik at vi blir bedre. Når vi oppfatter rytme, er det mange felt som blir berørt: Tidsoppfatning, bevegelse, oppmerksomhet, estetikk og følelser. Med den store spredningen i områder som er involvert, har nevrovitenskap vist seg svært nyttig for å forstå mer om hva som skjer når vi utsettes for rytme (Cameron & Grahn, 2016). Den



nye teknologien gjør at det mulig å bevise det forskere tidligere bare kunne anta skjedde i hjernen. Når vi lytter til en rytme får vi gjerne en trang til å bevege oss, og det er undersøkelser som tyder på at dette er et resultat av hvordan rytmen blir prosessert i hjernen. I undersøkelsene til (Grahn & Brett, 2007a) studerte de hvordan spesifikke regioner i hjernen responderer på rytme, mer spesifikt hvordan basalgangliene (de basale hjernekjernene) og SMA (supplementary motor area), reagerer på beatet i rytmen. Registreringer av hvor lett forsøkspersonene klarte å gjengi ulike rytmer ble kombinert med fMRI. Resultatene indikerte at basalgangliene, pre-SMA og SMA både har en rolle i beatpersepsjonen - oppfattelsen av beatet - i tillegg til at de har en betydelig rolle i produksjonen av bevegelser (Grahn & Brett, 2007).

Det blir stadig klarere hvilken viktig rolle kroppen har i musikk-kognisjon, og feltet legemlig-gjort musikk-kognisjon (embodied music cognition) (Leman 2008) er på frammarsj. Selv om man ikke spiller noe instrument selv, vil man kunne frambringe lydproduserende bevegelser når man lytter til musikk (Godøy & Leman, 2010:116). Uavhengig av musikkerfaring vil lytterne være i stand til spontant å produsere bevegelser som samsvarer med karakteristikkene i musikken. Når vi hører musikk, vil vi straks gjenkjenne og kan lage bevegelsene som korresponderer med lyden. Bevegelsene er en måte å utforske og bli kjent med lydene, en form for manuell kognisjon (Godøy & Leman, 2010:119). Mye tyder på at håndbevegelser som følger tale hjelper oss til å tenke mens vi snakker (Godøy & Leman, 2010:120). Imitasjon av lydene og mental simulering av bevegelse i persepsjon og kognisjon peker mot en generell modell for en persepsjons-handlings-syklus som trår i verk når vi erfarer musikk. Dette er en indikasjon på hvor sterkt og ikke minst kroppslig, lytteren involverer seg i musikk (Godøy & Leman, 2010:122). Som nevnt i kapittel 1.2.1 fant Haugen (2016) at oppfattelsen av referansestrukturen i musikken er tett knytta til kroppsbevegelsene, og at utøvere og tilhørere som er godt kjent med musikkstilen har en felles kunnskap som sitter i kroppen (embodied knowledge) (Haugen, 2016:54). Men legemlig-gjøring er bare en del av bildet, musikkpersepsjon og -kognisjon bør betraktes som et dynamisk fenomen som omfatter mange forskjellige systemer, som auditive, motoriske, sensoriske og kognitive systemer (blant annet oppmerksomhet og minne) (Leman & Maes, 2014).

I de samme modulene som er forbundet med musikk-persepsjon, foregår også behandlinga av språk. Koelsch et al (2011) har kombinert auditiv (musikk-) og visuell (språk-)

påvirkning, og sett hvilke deler av hjernen som blir aktivert. Musikkoppfattelsen starter med at vi dekker den akustiske informasjonen vi mottar og overfører denne informasjonen til nevralt aktivitet. Ulike kvaliteter med musikken som for eksempelvis klang, tekstur og lydintensitet vil gi forskjellige responsverdier. Høye, plutselige lyder kan framkalle en refleks (*startle reaction*), og dette kan være en medvirkende årsak til behovet vi får for å bevege oss til rytmisk musikk. Koelsch (2011) har tatt for seg hvordan musikk påvirker kropp og følelser, og han presenterer en modell for musikkpersepsjon som tar hensyn til vitalisering av individet. Vitalisering innebærer at det autonome nervesystemet aktiveres samtidig med kognitiv integrasjon av musikalsk og ikke-musikalsk informasjon, der den ikke-musikalske informasjonen omfatter assosiasjoner som musikken fremkaller (for eksempel glede), i tillegg til emosjonelle og kroppslige reaksjoner (for eksempel spenning eller avslapning). Koelsch (2011) påpeker hvordan det ved musikkpersepsjon kan være overlapp mellom nevralt aktivitet fra persepsjon og aktivitet relatert til tidlige stadier av handling, og viser til studier av premotorisk aktivitet (planlegging av handlinger) både hos musikere og ikke-musikere som lytter til musikk.

Gallese et al., (1996) beskrev speil-nevronene som var aktive både når en apekatt utførte ei handling og når den observerte andre som utførte handlinga. Dette støtter opp om oppfattelsen av persepsjon som simulert handling. Når vi oppfatter ei handling, vil vi samtidig simulere at vi utfører den, og dette vil skje automatisk og ubevisst (Gallese & Metzinger, 2003). Nyere studier bekrefter at rytme framkaller auditiv og motorisk aktivitet, selv om vi ikke gjør tydelige bevegelser (Cameron & Grahn, 2016). Det å oppfatte og å produsere rytme aktiverer deler av hjernen som er assosiert med motoriske funksjoner, inkludert supplerende motoriske områder som premotorisk cortex, cerebellum og basalgangliene (Cameron & Grahn, 2016). Sammenlikning av hvordan ulike rytmer virker, viser at basalgangliene og motorikkområdene være mer aktive i rytmer der det induseres en beat (Cameron & Grahn, 2016). Betegnelsen *tilkopling* («connectivity») brukes om hvor stor korrelasjon det er mellom aktiviteten i de ulike områdene i hjernen. De ulike regionene i hjernen opptrer ikke isolert når vi oppfatter rytme, men som nettverk. Beat og meter aktiverer de auditive områdene og motorikk-områdene i hjernen, og øker samtidig kommunikasjonen innenfor og mellom auditive nettverk og motorikknettverk (Cameron & Grahn, 2016).

### 1.2.4 Hva gjør musikk “groovy”, og hvordan virker det på oss?

Maria Witek (2017) har studert groove i musikk, og sett på hvorfor groovy musikk får oss til å føle glede og velbehag. Når vi hører musikk, vil de fleste av oss få et behov for å røre på oss. Hvor stor trangen er, avhenger av hva slags musikk og i hvilken sammenheng vi hører musikken. Mange studier handler om hva det er ved musikken som gjør at vi gjerne vil bevege oss. Ofte blir denne egenskapen ved musikken betegnet som groove, man kan si at musikken groover. Her er det ulike tilnærminger, som oftest er det rytmen eller andre kvaliteter ved musikken som har blitt undersøkt for å forklare hva som gjør at musikken groover. Microtiming har i mange musikkvitenskapelige og etnomusikologiske studier blitt framheva som viktige for at musikken skal groove. Også innslag av polyrytmikk eller såkalte tendenser til kryssrytmikk (Danielsen, 2006:62) har vært trukket fram som viktige for groove. I funk er kryssrytmikk en viktig bestanddel, likeså plasseringa av eneren (Danielsen, 2006:73), og Danielsen (2006:204) skriver om hvordan det «å være i grooven» er hva funk handler om. Begrepet groove ble først brukt innen swingjazzen som en vurdering av hvor god framførelsen var (Kernfeld, 2018), og det er særlig innen afro-amerikansk musikk at begrepet brukes. Med sin bakgrunn både fra jazz og fra etnomusikk forsøker Keil & Feld (2005) å finne fram til hva som gir groove, og de trekker fram hvordan mikrorytmiske forskjeller mellom instrumentene i et jazzensemble skaper en dynamikk og vitalitet i musikken. Feld (1988) har også studert «the Kaluli-groove» på Papua New Guinea, og han beskriver hvordan musikken blander seg med lydene i omgivelsene til en helhet som tilhørere og utøvere alle blir del av et fellesskap, individuell kreativitet forbindes med kollektiv erfaring.

Mikrorytmikk i afrikansk og afro-amerikansk musikk, blant annet jazz, er viktig for å forstå kroppens rolle i musikkpersepsjon og -kognisjon, og Iyer (2002) har sett på hva mikrorytmiske forskyvninger slik som «laid-back» spilling i swing gjør med hvordan musikken virker på oss. Polyrytmikk er også velkjent fra tradisjonell afrikansk musikk, og selv om begrepet groove oftest er knyttet til afro-amerikansk musikk, innehar denne musikken mye av de kjennetegn som er knyttet til groove. Polak et al. (2016) har studert forekomsten av isokron og ikke-isokron underdeling i djembe-tromming fra Mali, og oppfattelsen av ulike former for underdeling vil være nært knyttet til kulturtradisjonene man er vokst opp med. Mikrorytmikken i ulike musikalske stilarter er som dialekter, og mikrorytmikken vi finner i ulike vest-afrikanske tromme-tradisjoner er ikke den samme

som vi for eksempel vil finne i brasiliansk samba (Gerischer, 2006), selv om musikken i begge tilfeller groover. Witek (2017) hevder at lysten vi føler kommer fordi den synkoperte rytmen i musikken gir strukturelle premisser for aktiv deltakelse, vi groover med. Kroppen blir dratt med inn i rytmen og blir en del av sinn-kropp-musikk-systemet: Synkoperinga gir «åpne rom» i rytmen, og inviterer kroppen til å fylle disse gapa med synkronisert bevegelse. Dermed blir de som lytter (og eventuelt danser) en del av selve grooven. Når rytmen er synkopert, vil ofte slaget mangle, men kan være antydnet (Witek, 2017).

Janata et al. (2012) tok i stedet utgangspunkt i psykologiske modeller når de utforska groove som fenomen. De gjorde undersøkelser med unge voksne deltakere for å se på sammenhengen mellom musikk og følelser som oppstår når man er i groove. De fant ut at deltakerne følte trang til å bevege seg til musikken, samtidig som den uanstrengte koplinga mellom sensoriske og motoriske prosesser ga en positiv følelse. Dess mer groove, dess større var behovet for å bevege seg. Målinger viste at kvaliteten til de sensorimotoriske koplingene kunne forutsi graden av opplevd groove hos deltakerne (Janata et al., 2012). Forsøk med personer med og uten musikalsk erfaring ble utført for å undersøke i hvilken grad kompleksiteten i musikken ville påvirke hvor godt musikken groova (Hurley et al., 2014). Erfaringer tilsier at når det kommer inn nye objekter i lydbildet, styrer det lytterens oppmerksomhet. I forsøka undersøkte de hvordan innsatser av nye instrumenter og antallet instrumenter som spilte samtidig påvirka hvor engasjerte lytterne ble av musikken. I det ene eksperimentet rapporterte deltakerne undervegs hvor mye de syntes musikken groova, i et annet eksperiment ble deltakernes spontane tapping og hodebevegelser målt mens de hørte på lydfiler. De fant ut at deltakerne rapporterte om høyere grad av opplevd groove når flere instrumenter spilte samtidig. Når instrumentinnsatsene var forskjøvet i forhold til hverandre, både økte de sensomotoriske koplingene og deltakerne rapporterte om større grad av opplevd groove (Hurley et al., 2014).

I tillegg til det kognitive perspektivet, blir også kroppslige forklaringer trukket inn i feltet rytme-persepsjon. Musikken induserer bevegelser, og omvendt vil dans og bevegelser være med på å bestemme hvordan vi oppfatter og forstår rytmen og grooven (Danielsen, 2010:12; Honing, 2013). Substantivet groove forteller noe om hvordan et rytmisk mønster blir framført – det vil si den mikrorytmiske utforminga. Verbet groove handler om de

unike kvalitetene ved en framførelse, det inkluderer en estetisk bedømmelse av musikken (Danielsen, 2010:12). Hvert rytmisk uttrykk og hver frase får mening fra det som har kommet foran, og pågående hendelser induserer uunngåelig virtuelle referansestrukturer i lytteren som brukes for å forutse hva som skal skje, for å forstå hva som har skjedd og i vurderingene av musikken. Hvordan disse prosessene vil foregå vil være avhengig av kulturelle forventninger og tradisjoner, dermed vil lytterne oppleve samme hendelse ulikt (Danielsen, 2010:12). Virkningen av rytmen i musikken vil være avhengig både av det som akkurat har skjedd og av den større historiske og kulturelle sammenhengen, samt lytterens egne preferanser og musikkerfaringer.

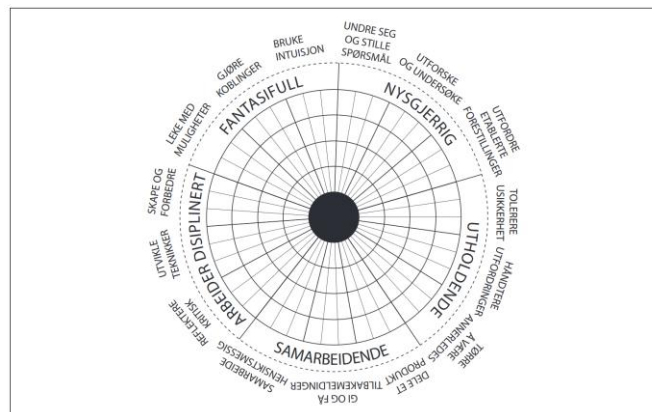
## **1.3 Kognitive evner og hukommelse**

### **1.3.1 Kognitive evner**

Kognitive funksjoner omfatter de mentale funksjonene som har betydning for erkjennelse, tenking og tilegning av kunnskap. I dette inngår persepsjon – sanseoppfattelse, oppmerksomhet og konsentrasjonsevne, hukommelse og logiske evner, problemløsning og språk. I logiske evner inngår begrepsdannelse, evne til å resonere og teoretisk intelligens (Malt, 2018). Kognitiv nevrovitenskap handler om sammenhengen mellom hjernens struktur og funksjon og vår adferd og kognisjon. Mye av forskningen på feltet kommer fra studier av hvordan hjerneskader har slått ut på kognitive funksjoner og adferd. I de seinere år har ulike teknikker for å ta avbildninger av hjernen åpnet nye muligheter til å få detaljert informasjon om hjerneaktiviteten relatert til kognitive funksjoner, dette er blant annet PET (positronemisjonstomografi), EEG (elektroencefalografi) og fMRI (funksjonell magnettomografisk undersøkelse).

Konvergent tenking handler om den kognitive prosessen med å trekke ut den beste løsningen eller det mest korrekte svaret på et problem. Konvergent tenking vektlegger nøyaktighet og logiske argumenter, kunnskap og korrekte løsninger. Som navnet sier handler det om å samle tankene mer og mer om et mål eller en bestemt tankerekke. Divergent tenkning handler om å kombinere tanker og ideer som ligger fjernt fra hverandre, eller å kombinere kjent informasjon på nye måter. Et typisk eksempel på divergent tenking er utklekking av ideer, og vanligvis plasseres både kreativitet, originalitet, iderikdom og fleksibilitet inn under divergent tenkning.

Begrepet kreativitet kan bety mye forskjellig, men hovedskillet er mellom individualistisk og sosiokulturell definisjon. Individualistisk kreativitet er et uttrykk for en ny mental kombinasjon, ideen eller handlinga må være nyskapende eller original (Sawyer, 2012). Spencer et al. (2012) vektlegger at kreativitet handler om å være nysgjerrig, utholdende, fantasifull, samarbeidene og disiplinert. Denne definisjonen er illustrert i figur 1, og den støtter utsagnet til Ritter & Ferguson (2017) om at divergent kreativitet bare er en av flere komponenter innen kreativ kognisjon. Kreativitet innebærer både divergent og konvergent tenkning (Ritter & Ferguson, 2017). Konvergent tenkning krever også kreativitet, for eksempel i tilfeller der tilsynelatende ubeslektede begreper eller bilder skal sees i sammenheng. Problemløsning med divergent tenkning vil innebære å angripe problemet åpent og trekke inn nye løsningsmåter, mens konvergent tenkning vil være å gå rett på problemet og bruke kjente og aksepterte løsningsmåter (Svartdal, 2016). Lett forenkla kan en si at høyre hjernehalvdel framskaffer ideer (divergent), mens venstre hjernehalvdel (konvergent) ser verdien av ideen og strukturerer den.



**Figur 2:** Figuren illustreres definisjonen av kreativitet (Spencer et al., 2012).

### 1.3.2 Hukommelsen

*Korttidshukommelsen* er evnen til å gjenta eller bevare informasjon med en gang den er mottatt, noe som er viktig for forståelse og bearbeiding av det vi opplever. Korttidsminnet kan beskrives som den delen av minnet som på et gitt tidspunkt er umiddelbart tilgjengelig og som vi er oppmerksomme på (Snyder, 2000:50). Korttidsminnet er en av komponentene i *arbeidsminnet*, som er en samlebetegnelse på prosessene som foregår når inntrykk blir bearbeidd og sendt videre for lagring, samtidig som minner fra langtidshukommelsen hentes fram igjen (Snyder, 2000:48). Det er begrensa hvor mange

element vi kan være bevisste om samtidig, og kapasiteten til korttidsminnet er svært lav i forhold til kapasiteten til sansesystemene, ekkominnet og langtidsmminnet (Snyder, 2000:50). Miller (1994) gjennomførte i 50-åra en serie med forsøk der han undersøkte hvor mye informasjon det er mulig å motta, behandle og huske i korttidshukommelsen, og det var han som i 1956 først kom med ideen om at voksne personer kan holde på i gjennomsnitt sju (mellom fem og ni element) i korttidshukommelsen. Miller kalte dette «det magiske tallet 7». Selv om korttidsminnet i utgangspunktet bare kan holde på  $7 \pm 2$  element, kan kapasiteten tøyes betraktelig ved å gruppere informasjonen i «chunks», som hver kan holde på like mye som korttidshukommelsen, nemlig  $7 \pm 2$  element (Snyder, 2000:55).

Sanseorganene og tankene våre er alltid i bevegelse, vi skanner omgivelsene og holder tidligere skanninger i korttidsminnet. Mønstrene i musikk kommer fra et forholdsvis begrensa repertoar av elementer, slik som tonehøyde og varighet. Dermed vil vi ha stor grad av repetisjon av disse mønstra, noe som konstituerer en implisitt øving som letter belastningen på minnet (Snyder 2000:52). Omgivelsene vil dermed forbli stabile det meste av tida, og vi kan rette oppmerksomheten mot det som endrer seg og som trenger vår oppmerksomhet.

Vår oppfattelse av rytme er i stor grad basert på forutsigbarhet, derfor vil lengden av en sekvens påvirke hvor lett det er å forutsi når den blir repetert (Snyder 2000:179). Dette handler om hva som skal til for å fange oppmerksomheten vår, og hva som skal til for at informasjon blir lagra i minnet. Informasjonen vi har i korttidsminnet vil raskt forsvinne hvis ikke informasjonen blir gjentatt, og når vi hører musikk vil graden av repetisjon ha betydning for om musikken fanger oppmerksomheten vår og om vi vil huske den (Snyder, 2000:180). Påvirkningen på minnet har betydning for hvilken virkning musikken vil ha på oss, enten om vi bare hører den før vi skal gjøre noe, eller om musikken står på hele tida, dette kommer jeg tilbake til i kapittel 1.4.

### **1.3.3 Bevegelse og kognitive funksjoner**

Det er undersøkelser som viser at fysisk bevegelse øker elevens kognitive prestasjoner, blant annet har annet (Howie et al., 2015) funnet umiddelbar positiv virkning av fysisk aktivitet på kognisjon og akademiske prestasjoner, både hos barn og voksne. Dette

forklares bl.a. med økt aktivitet og blodgjennomstrømning i områdene i hjernen som har med hukommelse og læring å gjøre.

Forskning har vist at fysisk aktivitet kan bedre kognitive funksjoner. (Chaddock et al., 2011) har sett på sammenhengen mellom fysisk aktivitet, utvikling av hjernen og kognitive evner hos barn. De konkluderer med at lite fysisk aktivitet kan hindre utvikling av hjernen og kognitive evner hos barn. De viser blant annet til at forskjeller i hjernestrukturen og -funksjonen hos barn som kan relateres til ulik grad av fysisk aktivitet.

Det er gjort mange undersøkelser om sammenhengen mellom fysisk aktivitet og økte skoleprestasjoner, og to eksempler på oversikter over studier om dette er gitt av Pate & Howie (2012) og av Castelli et al., (2014). De fleste undersøkelsene har sett på effekten av fysisk aktivitet over tid, men det er også noen som har sett på den umiddelbare virkningen av fysisk aktivitet på kognisjon og akademiske prestasjoner. Chaddock et al. (2011) har undersøkt hvordan fysisk aktivitet påvirker utvikling av hjernestruktur og kognitive funksjoner hos barn. Fysisk aktivitet medfører økt blodgjennomstrømning i området i hjernen som kalles hippocampus. Denne delen av hjernen er viktig for læring og hukommelse, og økt produksjon av nervemolekyler som følge av økt blodgjennomstrømning, vil virke gunstig på kognitive evner (Chaddock et al., 2011).

En studie av voksne utført av Ardoy et al. (2014) har vist hvordan graden av intensitet har betydning for effekten på de kognitive evnene og akademiske prestasjonene. Howie et al., (2015) har undersøkt den umiddelbare virkning av fysisk aktivitet på kognitive prestasjoner. De gjorde forsøk med 96 elever fordelt på 5 klasser. Elevene gjennomførte fire ulike aktiviteter med tre forskjellige tester før og etter: 10 minutter med stillesittende aktivitet, og treningsavbrudd på 5, 10 og 20 minutter. Konklusjonen ble at ti minutter med fysiske øvelser førte til moderat forbedring av matematikkprestasjonene hos elevene.

## **1.4 Hvordan påvirker musikk kognitive evner?**

Det finnes mange undersøkelser som har sett på sammenhengen mellom musikkeksponering og kognitive evner, Schellenberg og Weiss (2013) har foretatt en god oppsummering av dette. I det etterfølgende har jeg skilt mellom sammenheng med kognitive evner og musikalitet eller musikalsk erfaring, den umiddelbare effekten man kan få av å høre på musikk og virkningen av bakgrunnsmusikk.



### 1.4.1 Musikalitet og musikalsk erfaring

Faktorene musikalsk talent, eller musikalitet, er omdiskutert, og det er også vanskelig å måle. Når personer med liten og stor grad av musikalsk erfaring blir sammenlikna, er det større grad av musikalitet i gruppa med mye musikalsk erfaring (Schellenberg & Weiss, 2013). En måte å betrakte intelligens på, er å tenke at intelligens er oppdelt i flere retninger, der hjernen har spesialiserte moduler som tar seg av domene-spesifikk informasjon. Denne tankegangen har gjort sterkt inntog blant annet i skoleverket, særlig gjennom Gardner (1999, 2011), som mener det er mulig å påvise at mennesket har minst sju intelligenser: 1) Kroppslig og kinetisk intelligens, 2) sosial intelligens, 3) intuitiv intelligens, 4) språklig intelligens, 5) logisk og matematisk intelligens, 6) visuell og romlig intelligens, 7) musikalsk og rytmisk intelligens. Det er funnet tydelig korrelasjon mellom musikalitet og generell intelligens, men sammenhengen er ikke entydig: Det er personer med normal intelligens som scorer lavt på musikalitet, likeledes er det individer med lavt score på intelligens som viser stor grad av musikalitet (Schellenberg & Weiss, 2013). Det er også funnet tendenser til at mennesker med høy grad av musikalitet også har lettere for å lære seg lesing og fremmedspråk.

Det er gjentatte ganger påvist sammenheng mellom det å ha musikalsk trening og det å oppnå gode resultater i teoretiske tester (Schellenberg & Weiss, 2013). Det er undersøkelser som viser at musikere kommer bedre ut på tester av auditivt arbeidsminne, men ikke på tester av visuelt minne, mens andre tester viser at musikere også kommer bedre ut på tester av visuelt minne (Schellenberg & Weiss, 2013). Dette gjelder både melodier og ord, og både om stimulusen faktisk høres, eller om man må forestille seg den auditive stimulusen. For eksempel var musikere bedre enn ikke-musikere til å huske fargenavn, men musikerne fikk ikke bedre resultat der hvor fargene var presentert visuelt (Schellenberg & Weiss, 2013). Det foreligger også studier som har vist at musikere scorer bedre på tester der deltakerne skulle huske siffer (Silverman, 2010).

I en rapport fra OECD slås det blant annet fast at elever som får musikkundervisning øker prestasjonene i akademiske fag, og at de også presterer bedre i IQ-tester (Winner et al., 2013). Noe av dette kan forklares med andre faktorer enn musikken, slik som for eksempel sosiale forhold, intelligens og kognitive evner generelt, selvdisciplin (vant til å

øve), konsentrasjonsevne. Likevel er sammenhengen mellom musikkundervisning og bedring i resultater er tydelig også når man tar hensyn til at deltakerne i undersøkelser har ulike forutsetninger i utgangspunktet (Hallam & MacDonald, 2013). Meta-undersøkelser med mer enn 7000 ungdommer og mer enn 4000 barn viste sammenheng mellom hvorvidt deltakerne tok musikktimer og hvor gode leseprestasjoner de hadde, også når det er kontrollert for faktorer som sosioøkonomiske forhold, etnisk bakgrunn, kjønn, lesevaner (Schellenberg & Weiss, 2013). Likevel er ikke forskningen på sammenhenger mellom musikkundervisning og økt læringsutbytte i andre fag entydig (Fleming, 2012).

Undersøkelsen The National Educational Longitudinal Survey i USA viste at elever som spilte et instrument hadde markert bedre resultater i matematikk, og forskjellen økte over tid (Fiske, 2002). Andre undersøkelser har også funnet signifikant sammenheng mellom musikkopplæring og matematikk, også når det er tatt hensyn til sosioøkonomiske forhold, rase, kjønn, lesevaner og matematikkevner et år tidligere (Schellenberg & Weiss, 2013). Likevel er det ikke full enighet om musikkundervisning øker de matematiske evnene, ettersom det kan være at barn som tar musikkundervisning i utgangspunktet har gode intellektuelle evner og bedre forutsetninger for å gjøre det bra i matematikk (Schellenberg & Weiss, 2013).

Sala og Gobet (2017) har foretatt en meta-undersøkelse der de har sett på sammenhengen mellom musikalsk opplæring og kognitive og akademiske evner hos barn og unge. De stiller imidlertid spørsmålsteget ved den metodologiske kvaliteten på en del av undersøkelsene som er med, og er åpne for at de positive funnene som er rapportert kan skyldes svakheter i analysene (Sala & Gobet, 2017). En undersøkelse av sammenhengen mellom musikkopplæring og intelligens gjort av Swaminathan et al., (2017) viste at det var positiv korrelasjon mellom musikkopplæring og intelligens, men effekten forsvant når de tok hensyn til musikalske evner. Når de holdt musikkopplæring konstant, fant de likevel en positiv korrelasjon mellom musikalske evner og intelligens. I undersøkelsen tok de hensyn til sosioøkonomisk status på deltakerne. De forklarer den positive sammenhengen mellom musikkopplæring og intelligens med at individer som fungerer godt er mer tilbøyelige til å ha gode musikalske evner og til å ta musikktimer (Schellenberg & Weiss, 2013; Swaminathan et al., 2017). Det er også undersøkelser som viser sammenheng mellom musikkopplæring og visuospatiale evner, med sterkest effekt når musikkopplæringa har starta tidlig (Schellenberg & Weiss, 2013).

Selv om de som tar musikktimer i utgangspunktet har bedre forutsetninger enn gjennomsnittsbefolkningen, foreligger det hypoteser at økningen i kognitive evner er en konsekvens av musikkundervisningen (Schellenberg & Weiss, 2013). Nyvinninger innen teknologi for å studere hjernen har økt vår forståelse av årsakene til sammenhengene vi ser (Patel, 2012). Det er flere studier som viser hvordan musikalsk øving endrer hjernen, særlig når man spiller et instrument. Forskning om dette er blant annet gjort av Hannon og Trainor (2007). Det foreligger også stor kunnskap om hvordan deltakelse i musikkaktiviteter har betydning for utvikling av identitet og sosiale egenskaper, trivsel og motivasjon, og hvordan det også kan være med på å konstituere et fellesskap (Hallam & MacDonald, 2013; Koelsch, 2011; Ruud, 1997:141-143). I en metastudie er flere atferdsstudier og nevrotenskapelige studier gjennomgått for å finne ut om det kan være noen sammenheng mellom musikalske ferdigheter og kognitive funksjoner som ikke har noe med musikalitet å gjøre (Benz et al., 2016). Undersøkelsen viste at musikkerfaring generelt hadde positiv effekt på utvalgte kognitive funksjoner, blant annet kreativitet. Forskerne konkluderte med at det å drive med musikk kan være nyttig kognitiv trening for å oppnå kognitiv forbedring, men at det trengs flere langsiktige studier som tar hensyn til individuelle forskjeller for å få vite med sikkerhet hvor store fordelene er (Benz et al., 2016). Andre undersøkelser av sammenheng mellom musikkopplæring av voksne ga positive utslag på IQ-tester og målinger av verbal flyt og divergent tenkning (Schellenberg & Weiss, 2013).

Forskning har vist at det å oppnå flyt-tilstand gjør noe med kroppen - det gir energi og føles meningsfullt (Csikszentmihalyi, 1990). I begrepet *flyt* («*flow*») ligger det at personen glemmer tid og sted fordi de blir oppslukt av det de holder på med. Dette kan for eksempel være å spille musikk, men det kan også være å løse et innviklet problem. Når barn og unge får lov til å fordype seg i musikk, vil dette kunne gi både avkopling, men også muligheter for å oppnå *flyt* og få tilført energi og glede (Csikszentmihalyi, 1990). Dette kan forklare noe av den positive effekten musikkaktiviteter har på prestasjoner i andre fag. En annen forklaring er at musikkopplæring ser ut til å forbedre selvregulerings- og selvstyringsfunksjoner, inkludert arbeidsminne, planlegging, fleksibilitet, konsentrasjon, selektiv oppmerksomhet og ignorering av forstyrrelser. Hypotesen er at det er dette som er årsaken til at barn og unge som driver med musikk gjør det bedre i de fleste kognitive tester, men hypotesen er fortsatt ikke entydig bekrefta (Schellenberg & Weiss, 2013).

## 1.4.2 Umiddelbar virkning av musikk og rytme

Det er gjort studier på effekten av musikk på hukommelse og læring, og det som virkelig satte fart i denne interessen var en studie gjort av Rauscher et al. (1993) om virkningen på kognitive evner av å lytte 10 minutter til musikk komponert av Mozart. Prestasjonene på abstrakte oppgaver henta fra en intelligens-test ble sammenlikna med resultatene etter å ha hørt enten 10 minutter med et avslapningslydspor eller å ha sittet ti minutter i stillhet, og resultatene ble evaluert etter Stanford-Binet intelligens-skalaen. Deltakerne gjorde det bedre på en test etter å ha hørt Mozart enn etter å ha hørt avslapningslydsporet, og dette er den såkalte Mozart-effekten. I ettertid klarte ikke andre undersøkelser å reprodusere resultatene, heller ikke oppfølgingsforsøk gjort av de samme forskerne som sto for den opprinnelige undersøkelsen, som nå konkluderte med at effekten var begrensa til *spatio-temporale* evner (har å gjøre med et individs evne til å skape mentale bilder om romlige forhold som endrer seg over tid). Dermed ble det sådd tvil om hele Mozart-effekten eksisterte (Schellenberg & Weiss, 2013).

Fra 1999 er det gjennomført tre metastudier for å undersøke Mozart-effekten. Felles er at deltakerne har tatt en kognitiv test etter å ha vært utsatt for ulike betingelser. I den første metastudien ble 714 deltakere fra 16 studier testa etter at de enten 1) hadde lytta til musikk av Mozart, 2) hadde sittet i stillhet, eller 3) hadde hørt på avslapningsinstruksjoner. Denne undersøkelsen viste signifikant bedre resultat etter at deltakerne hadde hørt musikk av Mozart (Schellenberg & Weiss, 2013). Effekten var størst når de som hadde hørt på Mozart ble sammenlikna med de som hadde hørt avslapningsinstruksjoner, særlig på oppgaver av typen «papir-brette-og-kutte»-testen (the Paper Folding and Cutting - PF&C - test). Denne testen går ut på at et papir er bretta og deretter klipt i, og deltakerne skal gjette hvordan papiret vil se ut når det brettes ut. Denne testen er antatt å måle spatiotemporale evner. Den neste undersøkelsen omfatta 2400 deltakere. Her inngikk klassisk musikk komponert av andre enn Mozart, dessuten musikk fra andre sjangre. Også her kom klassisk musikk best ut, og effekten var størst på oppgaver av typen PF&C-testen og ved sammenlikning med avslapningsinstruksjoner (Schellenberg & Weiss, 2013). I den tredje metastudien inngikk over 39 studier og over 3000 deltakere, og betingelsene var 1) klassisk musikk, 2) stillhet og 3) ikke-musikalske stimuli. Resultatet vist en klar effekt,

med liten til moderat effektstørrelse ( $d=0,37$ ). Til forskjell fra de andre undersøkelsene viste resultatet her samme effektstørrelse for oppgaver av typen PF&C-testen som for oppgaver som tester andre spatiotemporale og visuospatiale evner, f.eks. oppgaver av typen PF&C (Schellenberg & Weiss, 2013). Dermed må eksistensen av Mozart-effekten ansees som verifisert, dessuten at den også omfatter annen klassisk musikk og andre kognitive evner enn spatiotemporale evner.

Selv om Mozart-effekten er bekreftet, er det fortsatt mye forskning som foregår på feltet og mange spørsmål som står ubesvarte. Det er klart at Mozart sin musikk ikke kan brukes som et magisk tryllemiddel, men musikklytting kan være et viktig bidrag til medisinske og terapeutiske formål hos pasienter med nevrologiske eller psykiatriske lidelser (Giannouli, 2017). Det er kjent at beroligende musikk endrer kortisol-nivå og blodtrykk, og lytting til musikk kan redusere angst, virke beroligende og hjelpe mot søvnproblemer (Schellenberg & Weiss, 2013).

Rytme- eller musikkinput kan også være direkte knytta til informasjonen som skal huskes. I pedagogisk øyemed har musikk blitt brukt lenge som et virkemiddel for å huske verbalt stoff lettere, og denne effekten er bekrefta gjennom forskning (Rainey & Larsen, 2002). Silverman (2010) har gjennomført forskning som tyder på at når informasjon kombineres med musikk, øker evnen til å dele opp informasjonen i størrelser som er lett håndterbare når de skal hentes fram igjen fra minnet:

*When pairing information with music, it appears that the rhythmic aspect of music increases one's ability to "chunk" the information into more manageable components to facilitate recall. (Silverman, 2010).*

I tidligere undersøkelser sammenliknet Silverman (2007) effekten av tale, tonehøyde og rytmiske komponenter og en kombinasjon av disse. Deltakerne hørte på ni vilkårlige sifre som etter tur ble kombinert med tale, tonehøyde og rytme, dessuten med en kombinasjon av tonehøyde og rytme (Silverman, 2007). Det viste seg at forsøkspersonene husket best når informasjonen kun ble kombinert med rytme. Tilsvarende forsøk i 2010 for å måle effekt på arbeidsminne og engstelse med lydspor med 1) kun rytme, 2) rytme og tonehøyde og 3) kun tonehøyde (kjente og ukjente melodier) bekrefta at kun rytme ga best resultat på arbeidsminnet. Dette forklares med muligheten for at arbeidsminnet blir overbelasta når informasjonen kombineres med både tonehøyde og rytme.

I nyere tid er det blitt mulig å måle hva som skjer i hjernen når vi hører på musikk, blant annet har Zhao og Ding (2015) gjennomført en undersøkelse med ei gruppe på 63 studenter der de har sett hvordan barokkmusikk påvirker gjenkjennelsesminnet, både ved aktiv lytting til musikk i forkant og med bakgrunnsmusikk. De fant ingen signifikante utslag av musikkbruk, men signifikant forskjell i hjernebølge-aktiviteten (EEG-målinger) for gruppene med musikk først og med bakgrunnsmusikk, og signifikant forskjell mellom gruppene med musikk først og uten musikk.

En hypotese for hvorfor musikk virker positivt på prestasjonene, er at musikken påvirker opprøpmthet og humør. Det er kjent at følelser påvirker kognitive prestasjoner. Dette henger sammen med at positiv sinnstilstand gir en økning av dopamin-nivået, noe som igjen kan øke kognitiv fleksibilitet (Schellenberg & Weiss, 2013). Til og med små endringer i humøret vil gi tydelig virkning - bare det å få en liten gave eller å se en god film kan være nok til å bedre prestasjonene. På samme måte vil kjedsomhet senke de kognitive prestasjonene. Denne virkningen av humør og grad av oppstemthet på kognitive prestasjoner er godt etablert og dokumentert (Schellenberg & Weiss, 2013).

Forskjellig musikk vil ha forskjellig virkning. Det er gjort forsøk der deltakerne skulle løse PF&C-oppgaver etter å ha hørt musikk og etter å ha sittet i stillhet. Halvparten fikk høre Mozarts sonate (K448), dette er munter musikk i dur, og halvparten fikk høre den italienske komponisten Tomaso Albinonis Adagio, som er sørgmodig musikk i moll (Schellenberg & Weiss, 2013). Sistnevnte gruppe hadde ingen forbedringer i resultatet når de hadde hørt musikk, i motsetning til de som hadde hørt Mozart. Deltakerne hadde også blitt spurt om oppstemthet og humør før og etter, og når dette ble justert for, forsvant Mozart-effekten.

Dersom det er humør og oppstemthet som ligger bak Mozart-effekten, vil musikksmak og individuelle preferanser ha betydning for hva som gir effekt, og effekten burde ikke være avgrensa av musikklytting. Forsøk har vist at lydspor med ei historie av Stephen King ga like god effekt som musikk og Mozart (Schellenberg & Weiss, 2013). Når deltakerne ble spurt om hva de foretrakk, kom det fram at resultatene var best ved den betingelsen som deltakerne likte best. Tilsvarende har det blitt gjort forsøk blant engelske 10-11-åringer (Schellenberg & Weiss, 2013). Der ga popsanger bedre resultat enn klassisk musikk på tester som målte romlige ferdigheter, men bare på de vanskeligste oppgavene. For de letteste oppgavene var det ikke noen forskjell.

Japanske 5-åringar fikk tegne før og etter at de hadde hørt enten 1) munter sonate av Mozart (K448), 2) trist musikk av Albinoni (Adagio), 3) sangleker eller 4) sunget sangleker selv. Hypotesen var at kreativiteten ville øke når de lytta til eller sang barneleker, og dette ble bekrefta i undersøkelsen: Barna som sang eller lytta til sangleker viste størst forbedring i kreativitet, energi og tekniske ferdigheter (Schellenberg & Weiss, 2013). Det har også blitt gjennomført undersøkelser for å se hvordan musikk med ulik stemning virker inn på divergent og kognitiv kreativitet hos voksne (Ritter & Ferguson, 2017). Musikken som ble brukt hadde ulike uttrykk: Glad, trist, rolig foruroligende (*anxious*). Hypotesen var at glad og aktiviserende musikk fremmer divergent kreativitet, noe som ble bekrefta gjennom undersøkelsen. Det ble ikke funnet samme effekt på det som er omtalt som kognitiv kreativitet, her trengs det flere studier. Mens divergent tenkning handler om å kombinere kjent informasjon på nye måter, for eksempel utklekking av ideer, så handler konvergent tenking om å finne den beste løsningen på et problem, for eksempel ved å se tilsynelatende ubeslekta begreper eller bilder i sammenheng, (se kapittel 1.3.1).

Liknende forsøk har blitt gjort med tester som måler prosesseringshastighet og arbeidsminne. Deltakerne kom til lab'en to ganger, den ene gangen hørte de Mozart før de gjorde den ene testen, den andre gangen hørte de på Albinoni før de gjorde testen (Schellenberg & Weiss, 2013). Rekkefølgen av testene og musikken ble balansert, og oppstemthet og humør ble målt før og etter. Resultatet viste at deltakerne ble mer oppstemt av å høre Mozart enn de hadde vært før testen, mens det motsatte var tilfelle etter å ha hørt Albinoni. Resultatet på begge testene ble bedre med Mozart, men bare testen som målte prosesseringshastigheten ble signifikant bedre.

Oppsummert viser undersøkelsene at det å lytte til musikk kan være et effektivt virkemiddel for å gjøre lytteren oppstemt og i bedre humør, og endringa i sinnsstemningen vil slå positivt ut på kognitive evner generelt, fra økt kreativitet hos små barn til forbedring av visuospatiale evner hos voksne (Schellenberg & Weiss, 2013). Virkningen vil variere for ulike kognitive evner, og vanskelighetsgraden på oppgavene vil også ha betydning for hvor stor effekten er. Det er ikke viktig hva slags musikk det er, så lenge det er musikk lytteren liker og blir glad av. Når det gjelder matematiske ferdigheter, er det sparsomt med undersøkelser, og resultatet sprikende, det er til og med rapportert om dårligere resultater etter at deltakerne hadde hørt på Mozart (Schellenberg & Weiss, 2013).

### 1.4.3 Bakgrunnsmusikk

Det er kjent at bakgrunnsmusikk påvirker i mange situasjoner, det kan være alt fra bilkjøring til fysiske prestasjoner og søvnkvalitet, og hva slags dagligvarer og restaurantmiddager det blir solgt mest av kan manipuleres ved å endre musikken som spilles (Schellenberg & Weiss, 2013). Selv om det er gjort flest undersøkelser av hvordan bakgrunnsmusikk virker i kommersielle sammenhenger, er det også gjort mange undersøkelser av hvilken effekt bakgrunnsmusikk har på kognitive prestasjoner. En undersøkelse av 30 unge skulle gi svar på hvordan bakgrunnsmusikk ville påvirke resultatene fra kognitive tester (Cockerton, Moore, & Norman, 1997). Det ble gjennomført to kognitive tester av generell intelligens, den ene i stillhet og den andre med bakgrunnsmusikk. Analysene indikerte at musikk fremmet de kognitive prestasjonene til deltakerne. Hjerterytmen ble også målt, denne var ikke forskjellig ved de to prøvebetingelsene. Forfatterne mener at den positive effekten av bakgrunnsmusikken kan relateres til typen musikk som ble brukt - beroligende musikk basert på japansk buddistisk filosofi. De harmoniske kvalitetene ved musikken skulle hjelpe lytterne til å nå en tilstand av avslapning (Cockerton et al., 1997).

Undersøkelsene som er gjort om virkningen av bakgrunnsmusikk på kognitive evner gir likevel ikke noe entydig svar. Siden bakgrunnsmusikk forutsetter at lytterne skal gjøre to ting samtidig, er det forventet en negativ effekt. Ulike kognitive prosesser trekker ressurser fra samme begrensede beholdning, og når flere kognitive prosesser kjører samtidig, kan det bli for lite ressurser tilgjengelig og det kan oppstå kognitiv interferens, prosessene vil forstyrre hverandre (Schellenberg & Weiss, 2013). På den annen side kan bakgrunnsmusikken virke positivt på sinnsstemningen, noe som vil gi en forventet positiv effekt.

I henhold til en modell for hvordan arbeidsminnet virker (Schellenberg & Weiss, 2013), så omfatter det både en fonologisk krets og en visuospatial skisseblokk (visuospatial sketchpad), samt et styringssystem. Bakgrunnsmusikk er en auditiv stimulus, og bruker ressurser fra den språklige kretsen. Oppgaver som også krever ressurser fra denne kretsen, for eksempel lesing, vil konkurrere om de samme ressursene, med påfølgende fare for overbelastning. Generelt vil samtidige stimuli som skal behandles i samme kanaler konkurrere om ressursene, mens stimuli som skal behandles i separate kanaler fint kan foregå parallelt (Schellenberg & Weiss, 2013). Når samtidige auditive stimuli interfererer



med andre kognitive prosesser, kalles det «the irrelevant sound effect». Bakgrunnslyder som endrer seg over tid vil svekke seriegjenerindring, uansett om musikken spilles av med høyt eller lavt volum. Dersom den irrelevante lyden derimot er konstant, vil den fungere som rosa støy, og utførelsen av primæroppgava vil bli bedre med bakgrunnslyden (Schellenberg & Weiss, 2013).

Undersøkelser om hvordan bakgrunnsmusikk virker på matematikprestasjoner eller hukommelsen viser i begge tilfeller svært sprikende resultater. I noen undersøkelser har man sett at bakgrunnsmusikk fremmer matematiske prestasjoner, mens andre undersøkelser viser dårligere resultat med bakgrunnsmusikk (Schellenberg & Weiss, 2013). Det spiller så klart en rolle hva slags musikk det er, om det er instrumental eller vokalmusikk, om det er monoton eller variert musikk, likeledes hvor velkjent musikken er. Volumet ser derimot ikke ut til å ha så stor betydning. Det er gjort forsøk med tiåringer som løste matematikkoppgaver, og de gjorde det dårligere når det sto på musikk av Mozart i bakgrunnen enn når det var stille (Schellenberg & Weiss, 2013). Andre forsøk med studenter som hadde på instrumentalmusikk på høyt volum viste at de matematiske prestasjonene ikke ble forstyrret av bakgrunnsmusikken.

Filmmusikk blir brukt for å forsterke handlingen, men noen ganger brukes musikk med motsatt stemning for å forsterke handlinga. Dette kan for eksempel være at en voldscene er akkompagnert av rolig, vakker musikk. Undersøkelser av hvor godt personer husker ei filmscene har vist at musikk av motsatt stemning gir best resultat når den spilles før scenen, mens musikk som hadde samme stemning som handlinga gir best resultat når den presenteres samtidig som scenen (Schellenberg & Weiss, 2013). Egenskapene til musikken, samt individuelle forskjeller, gjør at bakgrunnsmusikk både kan fremme og redusere hukommelsen. Det er undersøkelser som tyder på at energisk og oppildnende musikk vil virke mer forstyrrende på leseforståelsen enn rolig musikk, samt at vokalmusikk virker mer negativt enn instrumentalmusikk når det er oppgaver som handler om å huske ord (Schellenberg & Weiss, 2013). Når det gjelder lesing, vil prosesseringa av musikken interferere direkte med lesing, noe som fører til fare for overbelastning av arbeidsminnet (Schellenberg & Weiss, 2013). Likevel gir ikke bakgrunnsmusikk alltid negativ effekt på prestasjoner som involverer lesing, dette kan skyldes egenskaper ved musikken, musikkstil, om det er vokal- eller instrumentalmusikk, om musikken er kjent, alder på deltakerne eller om deltakerne likte musikken.

Musikk aktiverer mange kognitive prosesser, og bakgrunnsmusikk kan lett konkurrere om de samme kognitive ressursene som er involvert i primæraktiviteten (f.eks. matematikk, leseforståelse eller hukommelse), noe som kan føre til kognitiv interferens og negativ innvirkning på prestasjonene (Schellenberg & Weiss, 2013). Undersøkelser har vist at introverte forstyrres mer av bakgrunnsmusikk en ekstroverte, særlig på vanskelige oppgaver. Andre ganger kan bakgrunnsmusikken virke fremmende på prestasjonene, for eksempel dersom aktiviteten foregår på et sted med støy kan musikken filtrere bort distraksjonene (Schellenberg & Weiss, 2013). Oppsummert kan man si at det er mange faktorer som er med på å avgjøre om bakgrunnsmusikken vil gi fremme eller hindre de kognitive prosessene: Hvilke kognitive prosesser som er involvert, om oppgavene er visuelle eller auditive, vanskelighetsgraden, hvor mye arbeidsminne som kreves, egenskapene til musikken, hva slags stemning musikken gir, intensitet, om musikken er kjent fra før, om det er vokal- eller instrumentalmusikk, arbeidsvaner, musikksmak, personlighet og hvordan omgivelsene er. Det beste om man skal undersøke effekt av bakgrunnsmusikk er å ta utgangspunkt i hvordan musikken påvirker sinnstilstanden, kombinert med den kognitive belastningen – hvilke kognitive prosesser er involvert i oppgavene som skal løses (Schellenberg & Weiss, 2013).

#### **1.4.4 Problemstilling**

Alt i alt er det god dokumentasjon for at rytme har virkning på enkelte kognitive evner, men det er mange faktorer som spiller inn for hvilken effekt vi får på prestasjonene, blant annet hva slags musikk det er, hvordan musikken påvirker sinnstilstanden, personlig smak, personlighet, om musikken spilles av først eller underveis, hva slags oppgaver det er som skal løses og hvor vanskelige de er (Schellenberg & Weiss, 2013). Mye tyder på at endringen i sinnstilstand er en viktig faktor for den positive påvirkningen på kognitive evner. Det er også undersøkelser som peker på at rytmen spiller en viktig rolle (Schellenberg & Weiss, 2013; Silverman, 2007; Witek, 2017).

Det er også studier som indikerer sammenheng mellom fysisk aktivitet og kognitive prestasjoner. Bevegelse kan også gi effekt på humøret, noe som kan forklare den positive virkningen av fysisk aktivitet på prøveresultat. En mer anerkjent forklaring er at det skyldes at fysisk aktivitet øker blodgjennomstrømning i hjernen (Chaddock et al., 2011; Howie et al., 2015). På bakgrunn av dette kan det tenkes at rytme påvirker kognitive evner

positivt, på samme måte som fysisk aktivitet gjør det. Når vi hører rytme, aktiviseres motorsentrene i hjernen, selv om vi ikke rører oss (Cameron & Grahn, 2016; Gallese & Metzinger, 2003; Gallese et al., 1996; Grahn & Brett, 2007; Koelsch, 2011). Hjernen simulerer aktivitet til lyden vi hører - persepsjon og handling er slik sett to sider av samme sak. Rytme med *beat* og *meter* aktiverer og øker kommunikasjonen både innenfor og mellom auditive- og motorikknettverk (Cameron & Grahn, 2016). Sett i lys av dette er det interessant å stille spørsmåla: Kan rytmiske stimuli påvirke utvalgte kognitive prestasjoner? Og kan tydelig rytme og groove i musikken gi noe av samme effekten som glad musikk? Jeg ønsker å finne ut mer om hva som skjer når vi hører rytmisk musikk. For å få svar på dette har jeg satt opp følgende hovedforsknings spørsmål:

- *Hvordan kan rytmiske impulser påvirke våre kognitive prestasjoner?*

Jeg er særlig interessert i å se på evner som har med hukommelsen, visuell forståelse og logikk å gjøre. Når det gjelder det siste, er jeg interessert i hvordan rytmisk musikk kan påvirke logiske evner som å resonnere og finne løsninger på problemer. Jeg er både interessert i hva det har å si om vi har hørt på rytmisk musikk før vi skal gjøre noe, men er også interessert i om det kan påvirke dersom vi hører på musikken mens vi gjør noe. Jeg har valgt å avgrense denne undersøkelsen til kun å omfatte oppgaver gitt visuelt, siden informasjon gitt auditivt vil involvere andre kognitive prosesser. Valget er basert på rapporterte funn om hvordan kognitive evner påvirkes av musikk (Schellenberg & Weiss, 2013), se kapittel 1.4, samt resultat fra pilotundersøkelsen, se kapittel 2.2.

Jeg har derfor satt opp følgende underspørsmål:

- *Hvordan vil rytmiske impulser gitt på forhånd påvirke arbeidsminnet, visuospatiale evner, forståelse og evnen til logisk tenkning i inntil 5 minutter etter at den rytmiske stimulusen er gitt?*
- *Hvordan vil rytmiske impulser som går i bakgrunnen påvirke arbeidsminnet, visuospatiale evner forståelse og evnen til logisk tenkning?*

Med bakgrunn i forskningsspørsmåla har jeg satt opp følgende hypoteser:

- *Rytmiske impulser kan påvirke arbeidsminnet, visuospatiale evner, forståelse og evnen til å tenke logisk.*
- *Virkingen av rytmiske impulser vedvarer ei stund etter at vi har vært utsatt for rytmestimulusen.*

## 2 Metode og materiale

### 2.1 Valg av metode

For å finne ut om hypotesene stemmer er det gjennomført en eksperimentell studie der personer har løst oppgaver som skal måle deltakernes arbeidsminne, visuell oppfattelse, oppmerksomhet, konsentrasjon og logiske tenkning. Metoden som er benytta går ut på å manipulere en uavhengig variabel (bruk av rytme) for deretter å måle flere avhengige variable (løsninger på oppgaver deltakerne svarer på). Oppgavene er gjort med og uten auditiv rytmepåvirkning. Som nevnt i innledningen er det mange studier har sett på virkningen av å spille eller lytte til musikk, formålet i denne studien er å undersøke hvordan rytme kan påvirke læringssituasjonen der og da, uansett hvilken musikalsk bakgrunn deltakerne har.

Ved valg av forsøksdesign var det en del spørsmål som måtte avklares. Rytme kan være visuell, auditiv eller taktil. Det er lettere å huske noe dersom man sier det man skal huske høyt, og lyden og overflatekarakteristikken til teksten har stor betydning, slik som rim og rytme (Rubin, 1995:84-88). Det ble vurdert om talloppgavene skulle leses opp, slik at deltakerne fikk høre sifrene i stedet for å se dem visuelt. For å ikke komplisere for mye ved å trekke inn det auditive i hukommelsesoppgavene ble dette valgt bort. Varianter som ble vurdert var om oppgavene skulle ha en innebygd rytme, det kunne for eksempel være tall som dukket opp i takt med en rytme. Våren 2017 ble det gjennomført en pilotundersøkelse for å prøve ut ulike oppgavetyper og forsøksoppsett. I forkant av hovedundersøkelsen ble det høsten 2017 også gjennomført en forundersøkelse med 37 deltakere for å gjøre de siste justeringene i forsøksoppsettet.

### 2.2 Pilotundersøkelsen og forundersøkelsen

Jeg har gjennomført en pilotundersøkelse der jeg har undersøkt om rytmestimuli påvirker hukommelse, forståelse og evne til å resonnerer. I pilotundersøkelsen deltok sju personer som hver har svart på 33 oppgaver fordelt på tre serier: *Uten* rytmestimuli, *med* rytmestimuli og *med* rytmestimuli der deltakerne også skulle seg bevege seg til rytmen. I noen oppgaver ble også effekt av visuell rytme testet. Oppgavene besto av tall, tekster og symboler, i noen oppgaver gjaldt det å gjenkalle tall eller huske fra tekster, mens andre

oppgaver testet visuell forståelse, logisk tenkning, matematiske evner og divergent tenkning.

Resultatene fra pilotundersøkelsen er brukt til å velge ut oppgaver som egner seg best for videre testing. På bakgrunn av erfaringene har jeg ikke tatt med oppgaver med tekst, og heller ikke oppgaver som krever mye tid (mer enn et par minutter). Jeg har heller ikke tatt med oppgaver av typen «Hvem skal ut?». I pilotundersøkelsen ble det prøvd ut memoreringsoppgaver der talla dukket opp i en visuell rytme. Fordi disse oppgavene hadde dårligere resultat enn oppgavene der alle tallene ble presentert samtidig, valgte jeg å presentere alle tall samtidig i denne undersøkelsen. Jeg valgte å holde meg til visuelle oppgaver, mens rytmepåvirkningen skulle være auditiv. Erfaringene fra pilotforsøket tilsa at jeg burde vurdere nøye tidspunktet for gjennomføring av undersøkelsen med tanke på hvor opplagte deltakerne ville være, og at jeg måtte passe på å ha tilstrekkelig med forsøkspersoner.

Et annet spørsmål var hvordan deltakerne skulle forholde seg mens de gjorde undersøkelsen. Burde det være et nivå der deltakerne skulle bevege seg til rytmen? Og skulle rytmen kun presenteres i forkant av oppgavene, eller skulle det også være et nivå der deltakerne lyttet til en rytme mens de gjorde oppgavene? I utgangspunktet ønsket jeg også å ha med bevegelse som en forsøksbetingelse, og dette gikk greit i pilotundersøkelsen. Under for-undersøkelsene fant jeg likevel ut at dette var vanskelig å få gjort på en god måte inne i et klasserom med 32 elever. Jeg valgte i stedet å ha disse tre nivåene av effektvariabelen rytmebruk: Et nivå **uten rytme** (rytmebruk = *Uten*), et nivå med avspilling av en **rytme før** personene løser oppgavene (rytmebruk = *Før*) og et nivå med avspilling av en **rytme undervegs** (rytmebruk = *Undervegs*), det vil si at rytmen spilles av mens personene løser oppgavene.

I forundersøkelsen ble alle oppgavene presentert på felles skjerm, men dette førte til mye venting. I hovedundersøkelsen ble derfor oppgavene som handla om visuell forståelse og logisk tenkning lagt i nettskjemaet slik at deltakerne kunne gjøre dem i sitt eget tempo. Siden hukommelse var en del av denne undersøkelsen ble det vurdert om deltakerne skulle følges opp med en test av langtidsminnet. Av praktiske årsaker ble valget likevel å begrense studien til kun å se på korttidsminnet. Det kunne også vært interessant å måle hvilken effekt rytmestimuli har på deltakerne på flere måter, for eksempel kunne

deltakernes stressnivå blitt målt ved å måle hjerterytmen eller spenningsnivået i huden. Dessverre ville det blitt for omfattende og vanskelig å gjennomføre denne gangen.

## 2.3 Deltakere

Siden det ikke er forventet at eventuelle effekter av rytmepåvirkning er veldig store, er det viktig å ha et stort datamateriale å analysere. Denne undersøkelsen er gjennomført blant elever på Thor Heyerdahl videregående skole i Larvik. Totalt 160 elever fra studieforbereidende utdanningsløp har besvart undersøkelsen, av totalt 180 inviterte (forutsatt at alle e-postadressene var riktige). Årsakene til at antall deltakere var lavere enn de som ble invitert er flere: Noen var fraværende den aktuelle dagen for undersøkelsen, noen hadde problemer med å få tilgang til nettskjemaet og noen valgte å ikke svare (dette var svært få). 27 av deltakerne gikk andre år på *studiespesialiserende studieretning* der de hadde valgt faget S1-matematikk, de resterende gikk første år og var fra studieretningene *musikk og dans*, *idrett og studiespesialiserende*. Deltakerne var i alderen 15 -18 år og ble plukket ut tilfeldig ut fra hvilke lærere fra de nevnte avdelingene som takket ja til å delta med sine klasser.

Deltakerne svarte på oppgaver som skulle måle utvalgte kognitive egenskaper, nærmere bestemt korttidshukommelse og logisk tenking. Svarene ble samlet inn ved bruk av nettskjema. Memoreringsoppgavene ble vist med projektor på en felles skjerm, mens resten av oppgavene var gitt i nettskjemaet. Svarene ble anonymisert og studien meldt inn til og godkjent av Personvernombudet for forskning, NSD - Norsk senter for forskningsdata AS.

## 2.4 Valg av rytmestimuli

I litteraturen er det stor variasjon i hvor lenge musikken har stått på når det har vært musikk før oppgavene, fra 15 sekunder (Ritter & Ferguson, 2017) til 10 minutter (Rauscher et al., 1993). Ut fra observasjonene av deltakerne fant jeg ut at lydsporet som skulle brukes burde være litt over ett minutt, slik at jeg kunne være sikker på at rytmen hadde «satt seg» i kroppen.

Det var en avveining om den rytmiske påvirkningen skulle komme fra et musikkstykke med melodi, eller om det skulle være rein rytme. I pilotundersøkelsen fikk deltakerne høre

rytmer uten melodi, en trommesolo fra et liveopptak med Maceo Parker (Parker, 2017). Kuttet ble valgt på bakgrunn av et arbeid som undersøkte virkningen av synkoperte rytmer (Witek 2017). Jeg opplevde at deltakerne slutta å lytte til lydsporet, de syntes det ble ensformig. Til hovedundersøkelsen valgte jeg i stedet å bruke en melodi med sterk «groove»-faktor, siden undersøkelsen handla om å studere rytmens effekt på kroppen. Musikken skulle appellere til deltakerne og gi dem lyst til å bevege seg, og musikken som ble valgt var "**Lady Marmalade**" av Bob Crewe og Kenny Nolan, versjonen framført av Christina Aguilera, Lil' Kim, Mýa og Pink fra 2002. Lydsporet ble valgt på bakgrunn av resultatene fra en undersøkelse blant 153 deltakere i alderen 17-24 år om hvilke låter som ble oppfatta som mest «groovy» (Janata et al., 2012), der denne var en av de ti beste. Lyden ble spilt av fra youtube.com på PC via høyttalere i taket, og det var bare lyden som ble brukt, ikke bilde eller video.

Begrunnelsen for å gå vekk fra rein rytme til groovy melodi var oppveiningen mot at kun rytme kan bli ensformig å lytte til over lengre tid. Selv om lydklippet som er brukt hadde både melodi og rytme, er det bare de rytmiske egenskapene til musikken som er vurdert her, ikke tonehøyde og melodi. Som nevnt i innledningen er det ikke bare plassering i tid som bestemmer hvordan vi oppfatter rytme: Klang, dynamikk, tonehøyde og tekstur vil også virke inn (Bjerke, 2007; Danielsen, 2010:9,13; Danielsen et al., 2015; Hasty, 1997). Likevel mener jeg at de rytmiske og groovy kvalitetene ved musikken som er valgt er svært tydelige, noe som underbygges av at den testdeltakere opplevde den som groovy (Janata et al., 2012).

## 2.5 Oppgavene

Formålet med undersøkelsen er å undersøke utvalgte kognitive evner. Å måle kognisjon er ikke så enkelt, men i stedet for å måle bare IQ, kan man studere hukommelse, oppgaver som utfordrer romforståelse (spatial intelligens) og problemløsningsoppgaver (Pate & Howie, 2012). Jeg har valgt å se på arbeidsminne, visuospatiale evner, forståelse og evnen til logisk tenkning. Oppgavene som er benytta i denne undersøkelsen, samt mal for gjennomføring, bygger på resultatet fra pilotforsøket med testpersoner som ble gjennomført våren 2017.

Ettersom jeg er interessert i å undersøke om rytme før oppgavene har effekt, bør hver del ikke vare for lenge hvis jeg skal ha forhåpninger om at virkningen av rytmen skal sitte i. Jeg har derfor begrensa oppgaveserien til fem oppgaver, inkludert ei oppvarmingsoppgave. Jeg har valgt å ikke ta med tekstoppgaver, både basert på erfaringene med slike oppgaver i pilotundersøkelsen, og fordi det ikke er gitt at alle deltakerne har norsk som førstespråk, noe som kan påvirke resultatet.

### 2.5.1 Hukommelsesoppgavene

For å undersøke om det har noen virkning på *arbeidsminnet* har jeg valgt to ulike målinger: Måling av hvor godt deltakerne husker tall og hvor godt deltakerne kan huske rekkefølgen på farger.

- To talloppgaver der det gjaldt å huske ni siffer som ble vist i fem sekunder. Alle sifrene var randomiserte tall fra en iPhone SE. Deltakerne skulle føre inn så mange siffer som de huska når sifrene forsvant. Den første av disse var for oppvarming, så kun data fra talloppgave to er analysert.
- Ei fargeoppgave der det gjaldt å huske rekkefølgen av fem farger som ble vist i fem sekunder. Svaret skulle avgis ved å krysse av for det riktige av fire alternativ som kom til syne når fargene forsvant.

Tallet 9 er det maksimale antall element vi kan holde på i korttidshukommelsen (Snyder, 2000:50). Silverman (2010) brukte ni siffer i sine studier, og undersøkelsen hans bekrefta at ni siffer fungerer bra. I pilotundersøkelsen brukte jeg 8 siffer (antall siffer i et telefonnummer), og jeg opplevde at dette var enkelt å huske for de fleste. Jeg valgte derfor å øke til ni siffer i denne undersøkelsen for å være sikker på å få god følsomhet (se kapittel 2.5.3).

Den første hukommelsesoppgava handler om å *gjenkalle* informasjon i serie (rekkefølgen må være riktig), og informasjonen er gitt i form av tall som må leses. Fargeoppgava handler om å *gjenkjenne* riktig kombinasjon, og informasjonen er kun visuell, ikke verbal. De to oppgavene vil dermed involvere ulike kognitive prosesser som kan påvirkes ulikt av rytmestimuli (Schellenberg & Weiss, 2013).



## 2.5.2 Logikkoppgavene

For å måle evnen til logisk tenking har jeg valgt ut to oppgavetyper som handler om å oppfatte visuell informasjon.

For å undersøke om ulike betingelser gir noen effekt på utvalgte *kognitive evner*, har jeg valgt ut ha noen oppgaver der jeg måler evnen til å se mønstre, forstå og kombinere informasjon for å finne løsninger, og noen oppgaver der det handler om å oppfatte raskt og memorere riktig. Malen for disse oppgavene er henta fra

- Ei matriseoppgave der deltakerne skulle finne ut hvilket symbol som skulle være i den siste ruta i en 3 x 3-tabell.
- Ei oppgave der deltakerne skulle balansere ei vektstang ved å velge riktige symboler utfra informasjonen som var gitt i oppgava om verdien av symbolene.

Matriseoppgavene var oppgaver som skulle teste visuell forståelse og evnen til å se mønsteret som symbolene danna. Det var flere mulige måter å resonnerer på for å finne riktig svar. Vektstangoppgavene handla om visuell forståelse og logisk tenkning. Oppgavene krevde evne til å forstå informasjonen og kombinere den på nye måter, dessuten innebar oppgavene enkel algebra.

Logikkoppgavene lå inne i nettskjemaet, og deltakerne svarte ved å krysse av for riktig svaralternativ. De hadde totalt 4 minutt på seg til å løse disse oppgavene. Oversikt over oppgavene er gitt i tabell 1, og alle oppgavene er vist i vedlegg 1.

**Tabell 1:** Oversikt over oppgavene i undersøkelsen.

	<b>Hukommelse</b>	<b>Logikk</b>
<b>Tall og regning</b>	Taloppgaver med 9 siffer	Vektstangoppgave
<b>Reint visuelle oppgaver</b>	Fargeoppgave med 5 farger	Matriseoppgave

## 2.5.3 Følsomhet

De avhengige variablene i denne undersøkelsen vil være svar på oppgaver, så oppgavene må være slik at de gir et inntrykk av deltakernes korttidshukommelse og evne til logisk tenking. Det er derfor viktig for undersøkelsen at oppgavene har god *følsomhet*. Med følsomhet tenker jeg blant annet på vanskelighetsgraden i oppgavene: Dersom alle klarer alt hele tida vil jeg ikke få fram noen eventuelle effekter av ulike betingelser. Det samme

vil skje dersom ingen klarer noe. Hvis oppgavene er for lette, kan det i tillegg gi seg utslag i kjedsomhet, og er de altfor vanskelige kan deltakerne bli irriterte (slik det skjedde i pilotundersøkelsen). Begge disse endringene av sinnsstemning vil påvirke resultatene (Schellenberg & Weiss, 2013), og må unngås, se kapittel 1.4.2. Enkelte oppgaver har tidsbegrensning, dette er lagt inn for å unngå at noen skulle bruke svært lang tid.

For at besvarelsene skulle kunne gi noen indikasjon på en eventuell virkning av rytmepåvirkning, var det svært viktig at oppgavene hadde riktig vanskelighetsgrad. Dersom utfordringene blir for enkle, vil svaret bli riktige uansett forutsetninger, og blir oppgavene for vanskelige vil det aldri bli mange riktige svar, i begge tilfeller vil følsomheten på målingene bli for dårlig. Det samme gjelder hukommelsesoppgavene, hvis det blir så mye å huske at det virker umulig, vil mange gi opp uten å engang prøve. Det var derfor svært verdifullt å ha erfaringene fra pilotundersøkelsen for å kunne finjustere oppgavene og velge ut riktig type oppgaver.

## 2.6 Utforming av undersøkelsen

I denne undersøkelsen er målet å undersøke om groovy musikk påvirke de kognitive evnene som har med å se mønstre og løsninger, og dermed gi bedre resultat på disse oppgavene. For å finne ut dette har jeg kjørt forsøk der personer har løst oppgaver uten musikk, med groovy musikk før oppgavene og med groovy musikk i bakgrunnen mens de løser oppgavene.

Utgangspunktet var å kjøre et balansert forsøksoppsett for repeterte målinger (*counter balanced repeated measures design*) (Cozby & Bates, 2011:138), der alle deltakerne skulle gjøre fire forskjellige oppgavesett under ulike betingelser for rytmebruk. I analysen etterpå skulle resultatene sammenliknes for å se om ulik rytmebruk kunne sees igjen på prestasjonene. Det var viktig å holde andre forhold så like som mulig.

I praksis var det ikke mulig å få forsøksoppsettet helt balansert:

- Det var ikke like mange deltakere i hver *gruppe*.
- Det var ikke mulig å få til full randomisering av betingelsen rytmebruk, dette er forklart under.

- Fordi det ble gjennomført to innledende runder der forsøksoppsettet ble justert, fikk ikke alle gruppene prøvd alle de tre forskjellige betingelsene for rytmebruk.

**Gruppe** betegner her en forsøksserie med en viss kombinasjon av de tre faktorene rekkefølge, rytmebruk og oppgavesett. Dette innebærer at samme deltaker vil tilhøre flere grupper.

Lengden på undersøkelsen var 25 minutter (dag 1) + 20 minutter (dag 2), altså cirka ti minutter på hvert oppgavesett. Den første gangen ble det også orientert om undersøkelsen, og deltakerne besvarte spørsmål om sitt forhold til musikk og rytme, dessuten om trening og matematikk. På begynnelsen av hver forsøksdag fikk deltakerne se eksempler på oppgavetyperne i undersøkelsen og hvordan de kunne løses. Alle undersøkelsene er gjort på formiddagen mellom klokka 9 og klokka 13:30.

Når deltakerne har gjort en type oppgave én gang, er det sannsynlig at det går bedre neste gang. Dette kalles *læringseffekt* (Cozby & Bates, 2011:137). For at ikke læringseffekten skal påvirke dataene mine, burde rekkefølgen på de tre betingelsene for rytmebruk 1) *uten rytme*, 2) *med rytme* og 3) *med rytme undervegs* vært randomisert. For å få til full randomisering måtte enten oppgavesettet som skulle være uten rytme kommet før personene ble utsatt for rytmepåvirkningen, eller det måtte vært tilstrekkelig med tid mellom de to oppgavesetta, slik at en eventuell effekt av rytme ville forsvinne. Derfor er bare *uten rytme* og *rytme før* oppgavene randomisert: Dersom serien uten musikk er kjørt som sist er det lagt inn en pause på minst 15 minutter mellom de to oppgavesetta. Betingelsen med musikk undervegs er kun kjørt som siste oppgavesett. Dette er gjort fordi det i praksis var vanskelig å ha enda lengre pause mellom oppgavesetta enn 15 minutter, noe som ville vært nødvendig om rytme undervegs skulle vært kjørt først.

For å ikke få *utmattelseeffekt* (Cozby & Bates, 2011:137), og også for å ikke bruke for mye tid av skoleøkta, er lengden på undersøkelsen holdt kort. Det er også viktig med tanke på at en eventuell effekt av rytme før oppgavene fortsatt skal sitte i. Tida fra lydeksempel blir spilt av til oppgavene løses er kritisk. Dersom rytme har noen effekt på prestasjonene, kan det hende at effekten er størst på de første oppgavene i oppgavesettet. Dette hadde gitt grunn til å randomisere oppgavene innenfor hvert oppgavesett. Jeg har likevel valgt å holde rekkefølgen lik i hvert oppgavesett, slik at jeg kan sammenlikne hver oppgavetype mot hverandre ved hver kjøring. Rekkefølgen av oppgavene innenfor hvert oppgavesett

ble derfor holdt konstant i alle oppgavesetta, slik at ikke dette skulle påvirke resultatet ved sammenlikning mellom gruppene med ulik rytmebruk.

Undersøkelsen ble gjort i klasser på videregående der alle hadde samme betingelser, derfor varierer antall deltakere noe fra gruppe til gruppe. Innledningsvis ble det gjennomført en forundersøkelse i to av klassene - (26+11) x 2 observasjoner. Disse innledende forsøka ble brukt til å justere hvordan undersøkelsen ble gjennomført. Siden oppsettet er litt annerledes, er ikke disse innledende seriene tatt med i resultatene og analysene som presenteres. Forsøksoppsettet ble et (delvis) randomisert blokkforsøk, og plan for gjennomføring er gitt i tabell 2.

**Tabell 2:** Oppsett for gjennomføring av undersøkelsen.

<b>Gruppe 1 dag 1</b>	<b>Gruppe 2 dag 1</b>	<b>Gruppe 3 dag 1</b>	<b>Gruppe 4 dag 1</b>	<b>Gruppe 5 dag 1</b>
<i>Forundersøkelse</i>	<i>Uten rytme</i>	<i>Forundersøkelse</i>	<i>Uten rytme</i>	<i>Rytme</i>
<i>Oppgavesett 1</i>	<i>Oppgavesett 2</i>	<i>Oppgavesett 1</i>	<i>Oppgavesett 3</i>	<i>Oppgavesett 3</i>
<i>Forundersøkelse</i>	<i>Rytme før oppg</i>	<i>Forundersøkelse</i>	<i>Rytme før oppg</i>	<i>Rytme undervegs</i>
<i>Oppgavesett 2</i>	<i>Oppgavesett 3</i>	<i>Oppgavesett 2</i>	<i>Oppgavesett 4</i>	<i>Oppgavesett 2</i>
<b>Gruppe 1 dag 2</b>	<b>Gruppe 2 dag 2</b>	<b>Gruppe 3 dag 2</b>	<b>Gruppe 4 dag 2</b>	<b>Gruppe 5 dag 2</b>
<i>Uten rytme</i>	<i>Rytme før oppg.</i>	<i>Rytme før oppg.</i>	<i>Uten rytme</i>	<i>Uten rytme</i>
<i>Oppgavesett 3</i>	<i>Oppgavesett 1</i>	<i>Oppgavesett 3</i>	<i>Oppgavesett 2</i>	<i>Oppgavesett 1</i>
<i>Rytme med oppg.</i>	<i>Uten rytme</i>	<i>Uten rytme</i>	<i>Rytme før oppg</i>	<i>Rytme før oppg</i>
<i>Oppgavesett 4</i>	<i>Oppgavesett 4</i>	<i>Oppgavesett 4</i>	<i>Oppgavesett 1</i>	<i>Oppgavesett 4</i>

## 2.7 Variablene

Dataene jeg samler inn i dette forsøket handler om hvordan forsøkspersonene presterer. Den avhengige variabelen vil være antall riktige svar på oppgaver. Den uavhengige

variabelen vil være om de har vært utsatt for rytmisk stimuli eller ikke. Deltakerne hører på ei lydfil med en rytme før de gjør siste del av oppgavene. Jeg endrer den uavhengige variabelen, og ser om det skjer en endring i den avhengige variabelen.

De uavhengige variablene, også kalt *faktorene*, kan deles inn i effektvariablene, i denne undersøkelsen var det *bruken av rytme*, og forklaringsvariablene, som var *rekkefølge* og *oppgavesett*. Oversikt over variablene er vist i tabell 3.

### 2.7.1 Effektvariabel

Hver deltaker har svart på oppgaver under ulike rytmiske forutsetninger, som referanse er det gjennomført serier uten bruk av rytme.

**Bruk av rytme - B** (3 nivå):

- Ingen musikk (B=1).
- Avspilling av musikk 1,5 minutt før oppgavene ble løst (B=2).
- Avspilling av musikk mens oppgavene ble gjort. Musikken ble satt på et halvt minutt før oppgavene starta (B=3).

### 2.7.2 Forklaringsvariabler

**Oppgavesett -O** (4 nivå).

Siden hver deltaker skulle gjøre minst to oppgavesett, de fleste fire, var det nødvendig at oppgavene var ulike. Dette innebar at det kan ha vært forskjeller i vanskelighetsgraden mellom hvert oppgavesett, dette gjelder særlig matrise- og vektstangoppgavene.

**Rekkefølge – R** (2 nivå).

Oppgavesettet som er kjørt først for deltakerne den aktuelle dagen har rekkefølge = 1, oppgavesettet som er kjørt sist har rekkefølge = 2.

### 2.7.3 Bakgrunnsvariabler

I tillegg har jeg bakgrunnsvariabler som f.eks. ulike tidspunkt for når oppgavene er gjort, dagsformen til deltakerne, støy i rommet m.m. Jeg har også innhenta svar fra deltakerne på

deres forhold til musikk: Hvor ofte de spiller, synger, danser eller lytter til musikk, og hvor god rytmefølelse de tenkte at de hadde. De fikk også spørsmål om hvor ofte de trente eller deltok i idrettsaktiviteter, dessuten hvor godt de likte matematikk.

## 2.7.4 Avhengige variabler

Hver observasjon inneholder data fra 5 oppgaver: To oppgaver der deltakerne skulle huske 9 siffer som ble vist i 5 sekunder, ei oppgave der deltakerne skulle huske rekkefølgen av fire farger som ble vist i fem sekunder, ei oppgave der deltakerne skulle finne ut hvilket symbol som mangla i siste rute og ei oppgave der deltakerne skulle finne ut hva som skulle plasseres på ei vektstang. Siden den første tallopgava ble betrakta som oppvarming, står det igjen fire svar som utgjør de avhengige variable: Tallopgave 2, fargeoppgave, matriseoppgave og vektstangoppgave.

**Tabell 3:** Oversikt over faktorer (uavhengige variabler) og avhengige variabler for forsøksseriene.

Deltaker	Forklaringsvariabler			Avhengige variabler			
	Effektvariabel Bruk av rytme (3 nivå)	Rekkefølge (2 nivå)	Oppgavsett (4 nivå)	Tall	Farge	Matrise	Vektstang
1							
2							
3							
...							
160							

## 2.8 Analyse av datamaterialet

Formålet med undersøkelsene var primært å se om det er noen **forskjell mellom resultatene** avhengig av om oppgavene er gjort uten musikk (rytmebruk = *Uten*), med musikk før oppgavene ble løst (rytmebruk = *Før*) eller med musikk mens oppgavene ble løst (rytmebruk = *Undervegs*). Jeg ønska å se på årsaken til variasjoner i resultatata og eventuell virkning av ulike rytmebruk.

Sekundært kunne det også være interessant i å se på om det fantes noen sammenhenger mellom andre faktorer i datamaterialet, slik som deltakernes forhold til matematikk og resultatet på oppgavene. Det kunne også være interessant å studere om det er sammenheng mellom resultatene for å huske tall og å huske farger, og om det er sammenheng mellom

logikkoppgavene som begge handler om visuell forståelse, men mens matriseoppgavene handler om å være kreativ og se mønstre, innebærer vektstangoppgavene å kombinere informasjon som må memoreres, og dessuten utføre enkle regneoperasjoner for å finne riktig løsning.

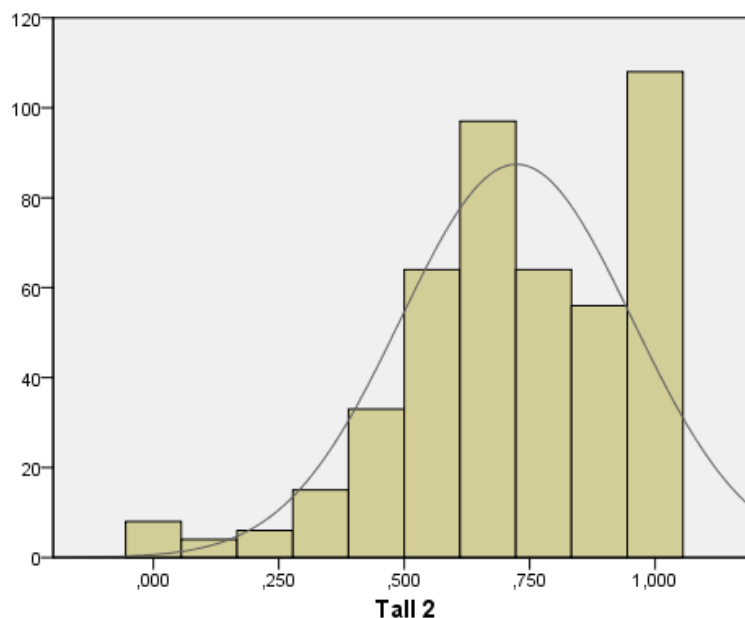
Problemet med metoden er at det kan være andre årsaker til korrelasjon mellom resultater og effektvariabel, derfor måtte jeg også undersøke om det kan være andre forklaringer til de tilsynelatende sammenhenger i datamaterialet. Dette kan være effekt av om resultatene var påvirket av om det var første eller andre oppgavesett eller om oppgavesetta er forskjellige. I tillegg kan andre ukontrollerbare faktorer virke inn.

Blant deltakerne vil det være individuelle forskjeller mellom evnen til å huske og evnen til å løse oppgaver av den typen som forekommer i undersøkelsen. Jeg vil derfor helst sammenlikne hver deltaker med seg sjøl. Imidlertid er oppgavene som er gitt forskjellige ved hver gjennomkjøring for samme person, dette var helt nødvendig for å ikke få en *læringseffekt* underveis i undersøkelsen (Cozby & Bates, 2011:137). Jeg begynte derfor med å se om det var forskjeller mellom de fire setta med oppgaver, med andre ord om noen av oppgavene er lettere å løse i ett sett enn i et annet. Jeg måtte også undersøke om rekkefølgen hadde noe å si. Rekkefølge forteller om oppgavesettet er kjørt først eller siste den aktuelle dagen. Rekkefølge er i randomisert for oppgavene gjort uten musikk og med musikk før oppgaveløsning. Kjøringene der det ble spilt musikk mens oppgavene ble løst (rytmebruk = *Underwegs*) er som forklart i kapittel 3.6 alltid gjort som siste oppgavesett. Hvis rekkefølgen slår ut på resultatene må jeg ta hensyn til dette i analysene.

Jeg har brukt dataverktøyet IBM SPSS versjon 25 (*IBM SPSS Statistics*, 2018) til å kjøre ulike tester på datamaterialet. Slike tester har noen krav til tallmaterialet som må oppfylles for å kunne bruke verktøyet, som for eksempel normalfordeling, likhet i varians og uavhengighet i datamaterialet (Field, Andy, 2018:227). Det er gjort tiltak mot brudd på disse forutsetningene, dette er omtalt etterhvert.

De avhengige variablene er kvantitative/numeriske data. Talloppgavene er forholdstall, de har ti mulige utfall og kan derfor behandles som kontinuerlige data i SPSS selv om de strengt tatt er diskrete. Et histogram med resultatet for alle tall 2 -oppgavene er vist i figur 3, på figuren er også normalfordelingskurven tegna inn. Som det kan sees fra figuren, så har talloppgavene tilnærma normalfordeling. ANOVA (variansanalyse) krever ikke streng

normalfordeling av dataene når det er en viss størrelse på datamengden (30+) (Pallant, 2010:206). Likevel bør dataene være forholdsvis symmetriske (Field, Andy, 2018:537). Talldataene mine har negativ skeivfordeling, fordelinga har en hale mot venstre. Minste mulige verdi er 0 og største mulige verdi er 1. Halen er som forventet, siden det vil være svært få deltakere som ikke har fått noen tall riktige, samtidig som ingen har fått mer enn 1 (alle tall riktige).



Figur 3: Histogram (med normalfordelingskurve) for tall 2.

Svara fra farge-, matrise- og vektstangoppgavene har kun to mulige utfall, enten 1 (riktig svar) og 0 (galt svar). Disse dataene vil dermed ha to toppe, siden det bare er to mulige utfall, 0 og 1. I hver gruppe er det mellom 19 og 29 verdier. Dataene kan enten betraktes som poeng og sees på som numeriske variable (diskrete data): Det gir mening å beregne gjennomsnitt av dataene, da får man et tall som forteller hvor godt gjennomsnittspersonen i den aktuelle gruppa har prestert. Det går bra å betrakte dataene som kontinuerlige variable (Field, Andy, 2018:13) i analysene med t-test og F-test (ANOVA). Dataene fra farge-, matrise og vektstangoppgavene kan imidlertid også betraktes som kategoriske variabler (rett/galt). I de ikke-parametriske testene som er nevnt under (f.eks. Friedman-test og Wilcoxon signed rank, se under) blir dataene betrakta som kategoriske.

For å få med alle de tre formene for rytmebruk (*uten* rytme, rytme *før* oppgavene og rytme *undervegs*) er det hensiktsmessig å bruke ANOVA. Fordi jeg har flere faktorer



(rekkefølge, rytmebruk og oppgavesett) må jeg bruke flervegs ANOVA når jeg skal sammenlikne grupper med ulik kombinasjon av faktorer. Dersom jeg finner ut at rekkefølge og oppgavesett ikke har betydning, kan jeg bruke envegs ANOVA eller ikke-parametriske tester for kategoriske variabler.

I analysene ble flervegs mellom-grupper ANOVA brukt til å sammenlikne gruppene med hverandre, mens ANOVA for repeterte målinger ble benytta for å sammenlikne deltakerne med seg selv. Til post hoc-testene ble det brukt Bonferroni-korreksjon av signifikansnivået. I tillegg er t-tester brukt for å sammenlikne grupper der det bare var én uavhengig variabel med kun to nivå. I denne undersøkelsen ville det for eksempel være undergrupper der oppgavesett og rytmebruk er like og jeg ønsker å studere effekten av rekkefølge.

F-test blir ofte ansett å være svært robust, men i noen tilfeller kan brudd på forutsetningene slå kraftig ut, dette gjelder særlig forutsetningene om uavhengighet og dersom dataene har skeivfordeling (Field, Andy, 2018:537). Levenes test er benytta for å kontrollere om forutsetningen om lik varians er oppfylt. Vedrørende kravet om normalfordeling, kan vi med bakgrunn i sentralgrenseteoremet si at dersom datamaterialet overstiger 30 og fordelinga ikke er veldig skeiv, kan dataene anses som normalfordelte (Field, Andy, 2018:235). Dersom observasjonene er kraftig skeivfordelte, kan det imidlertid være nødvendig med så mange som 160 observasjoner. I analyse av mindre grupper kan derfor ikke mine data anses som normalfordelte. Dersom forutsetningen om uavhengighet ikke er oppfylt kan i visse tilfeller dette slå kraftig ut på risikoen for type 1-feil (Field, Andy, 2018:537). For å sikre robustheten i analysene er derfor enkelte av ANOVA-testene fulgt opp av andre tester for å sjekke at konklusjonene står ved lag. Ved sammenlikning av gruppene har jeg benytta Kruskal-Wallis-tester (Field, Andy, 2018:537), i tillegg er ANOVA for repeterte målinger fulgt opp av Friedmans test for repeterte målinger som kan brukes dersom forutsetningene for ANOVA er brutt (Field, Andy, 2018:321). I Friedmans testene er Wilcoxon signed rank-tester brukt i post hoc-testene. I disse testene er også Cochran Q-test for dikotome data vurdert, men denne testen bortfaller når det er benytta gjennomsnittsverdier i analysene.

# 3 Resultater

## 3.1 Alle resultater

Hver av de 160 besvarelsene inneholdt 2 x 5 observasjoner (målepunkt) av hver deltaker, og de fleste sendte inn to besvarelser, en fra hver forsøksdag, til sammen 4 x 5 observasjoner. I noen tilfeller er antall deltakere forskjellig de to dagene undersøkelsen ble gjennomført. Dette skyldes fravær eller problemer med e-postadresser og tilgang til nettskjema. Nettskjemaer som ble sendt inn i etterkant av undersøkelsen ble forkasta.

For de 40 deltakerne som hadde deltatt i forundersøkelsen var det bare én forsøksdag med 2 x 5 observasjoner igjen til hovedundersøkelsen. I tillegg ble tatt inn 29 deltakere på slutten som bare gjennomførte én forsøksdag (2 x 5 observasjoner). Dette var fordi det ble gjort en feil med rytmebruken den siste ordinære forsøksdagen, slik at det trengtes to ekstra serier for å få med kombinasjonen av rytmebruk som skulle vært kjørt. Faktisk gjennomføring og kombinasjonene av de uavhengige variablene er vist i tabell 4.

**Tabell 4:** Faktisk gjennomføring av undersøkelsen og de forskjellige kombinasjonene av de uavhengige variablene. Rekkefølge: R=1 betyr at serien er kjørt først, rekkefølge=2 betyr at serien er kjørt sist. Oppgavesett: O1-4. I nederste rad står totalsummen for hver variabel.

<u>Nr.</u>	<u>Antall</u>	<u>Deltakernr</u>	<u>Rekkefølge (R)</u>	<u>Bruk av rytme (B)</u>	<u>Oppgavesett (O)</u>
1	26	3-31	1	Uten	3
2	26	3-31	2	Undervegs	4
3	27	63-91	1	Uten	2
4	27	63-91	2	Undervegs	3
5	24	63-91	1	Før	1
6	24	63-91	2	Uten	4
7	23	32-62	1	Før	3
8	24 (matrise:23)	32-62	2	Uten	4
9	29	92-122	1	Uten	3
10	29 (ikke tall 1)	92-122	2	Før	4
11	28	92-122	1	Uten	2
12	28	92-122	2	Før	1
13	22	123-146	1	Før	3
14	22	123-146	2	Undervegs	2
15	19	123-146	1	Uten	1
16	19	123-146	2	Før	4
17	29 (farge:27,vektstang:28)	147-177	1	Før	2
18	29 (vektstang:28)	147-177	2	Undervegs	1
	<b>Sum: 455</b>		<b>R1: 227 R2: 227</b>	<b>Uten: 176 Før: 174 Under-vegs: 104</b>	<b>O1: 100 O2: 106 O3: 127 O4: 121</b>

68 deltakere har gjort alle de fire oppgavesetta, dvs. 272 observasjoner/målinger av hver oppgave, i tillegg har jeg 91 deltakere som har gjort to oppgavesett, til sammen 182 målinger av hver oppgave, og én deltaker som gjorde ett oppgavesett. Til sammen har jeg dermed 455 målinger av hver oppgave minus enkelte manglende resultater for noen av oppgavene. Talloppgavene er rapportert som andel riktige, på de andre oppgavene er svaret enten 0 (galt svar) eller 1 (riktig svar). Det hadde vært fullt mulig å se på hvor mye deltakerne har klart til sammen for alle oppgavene, men dette vil ikke gi noen mening siden oppgavene måler forskjellige kognitive evner. Innenfor hver oppgavetype går det imidlertid an å sammenlikne antall riktige, men det må undersøkes om det er variasjon fra oppgavesett til oppgavesett. Siden oppgavene måler forskjellige egenskaper, velger jeg å presentere resultatene for oppgavene én for én.

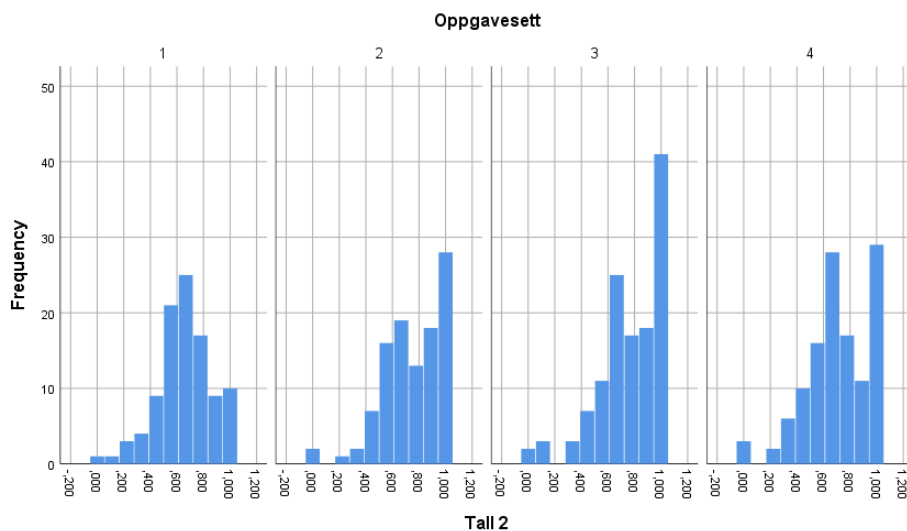
## 3.2 Talloppgavene

### 3.2.1 Resultat fra talloppgavene

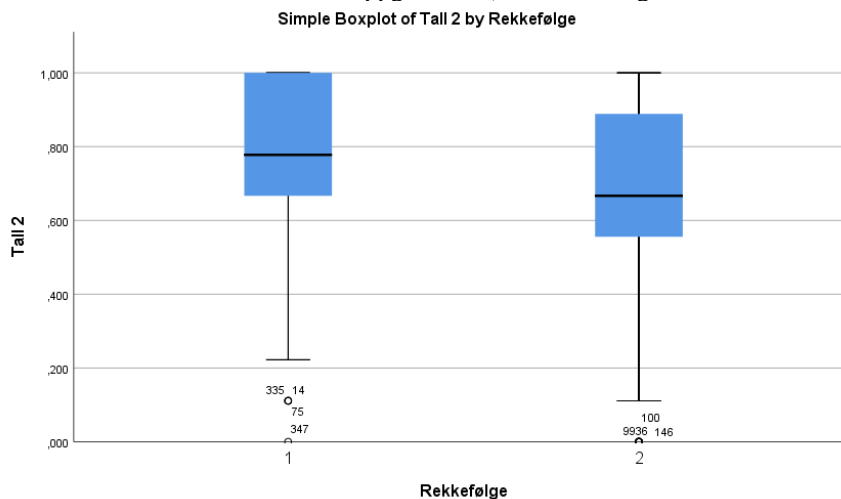
Resultatet for tall 2-oppgavene er gitt i tabell 5, mens histogram for hvert oppgavesett er vist i figur 3. Et boksdiagram som viser forskjellen mellom oppgavene som er kjørt i første sett ( $R=1$ ) og i siste sett ( $R=2$ ) den aktuelle dagen er vist i figur 4. Legg merke til at gjennomsnittsverdien ligger høyere for talloppgavene som er kjørt først, men variasjonen innen hver gruppe er stor. Det er også verdt å notere at det foreligger omtrent like mange resultater fra oppgaver gjort uten rytme (rytmebruk=*Uten*) som med rytme før oppgavene, (rytmebruk=*Før*), men færre med rytme undervegs (rytmebruk=*Undervegs*).

Tabell 5: Resultat for tall 2-oppgavene.

Avhengig variable	Antall	Maksimum	Minimum	Gjennomsnitt	Standardavvik
Tall 2	455	0	1	0,72	0,231



Figur 3: Resultat for tall 2 sortert etter oppgavesett (nummeret er gitt over hvert histogram).



Figur 4: Figuren viser resultatet for tall 2-oppgavene som er kjørt i første sett (rekkefølge=1) og tall 2-oppgavene som er kjørt i siste sett (rekkefølge = 2) den aktuelle dagen.

### 3.2.2 Analyse av talloppgavene

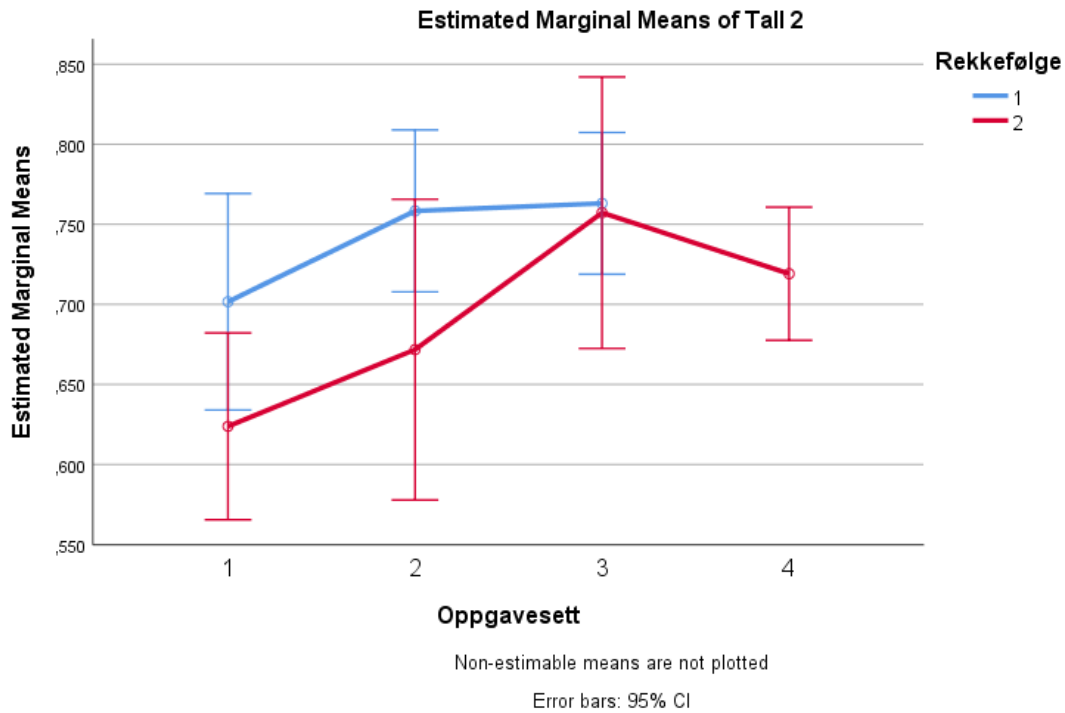
Resultatet fra tall 2-oppgavene ble undersøkt for å se på effekten av rytmebruk og eventuelt om oppgavesett og rekkefølge hadde betydning. Deltakerne ble delt inn i tre grupper utfra rytmebruk: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres. Det var fire oppgavesett (O1-4), og det ble registrert hvilket oppgavesett som ble gjort først og sist.

For talloppgave 2 viste en 2 x 3 x 4 (rekkefølge x rytmebruk x oppgavesett) trevegs ANOVA ingen signifikant hovedeffekt av faktoren rekkefølge ( $F(1,442)=1,016$ ,  $p=0,314$ ,  $\eta^2 = 0,002$ ) og rytmebruk ( $F(2,442)=2,171$ ,  $p=0,115$ ,  $\eta^2 = 0,010$ ). Oppgavesett viste derimot signifikant hovedeffekt ( $F(4,442)=4,445$ ,  $p=0,004$ ,  $\eta^2 = 0,293$ ). Post hoc-tester (Bonferroni) viste at gjennomsnittet for oppgavesett 1 ( $M=0,657$ ,  $SD=0,207$ ) var signifikant lavere enn gjennomsnittet for oppgavesett 2 ( $M=0,752$ ,  $SD=0,224$ ,  $p=0,015$ ) og signifikant lavere enn oppgavesett 3 ( $M=0,767$ ,  $SD=0,236$ ). Gjennomsnittet for oppgavesett 1 var også lavere enn for oppgavesett 4, men dette var ikke signifikant ( $M=0,709$ ,  $SD=0,238$ ). Resultatet er gitt i tabell 6, og forskjellene mellom oppgavesetta kan sees i figur 6 og 7, sortert etter henholdsvis rekkefølge og rytmebruk.

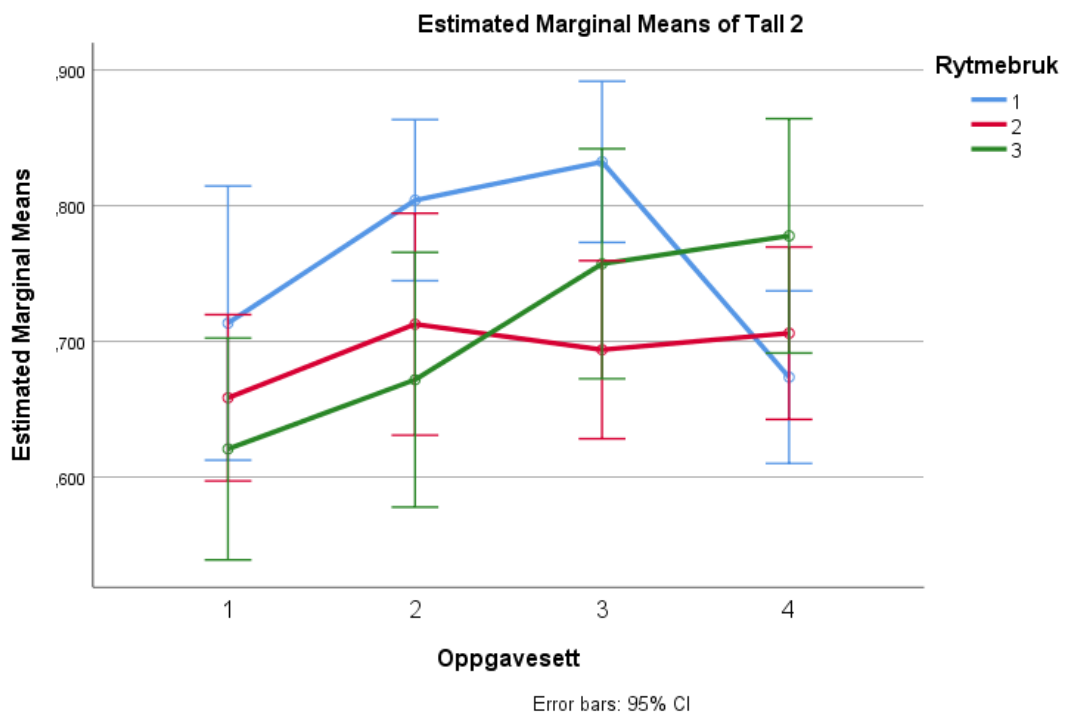
Det var ikke signifikante interaksjonseffekter mellom rytmebruk og oppgavesett ( $F(4,442)=0,976$ ,  $p=0,404$ ,  $\eta^2 = 0,007$ ). Når det gjelder rekkefølge, så finnes ikke begge nivå av rekkefølge for alle kombinasjoner med rytmebruk og oppgavesett (null frihetsgrader), derfor kan vi ikke si noe om interaksjonen med rekkefølge for dette materialet.

**Tabell 6:** Resultat fra post hoc-tester fra 2x3x4 (rekkefølge x rytmebruk x oppgaver) trevegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra tall 2-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Rytmebruk</b>		2			0,115
Uten	Før		0,079	0,021 til 0,136	
	Undervegs		0,062	-0,005 til 0,128	
Før	Uten		-0,079	-0,136 til -0,021	
	Undervegs		-0,017	-0,084 til 0,050	
Undervegs	Uten		-0,062	-0,128 til 0,005	
	Før		0,017	-0,050 til 0,084	
<b>Oppgavesett</b>		3			0,004
1	2		-0,095	-0,178 til -0,121	0,015
	3		-0,111	-0,190 til -0,031	0,002
	4		-0,052	-0,132 til 0,028	0,520
2	1		0,095	0,012 til 0,178	0,015
	3		-0,016	-0,094 til 0,062	1,000
	4		0,043	-0,036 til 0,122	0,894
3	1		0,111	0,031 til 0,190	0,002
	2		0,016	-0,062 til 0,094	1,000
	4		0,059	-0,017 til 0,134	0,236
4	1		0,052	-0,028 til 0,132	0,520
	2		-0,043	-0,122 til 0,036	0,894
	3		-0,059	-0,134 til 0,017	0,236



Figur 6: Resultat for tall 2-oppgavene for de fire oppgavesetta. Den blå linja representerer som ble kjørt først den aktuelle dagen (rekkefølge = 1), mens den røde linja representerer oppgavene som ble kjørt sist den aktuelle dagen (rekkefølge = 2).



Figur 7: Resultat for tall 2-oppgavene for de forskjellige oppgavesetta. Rytmebruk 1 = *Uten* (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = *Før* (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = *Underveis* (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres).

En envegs ANOVA for repeterte målinger for oppgavesett 2 og oppgavesett 3, begge kjørt først og uten rytmebruk (Rytmebruk=*Uten*), viste ingen forskjell mellom oppgavesett 2 ( $M=0,782$ ,  $SD=0,178$ ) og oppgavesett 3 ( $M=0,782$ ,  $SD=0,186$ ) (Wilk's Lambda=1,000,  $F(1,23) < 0,001$ ,  $p=1,000$ , multivariate  $\eta^2 < 0,001$ ). Dette stemmer godt med resultatet av trevegs ANOVA. En envegs ANOVA for repeterte målinger for oppgavesett 1 og oppgavesett 4, begge kjørt sist og med rytme før oppgavene (Rytmebruk=*Før*), viste heller ikke signifikant forskjell mellom oppgavesett 1 ( $M=0,638$ ,  $SD=0,266$ ) og oppgavesett 4 ( $M=0,745$ ,  $SD=0,211$ ) selv om effektstørrelsen var stor (Wilk's Lambda=0,885,  $F(1,26)=3,374$ ,  $\text{sig}=0,078$ ,  $\eta^2 =0,424$ ).

Siden resultatet fra oppgavesett 1 lå signifikant lavere enn fra de andre ved sammenlikning av gruppene, ble dette oppgavesettet tatt ut av datamaterialet før en ny ANOVA.

Tallmaterialet ble da for lite til å analysere en eventuell effekt av rekkefølge, men ANOVA ga heller ikke grunnlag for å anta at det var noen slik effekt. Dette bekreftes i figur 5, der det kan sees at tall 2 har noe høyere gjennomsnittsverdi i oppgavene som er gitt som første sett, men forskjellen er liten i forhold til variasjonen i dataene. En t-test ble kjørt på to uavhengige grupper (deltaker 63-91 og 92-122) som begge hadde rytme før oppgavene (Rytmebruk=*Før*) og samme oppgavesett ( $O=1$ ). Den ene gruppa hadde blitt kjørt først, mens den andre hadde blitt kjørt sist. Testen viste at det ikke var signifikant forskjell mellom resultatet for oppgavene som ble kjørt først ( $M=0,690$ ,  $SD=0,217$ ) og sist ( $M=0,627$ ,  $SD=0,267$ ;  $t(50)=0,919$ ,  $p=0,362$ , to-halet). Den gjennomsnittlige forskjellen var liten i forhold til variasjonen (gjennomsnittlig forskjell=0,063, 95%KI: -0,744 til 0,200), effektstørrelsen var lav (i henhold til retningslinjer fra (Cohen, 1988)) -  $\eta^2 = 0,017$ . Det virker derfor greit å ikke ta med rekkefølge.

En 3 x 3 (rytmebruk x oppgavesett) tovegs ANOVA uten oppgavesett 1 viste en tendens til at hovedeffekt av rytmebruk ( $F(2,346)=2,791$ ,  $p=0,063$ ,  $\eta^2 = 0,0159$ ). Post hoc-tester (med Bonferroni-korreksjon) viste at gjennomsnittet for oppgavene som ble gjort uten rytme påvirkning ( $M=0,774$ ,  $SD=0,221$ ) var signifikant høyere ( $p=0,031$ ) enn oppgavene som ble gjort med rytme før ( $M=0,703$ ,  $SD=0,222$ ). Gjennomsnittet for oppgavene uten rytme påvirkning var også høyere enn oppgavene som ble gjort med rytme undervegs ( $M=0,739$ ,  $SD=0,268$ ), men dette var ikke signifikant ( $p=0,827$ ). Gjennomsnittet for oppgavene som ble gjort med rytme før ( $M=0,703$ ,  $SD=0,222$ ) var lavere enn oppgavene

som ble gjort med rytme undervegs ( $M=0,739$ ,  $SD=0,268$ ), men dette var ikke signifikant ( $p=0,846$ ). Resultatet er gitt i tabell 7.

Det var ikke signifikante hovedeffekt av faktoren oppgavesett ( $F(2,346)=1,038$ ,  $p=0,355$ ,  $\eta^2 = 0,006$ ), men det var signifikant interaksjonseffekt mellom rytmebruk og oppgavesett, med liten til moderat effektstørrelse ( $F(4,346)=3,238$ ,  $p=0,013$ ,  $\eta^2 = 0,036$ ). Dette betyr at fravær av rytme hadde større effekt for noen oppgavesett enn for andre, dette kan sees i figur 7.

**Tabell 7:** Resultat fra post hoc-tester fra 3x3 (rytmebruk x oppgaver) tovegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra tall 2-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Rytmebruk</b>		2			0,063
Uten	Før		0,071	0,0049 til 0,137	0,031
	Undervegs		0,035	-0,042 til 0,112	0,827
Før	Uten		-0,071	-0,137 til -0,005	0,031
	Undervegs		-0,036	-0,117 til 0,045	0,846
Undervegs	Uten		-0,035	-0,112 til 0,042	0,827
	Før		0,036	-0,045 til 0,117	0,846
<b>Oppgavesett</b>		2			0,355
2	3		-0,157	-0,088 til 0,057	
	4		0,043	-0,030 til 0,116	
3	2		0,016	-0,057 til 0,088	
	4		0,059	-0,011 til 0,128	
4	2		-0,043	-0,116 til 0,030	
	3		-0,059	-0,128 til 0,011	

En Kruskal-Wallis-test på tall 2-oppgavene uten oppgavesett 1 viste signifikant hovedeffekt av rytmebruk (rytmebruk=*Uten*:  $n=185$ , rytmebruk=*Før*:  $n=123$ , rytmebruk=*Undervegs*:  $n=75$ ),  $H(2) = 7,974$ ,  $p = 0,019$ . Post hoc-testene med parvis sammenlikning og Bonferroni-korreksjon av signifikansnivået viste at oppgavene med rytme først (rytmebruk=*Før*) hadde signifikant lavere resultat enn oppgavene uten rytme (rytmebruk=*Uten*) ( $p=0,015$ ,  $r=0,160$ ), effekten var liten. Det var ikke signifikant forskjell mellom oppgavene gjort med rytme undervegs (rytmebruk=*Undervegs*) og uten rytme (rytmebruk=*Uten*) ( $p=1,000$ ,  $r=0,045$ ), heller ikke mellom oppgavene med rytme først (rytmebruk=*Før*) og oppgavene med rytme undervegs (rytmebruk=*Undervegs*) ( $p=0,327$ ,  $r=0,114$ ).



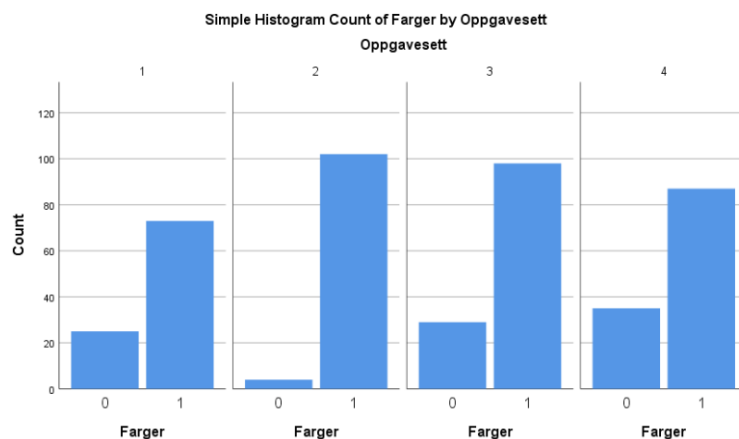
### 3.2.3 Oppsummering av tall-oppgavene

Oppgavesett 1 ble ekskludert på grunn av ekstreme verdier. Analysen av det resterende datamaterialet viste at tallopgaver gjort uten rytme (rytmebruk = *Uten*) hadde et signifikant bedre resultat enn tallopgaver gjort med rytme før oppgavene ble løst (rytmebruk = *Før*), men effektstørrelsen var liten. Tallopgavene gjort uten rytmebruk (rytmebruk = *Uten*) hadde også et bedre gjennomsnittlig resultat enn tallopgaver gjort med rytme mens oppgavene ble løst (rytmebruk = *Undervegs*), men denne forskjellen var ikke signifikant. Heller ikke forskjellen mellom tallopgavene gjort med rytme først (rytmebruk = *Før*) og med rytme undervegs var signifikant (rytmebruk = *Undervegs*), resultatet var dårligst for tallopgavene med rytme først. Det var signifikant interaksjonseffekt mellom oppgavesett og rytmebruk, med liten til moderat effektstørrelse.

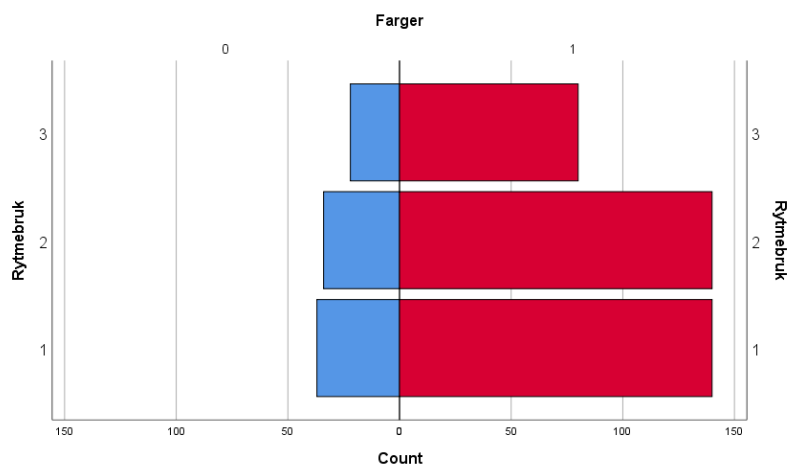
## 3.3 Fargeoppgavene

### 3.3.1 Resultater for fargeoppgavene

Figur 8 viser resultatene fra fargeoppgavene for de fire oppgavesetta, figur 9 viser resultatene fra fargeoppgavene fordelt etter hva slags rytmebruk undersøkelsen hadde. Resultatene for fargeoppgavene sett under ett er gitt i tabell 8.



Figur 8: Resultat for fargeoppgavene sortert etter oppgavesett. Søylene viser antallet feil svar (0) og antallet riktige svar (1).



Figur 9: Gale svar (blå søyler) mot riktige svar (røde søyler) for fargeoppgavene ved ulik rytmebruk. Rytmebruk 1 = *Uten* (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = *Før* (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = *Undervegs* (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres).

**Tabell 8:** Resultat for fargeoppgavene.

Avhengig variable	Antall	Maksimum	Minimum	Gjennomsnitt	Standardavvik
Fargeoppgave	453	0	1	0,79	0,404

### 3.3.2 Analyse av fargeoppgavene

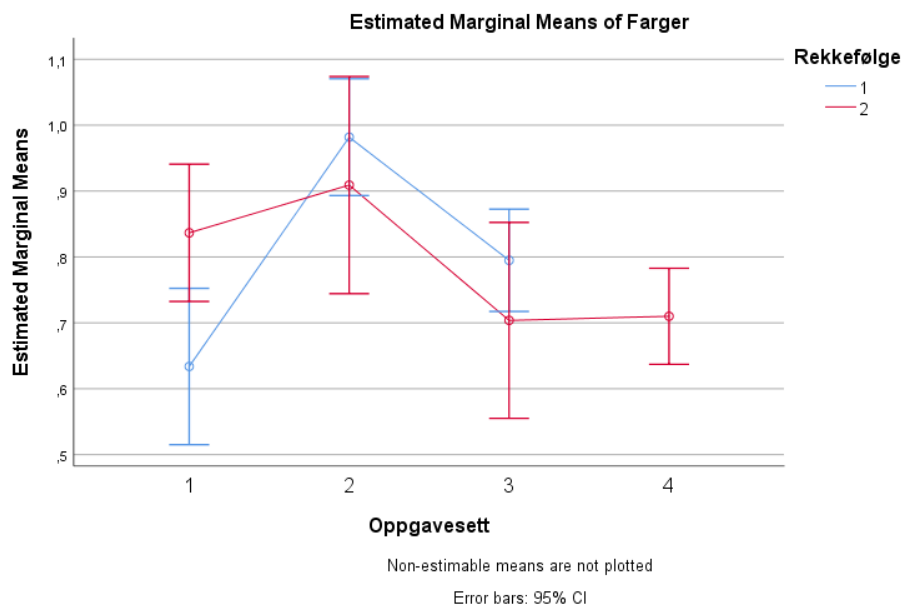
Resultatet fra fargeoppgavene ble undersøkt for å se på effekten av rytmebruk og eventuelt om oppgavesett og rekkefølge hadde betydning. Deltakerne ble delt inn i tre grupper utfra rytmebruk: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres. Deltakerne ble delt inn i tre grupper utfra rytmebruk (B=:1Uten rytme, B=2: Rytme før oppgavene og B=3: Rytme). Det var fire oppgavesett (O1-4), og det ble registrert hvilket oppgavesett som ble gjort først (R=1) og sist (R=2).

For fargeoppgavene viste en 2 x 3 x 4 (rekkefølge x rytmebruk x oppgavesett) trevegs ANOVA signifikant høyere verdier for oppgavene som ble gitt først (M=0,83, SD=0,378)) i forhold til oppgavene som ble gitt sist (M=0,76, SD=0,427) ( $F(1, 357,168)=4,738$ ,  $p=0,030$ ,  $\eta^2=0,011$ ). Imidlertid viste Levenes test for likhet i feilvarians at variansen ikke var lik ( $p<0,05$ ), noe som innebærer at signifikansnivået bør være strengere, for eksempel signifikansnivå lik 0,01, for at vi skal anse hovedeffekter og interaksjonseffekter for signifikante (Pallant, 2010:269). Rekkefølge var signifikant på 0,030-nivå, og effektstørrelsen var liten. Antall frihetsgrader er korrigert på grunnlag av Levenes test.

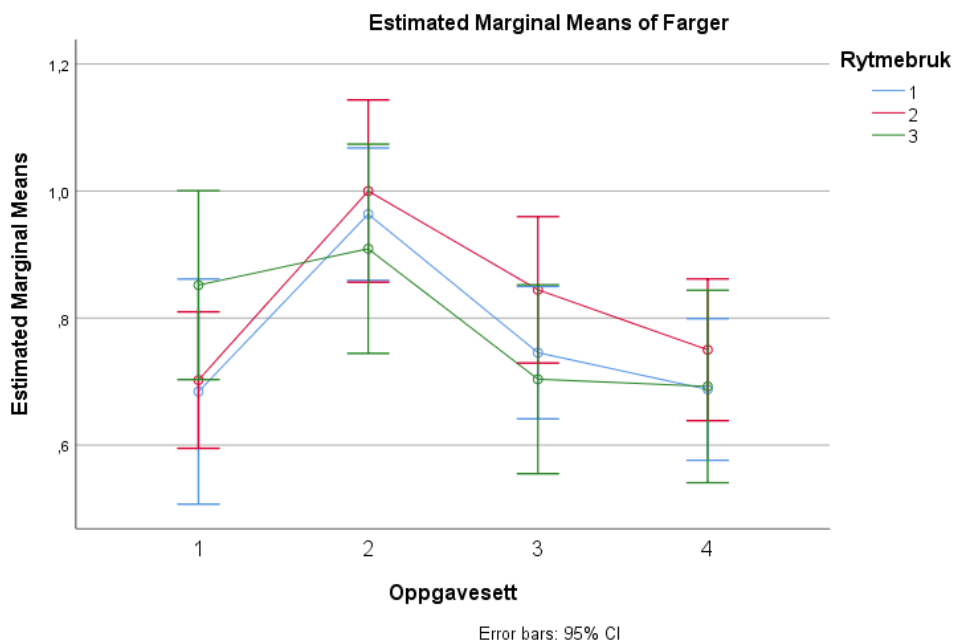
Det var ikke signifikant hovedeffekt av faktoren rytmebruk ( $F(2, 357,168)=0,189$ ,  $p=0,828$ ,  $\eta^2 = 0,001$ ). Analysen viste signifikant hovedeffekt av oppgavesett ( $F(3, 357,168)=6,183$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,040$ ), mens interaksjonseffekten (rytmebruk x oppgavesett) ikke var signifikant ( $F(3, 357,168)=0,766$ ,  $p=0,513$ ,  $\eta^2 = 0,005$ ). (Som forklart i kapittel 3.2.2 gir datamaterialet ikke grunnlag for å si noe om interaksjon med rekkefølge). Post hoc-tester (Bonferroni-korreksjon) viste at gjennomsnittet for oppgavesett 2 ( $M=0,96$ ,  $SD=0,191$ ) var signifikant høyere enn gjennomsnittet for oppgavesett 1 ( $M=0,74$ ,  $SD=0,438$ ), oppgavesett 3 ( $M=0,77$ ,  $SD=0,421$ ;  $p=0,002$ ) og oppgavesett 4 ( $M=0,71$ ,  $SD=0,454$ ;  $p<0,001$ ). Resultatet er gitt i tabell 9, og verdiene for hvert oppgavesett er vist i figur 10 og 11, sortert etter henholdsvis rekkefølge og rytmebruk. Selv om ikke hovedeffekten av rytmebruk er signifikant har oppgavene som er kjørt med rytme før oppgaveløsning (rytmebruk = *Før*) bedre resultat enn de kjørt uten rytme (rytmebruk = *Uten*), og også bedre enn de kjørt med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*), bortsett fra for oppgavesett 1.

**Tabell 9:** Resultat fra post hoc-tester fra 2x3x4 (rekkefølge x rytmebruk x oppgavesett) trevegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra farge-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Rytmebruk</b>		2			0,828
Uten	Før		-0,01	-0,11 til 0,09	
	Undervegs		0,01	-0,11 til 0,12	
Før	Uten		0,01	-0,09 til -0,11	
	Undervegs		0,02	-0,10 til 0,14	
Undervegs	Uten		-0,01	-0,12 til 0,11	
	Før		-0,02	-0,14 til 0,10	
<b>Oppgavesett</b>		3			<0,001
1	2		-0,22	-0,36 til -0,07	0,001
	3		-0,03	-0,17 til 0,11	1,000
	4		0,03	-0,11 til 0,17	1,000
2	1		0,22	0,07 til 0,36	0,001
	3		0,19	0,05 til 0,33	0,002
	4		0,25	0,11 til 0,39	<0,001
3	1		0,03	-0,11 til 0,17	1,000
	2		-0,19	-0,33 til -0,05	0,002
	4		0,06	-0,07 til 0,19	1,000
4	1		-0,03	-0,17 til 0,11	1,000
	2		-0,25	-0,39 til -0,11	<0,001
	3		-0,06	-0,19 til 0,07	1,000



Figur 10: Verdier for fargeoppgavene for de fire oppgavesetta. Den blå linja representerer som ble kjørt først den aktuelle dagen (rekkefølge = 1), mens den røde linja representerer oppgavene som ble kjørt sist den aktuelle dagen (rekkefølge = 2).

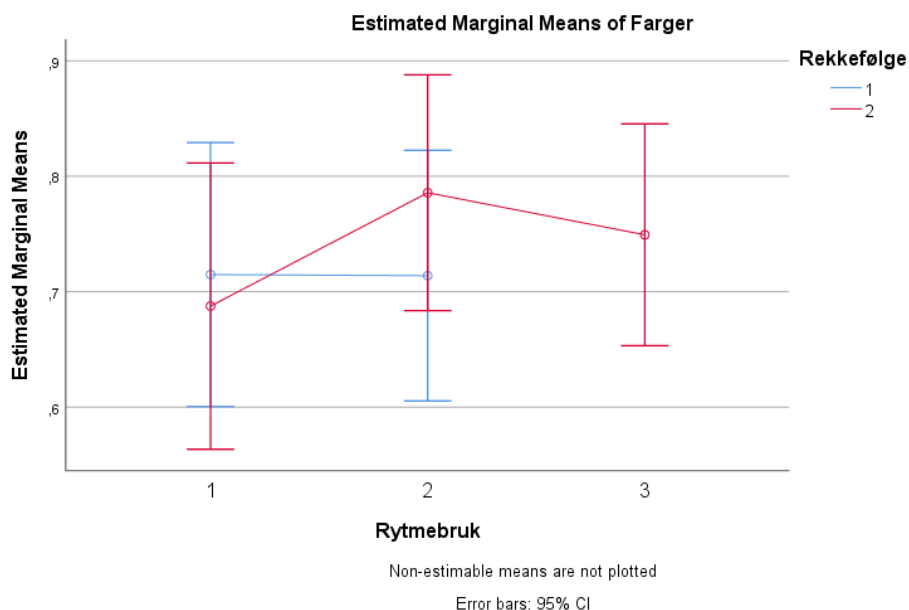


Figur 11: Verdier for fargeoppgavene for de fire oppgavesetta. Rytmebruk 1 = *Uten* (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = *Før* (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = *Undervegs* (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres).

Det var litt merkelig at det skulle være lettere å huske fargene på oppgavesett 2 enn på de andre oppgavesetta. For å dobbeltsjekke dette ble resultatet fra fargeoppgavene i oppgavesett 2 testa mot oppgavesett 3 med en envegs-ANOVA for repeterte målinger.

Begge oppgavesett var kjørt først (R=1) og uten bruk av rytme (rytmebruk = *Uten*). Testen viste at oppgavesett 3 (M=0,70, 0,465) hadde signifikant lavere resultat enn oppgavesett 2 (M=0,96, SD=0,192) (Wilk's Lambda=0,741, F(1,26)=9,100, sig=0,006,  $\eta^2=0,259$ ). En tilsvarende analyse av oppgavesett 1 (M=0,85, SD=0,362) og oppgavesett 4 (M=0,74, SD=0,447) som begge var kjørt sist og med rytme først, viste ingen signifikant effekt (Wilk's Lambda=0,952, F(1,26)=9,100, sig=0,265,  $\eta^2=0,048$ ). Dette stemmer med resultatet fra trevegs ANOVAen, og viser at oppgavesett 2 hadde signifikant bedre resultat enn de andre oppgavesetta.

Oppgavesett 2 ble derfor utelatt fra dataene, og det ble kjørt en ny trevegs 2 x 3 x 3 (rekkefølge x rytmebruk x oppgavesett) ANOVA. Analysen viste signifikant hovedeffekt av rekkefølge (F(1,337)=3,841, p=0,051,  $\eta^2=0,011$ ), der oppgavene som ble gjort først (M=0,74, SD=0,439) hadde lavere resultat enn oppgavene kjørt sist (M=0,75, SD=0,437), men effektstørrelsen var liten. Det var ikke signifikant hovedeffekt av faktorene rytmebruk (F(2,337)=0,079, p=0,925,  $\eta^2 < 0,001$ ) og oppgavesett (F(2,337)=0,760, p=0,468,  $\eta^2=0,004$ ). Interaksjonseffekten (rytmebruk x oppgavesett) var heller ikke signifikant (F(2,337)=0,931, p=0,395,  $\eta^2=0,005$ ). Verdiene for ulike rytmebruk sortert etter rekkefølge er gitt i figur 12.



Figur 12: Figuren viser resultatet for farge-oppgavene med ulike rytmebruk sortert etter rekkefølge. Rytmebruk 1 = *Uten* (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = *Før* (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = *Undervegs* (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres). Den blå linja representerer som ble kjørt først den aktuelle dagen (rekkefølge = 1), mens den røde linja representerer oppgavene som ble kjørt sist den aktuelle dagen (rekkefølge = 2).

Selv om rekkefølge ga signifikant utslag i ANOVAen, varierer det fra oppgave til oppgave om det er serien som er kjørt først eller serien som er kjørt sist som har best resultat, se figur 10 og 12. For å undersøke nærmere om betydningen av rekkefølge er det kjørt en t-test på to uavhengige grupper som begge hadde rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*) og samme oppgavesett ( $O=1$ ). Denne testen viste en tendens, selv om forskjellen ikke var signifikant mellom oppgavene som ble kjørt først ( $M=0,58$ ,  $SD=0,504$ ) og oppgavene som ble kjørt sist ( $M=0,82$ ,  $SD=0,390$ ;  $t(43,04) = -1,882$ ,  $p = 0,067$ , to-halet). Størrelsen på forskjellen i gjennomsnitt (forskjell =  $-0,238$ , 95% KI:  $-0,493$  til  $0,017$ ) var moderat ( $\eta^2 = 0,066$ ). Antall frihetsgrader er korrigert på grunnlag av Levenes test som viste at det ikke kunne antas like varianser, og tilsvarende er den rapporterte t-verdien for fordelinger uten antatt lik varians. På bakgrunn av denne t-testen og resultatet fra hoved-ANOVAen kan vi ikke utelukke at rekkefølgen har betydning for resultatet på fargeoppgavene, men det er ingen entydig sammenheng.

Siden oppgavene der rytme var gitt først (rytmebruk=*Før*) generelt lå over de andre, var det interessant å undersøke en eventuell virkning av rytmebruk på fargeoppgavene litt mer. Ettersom oppgavesett 2 skilte seg ut er dette oppgavesettet utelatt i disse analysene, mens dataene er balansert i forhold til rekkefølge. Det ble kjørt en envegs ANOVA for repeterte målinger der oppgaver gjort uten rytme (rytmebruk = *Uten*) ( $M=0,69$ ,  $SD=0,463$ ) ble sammenlikna med oppgaver for de samme deltakerne gjort med rytme først (rytmebruk = *Før*) ( $M=0,72$ ,  $SD=0,453$ ), men analysen viste ingen signifikant effekt av rytmebruk (Wilk's Lambda= $0,999$ ,  $F(1,94) = 0,132$ , sig= $0,717$ ,  $\eta^2 = 0,001$ ). En tilsvarende envegs ANOVA for repeterte målinger gjort uten rytme (rytmebruk=*Uten*) ( $M=0,68$ ,  $SD=0,471$ ) og oppgaver gjort med rytme undervegs (rytmebruk=*Undervegs*) ( $M=0,68$ ,  $SD=0,471$ ) viste heller ingen signifikant effekt av ulik rytmebruk (Wilk's Lambda= $1,000$ ,  $F(1,49)<0,001$ , sig= $1,000$ ,  $\eta^2<0,001$ ). I denne siste analysen er rekkefølge ikke balansert (siden rytmebruk=*Undervegs* bare er gitt som siste oppgavesett), og det er brukt gjennomsnittsverdier der hvor det foreligger to observasjoner med samme rytmebruk for de samme deltakerne. Begge disse ANOVAene underbygger resultatet fra hoved-ANOVAen om at rytmebruk ikke har effekt for fargeoppgavene, selv om resultatet var litt bedre med rytme før oppgavene.

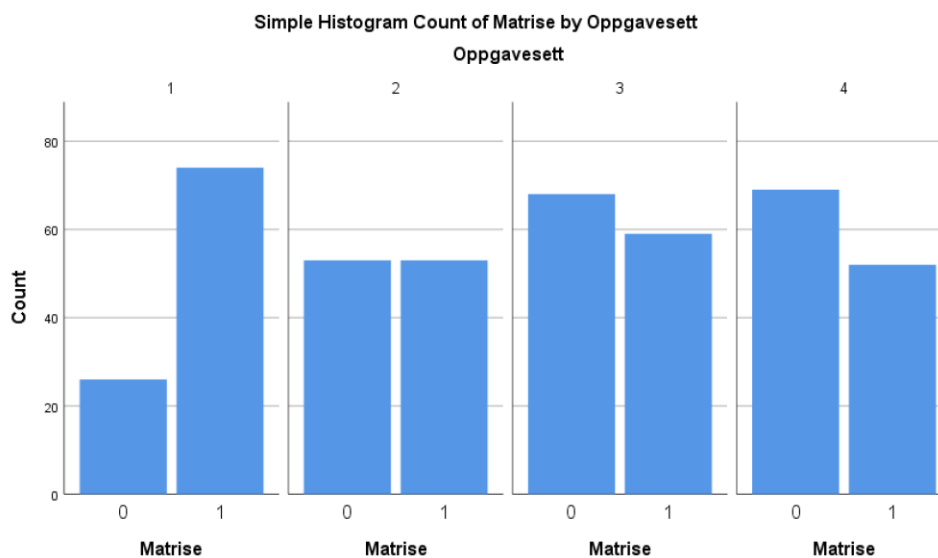
### 3.3.3 Oppsummering av fargeoppgavene

Oppgavesett 2 er ekskludert som følge av ekstreme verdier. Analysene av det resterende datamaterialet ga ingen signifikante utslag av rytmebruk, selv om resultatene med rytme før oppgavene (rytmebruk=*Før*) oftest lå over resultatene uten rytme (rytmebruk=*Uten*) og for rytme underveis (rytmebruk=*Underveis*). Rekkefølge ga signifikant utslag, men effektstørrelsen var liten.

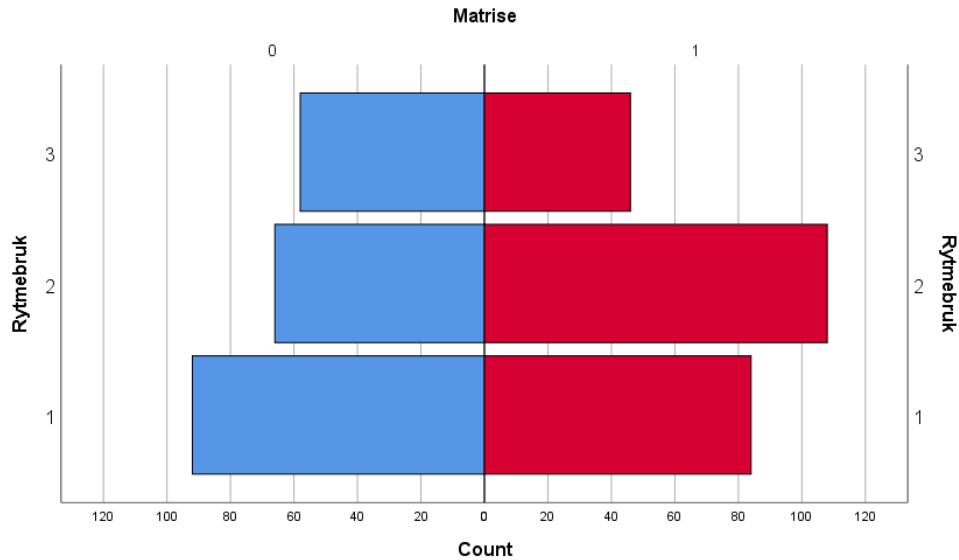
## 3.4 Matriseoppgavene

### 3.4.1 Resultater for matriseoppgåvene

Figur 14 viser resultatene fra matriseoppgavene fordelt på de fire oppgavesetta, mens figur 15 viser resultatene fra matriseoppgavene fordelt etter hva slags rytmebruk undersøkelsen hadde. Resultatene for matriseoppgavene sett under ett er gitt i tabell 10.



Figur 13: Resultat for matriseoppgavene sortert etter oppgavesett. Søylen viser antallet feil svar (0) og antallet riktige svar (1).



Figur 14: Gale svar (blå søyler) mot riktige svar (røde søyler) for matriseoppgavene ved ulike rytmebruk. Rytmebruk 1 = *Uten* (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = *Før* (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = *Undervegs* (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres).

**Tabell 10:** Resultat for matriseoppgavene

Avhengig variable	Antall	Maksimum	Minimum	Gjennomsnitt	Standardavvik
Matriseoppgave	454	0	1	0,52	0,500

### 3.4.2 Analyse av matriseoppgavene.

Resultatet fra matriseoppgavene ble undersøkt for å se på effekten av rytmebruk og eventuelt om oppgavesett og rekkefølge hadde betydning. Deltakerne ble delt inn i tre grupper ut fra rytmebruk: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres. Det var fire oppgavesett (O1-4), og det ble registrert hvilket oppgavesett som ble gjort først (R=1) og sist (R=2).

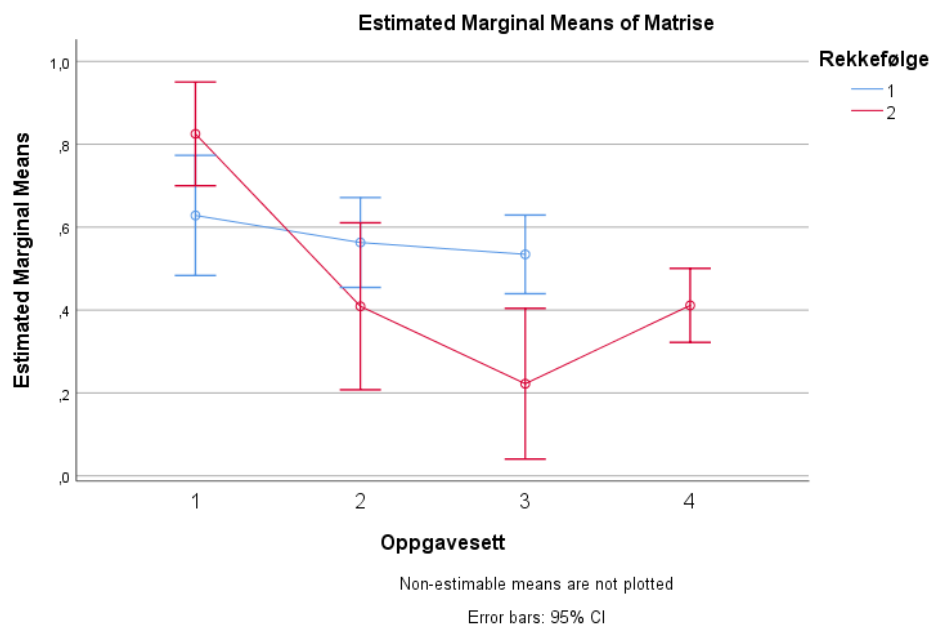
For matriseoppgavene viste en trevegs 2 x 3 x 4 (rekkefølge x rytmebruk x oppgaver) ANOVA ikke signifikante hovedeffekter av faktorene rekkefølge ( $F(1, 429,98)=3,017$ ,  $p=0,083$ ,  $\eta^2 = 0,007$ ) og rytmebruk ( $F(2, 429,98)=2,271$ ,  $p=0,104$ ,  $\eta^2 = 0,010$ ). Analysen viste en signifikant hovedeffekt av oppgavesett, ( $F(3, 429,98)=8,957$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,057$ ). Post hoc-tester (Bonferroni-korreksjon) viste at gjennomsnittet for oppgavesett 1 ( $M=0,74$ ,  $SD=0,441$ ) var signifikant høyere enn gjennomsnittet for oppgavesett 2 ( $M=0,50$ ,  $SD=0,502$ ), oppgavesett 3 ( $M=0,46$ ,  $SD=0,501$ ) og oppgavesett 4 ( $M=0,43$ ,



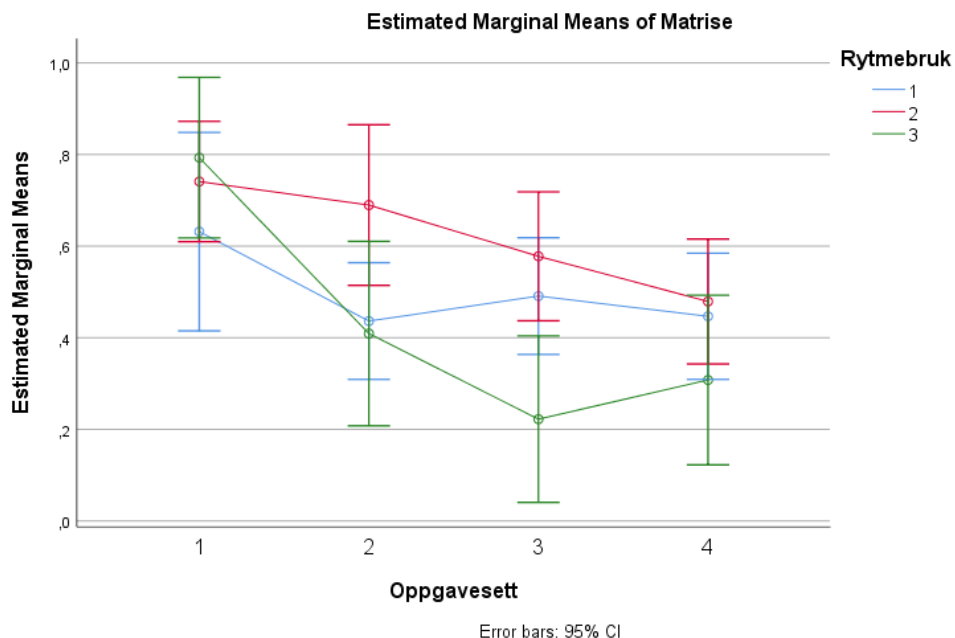
SD=0,497). Antall frihetsgrader er korrigert på grunnlag av Levenes test som viste at det ikke kan antas like varianser. Siden forutsetningen om lik varians ikke er oppfylt, bør signifikansnivået være ned mot 0,01. Derfor er hovedeffekten av oppgavesett fortsatt signifikant ( $p < 0,001$ ). Interaksjonseffekten (rytmebruk x oppgavesett) var ikke signifikant ( $F(3, 429,98)=0,897, p=0,443, \eta^2 = 0,006$ ). (Som forklart i kapittel 3.2.2 gir datamaterialet ikke grunnlag for å si noe om interaksjon med rekkefølge). Resultatet fra ANOVA er gitt i tabell 11, og verdiene for hvert oppgavesett er vist i figur 15 og 16, sortert etter henholdsvis rekkefølge og rytmebruk.

**Tabell 11:** Resultat fra post hoc-tester fra 2x3x4 (rekkefølge x rytmebruk x oppgavesett) trevegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra matrise-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Rytmebruk</b>		2			0,104
Uten	Før		-0,14	-0,27 til -0,02	
	Undervegs		0,03	-0,11 til 0,18	
Før	Uten		0,14	0,02 til 0,27	
	Undervegs		0,18	0,04 til 0,32	
Undervegs	Uten		-0,03	-0,28 til 0,11	
	Før oppg		-0,18	-0,32 til -0,04	
<b>Oppgavesett</b>		3			<0,001
1	2		0,24	0,06 til 0,42	0,002
	3		0,28	0,11 til 0,45	<0,001
	4		0,31	0,14 til 0,48	<0,001
2	1		-0,24	-0,42 til -0,06	0,002
	3		0,04	-0,13 til 0,20	1,000
	4		0,07	-0,10 til 0,24	1,000
3	1		-0,28	-0,45 til -0,11	<0,001
	2		-0,04	-0,20 til 0,13	1,000
	4		0,03	-0,13 til 0,20	1,000
4	1		-0,31	-0,48 til -0,14	<0,001
	2		-0,07	-0,24 til 0,10	1,000
	3		-0,03	-0,20 til 0,13	1,000



Figur 15: Resultat for matriseoppgavene for de forskjellige oppgavesetta. Den blå linja representerer som ble kjørt først den aktuelle dagen (rekkefølge = 1), mens den røde linja representerer oppgavene som ble kjørt sist den aktuelle dagen (rekkefølge = 2).



Figur 16: Resultat for matriseoppgavene for de fire oppgavesetta sortert etter ulik rytmebruk. Rytmebruk 1 = Uten (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = Før (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = Undervegs (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres).

For å dobbeltsjekke at resultatet av matriseoppgava i oppgavesett 1 ligger på et annet nivå enn de andre matriseoppgavene ble det kjørt to envegs ANOVA for repeterte målinger. En envegs ANOVA viste signifikant hovedeffekt av oppgavesett når oppgavesett 1 ( $M=0,85$ ,  $SD=0,362$ ) ble sammenlikna med oppgavesett 4 ( $M=0,44$ ,  $SD=0,506$ ) (Wilk's

Lambda=0,967,  $F(1,26)=9,308$ , sig=0,005,  $\eta^2 = 0,264$ ). Både oppgavesett 1 og 4 var kjørt sist (R=2) og med rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*). En envegs ANOVA for repeterte målinger viste ingen signifikant hovedeffekt av oppgavesett når oppgavesett 3 (M=0,59, 0,501) ble sammenlikna med oppgavesett 2 (M=0,44, SD=0,506) (Wilk's Lambda=0,967,  $F(1,26)=$ , sig=0,355,  $\eta^2 = 0,033$ ). Både oppgavesett 2 og 3 var kjørt først (R=1) og uten bruk av rytme (rytmebruk = *Uten*). Begge disse envegs ANOVA-ene underbygger resultatet fra hoved-ANOVA-en om at oppgavesett 1 hadde signifikant høyere resultater enn de andre oppgavesetta.

Når oppgavesett 1 ble fjerna, ble tallmaterialet for lite til å analysere en eventuell effekt av rekkefølge, jmf. kapittel 3.2.2. Trevegs-ANOVA ga heller ikke grunnlag for å anta at det var noen slik effekt, noe som bekreftes i figur 15. En tovegs ANOVA (rytmebruk x oppgavesett) ble derfor gjort uten oppgavesett 1 og viste en signifikant hovedeffekt av rytmebruk, ( $F(2,345)=6,846$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2 = 0,038$ ). Post hoc-tester (Bonferroni-korreksjon) viste at gjennomsnittet for rytme før oppgavene (M=0,57, SD=0,498) var signifikant høyere enn gjennomsnittet med rytme undervegs (M=0,31, SD=0,471;  $p = 0,001$ ). Resultatene for rytme før oppgavene hadde også høyere gjennomsnittsverdier enn resultatene uten rytme (M=0,46, SD=0,500), men dette var ikke signifikant ( $p = 0,218$ ). Resultatene uten rytme hadde høyere gjennomsnittsverdier enn resultatene med rytme undervegs, dette var en tendens ( $p = 0,086$ ). Resultatet av post hoc-testene er gitt i tabell 12.

**Tabell 12:** Resultat fra post hoc-tester fra 3x3 (rytmebruk x oppgavesett) tovegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra matrise-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Rytmebruk</b>		2			0,001
Uten	Før		-0,11	-0,25 til 0,04	0,218
	Undervegs		0,15	-0,01 til 0,32	0,086
Før	Uten		0,11	-0,04 til 0,25	0,218
	Undervegs		0,26	0,09 til 0,43	0,001
Undervegs	Uten		-0,15	-0,32 til 0,01	0,086
	Før		-0,26	-0,43 til -0,09	0,001
<b>Oppgavesett</b>		2			0,316
2	3		0,04	-0,12 til 0,19	
	4		0,07	-0,09 til 0,23	
3	2		-0,04	-0,19 til 0,12	
	4		0,03	-0,12 til 0,19	
4	2		-0,07	-0,23 til 0,09	
	3		-0,03	-0,19 til 0,12	

Det var ikke signifikant hovedeffekt av faktoren oppgavesett ( $F(2,345)=1,155$ ,  $p=0,316$ ,  $\eta^2 = 0,007$ ). Interaksjonseffekten (rytmebruk x oppgavesett) var heller ikke signifikant ( $F(4,345) = 0,968$ ,  $p = 0,425$ ,  $\eta^2 = 0,011$ ).

For å kontrollere holdbarheten i analysene er ANOVAen fulgt opp av en Kruskal-Wallis-test på matriseoppgavene uten oppgavesett 1. Testen viste signifikant effekt av rytmebruk (rytmebruk = *Uten*:  $n=185$ , rytmebruk = *Før*:  $n=123$ , rytmebruk = *Undervegs*:  $n=75$ ),  $H(2) = 12,511$ ,  $p=0,002$ . Post hoc-testene med parvis sammenlikning og justert p-verdi viste at det ikke var signifikant forskjell på oppgavene uten rytme (rytmebruk = *Uten*) og oppgavene med rytme først (rytmebruk = *Før*) ( $p = 0,228$ ,  $r = 0,101$ ), og heller ikke mellom oppgavene gjort med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*) og uten rytme (rytmebruk = *Uten*) ( $p = 0,091$ ,  $r = 0,134$ ). Sammenlikning av resultatene fra oppgavene med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*) og oppgavene med rytme først (rytmebruk = *Før*) viste at oppgaver med rytme undervegs hadde signifikant lavere resultat enn oppgavene med rytme først, med middels effektstørrelse ( $p = 0,001$ ,  $r = 0,251$ ).

Med resultatet fra Kruskal-Wallis og tovegs ANOVAen blir konklusjonen for matriseoppgavene at rytme før oppgavene gir signifikant bedre resultat enn rytme undervegs. Det var også tendenser til at uten rytme ga bedre resultat enn rytme undervegs, og at rytme før ga bedre resultat enn uten rytme.

For ytterligere å undersøke effekten av rytmebruk på matriseoppgavene ble det gjort en envegs ANOVA for repeterte målinger der oppgaver gjort uten rytme (rytmebruk = *Uten*) ( $M = 0,512$ ,  $SD = 0,454$ ) ble sammenlikna med oppgaver for de samme deltakerne gjort med rytme først (rytmebruk = *Før*) ( $M = 0,598$ ,  $SD = 0,450$ ) og med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*) ( $M = 0,268$ ,  $SD = 0,449$ ). Oppgavesett 1 var tatt ut. Analysen viste signifikant effekt av rytmebruk (Wilk's Lambda =  $0,724$ ,  $F(2,39) = 7,448$ ,  $\text{sig} = 0,002$ ,  $\eta^2 = 0,276$ ). I denne undersøkelsen ble det brukt gjennomsnittsverdier i de tilfellene hvor deltakerne hadde gjort to oppgavesett med samme rytmebruk.

Som en sikkerhet for å hindre feilaktig forkastning av nullhypotesen ble det også gjennomført en ikke-parametrisk test av dataene. En Friedmans test på det samme materialet viste signifikante forskjeller i matriseoppgavene ved ulik rytmebruk (rytmebruk = *Uten*, rytmebruk = *Før* og rytmebruk = *Undervegs*  $\chi^2 = (2, N = 41) = 11,22$ ,  $p = 0,004$ ).

Medianverdiene (Md) viste bedre resultat for rytme før oppgavene (Md = 1,0) enn uten rytme (Md = 0,5), og dårligst resultat når oppgavene ble gjort med rytme undervegs (Md = 0,0). Post hoc-tester med Wilcoxon Signed Rank test (med Bonferroni-korreksjon av signifikansnivået) viste at det ikke var signifikant forskjell mellom matriseoppgavene uten rytme (rytmebruk = *Uten*) og oppgavene med rytme først (rytmebruk = *Før*),  $z = -1,151$ ,  $p = 0,750$ , med liten effektstørrelse ( $r = 0,127$ ). Medianen var høyere for oppgavene med rytme først (Md = 1,0) enn uten rytme (Md = 0,5). En tilsvarende test viste signifikant forskjell mellom oppgavene uten rytme (rytmebruk = *Uten*) og oppgavene med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*),  $z = -2,596$ ,  $p = 0,027$ , med middels effektstørrelse ( $r = 0,287$ ). Medianen var høyere for oppgaver uten rytme (Md = 0,5) enn oppgaver med rytme undervegs (Md = 0). Likeledes viste en test av oppgavene med rytme først (rytmebruk = *Før*) mot oppgavene med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*) signifikant forskjell,  $z = -2,966$ ,  $p = 0,009$ , med middels effektstørrelse ( $r = 0,328$ ). Medianen var høyere for oppgavene med rytme først (Md = 1,0) enn med rytme undervegs (Md = 0,0). Dette stemmer godt med de forutgående testene som også ga signifikant utslag av rytmebruk før oppgavene i forhold til rytmebruk undervegs.

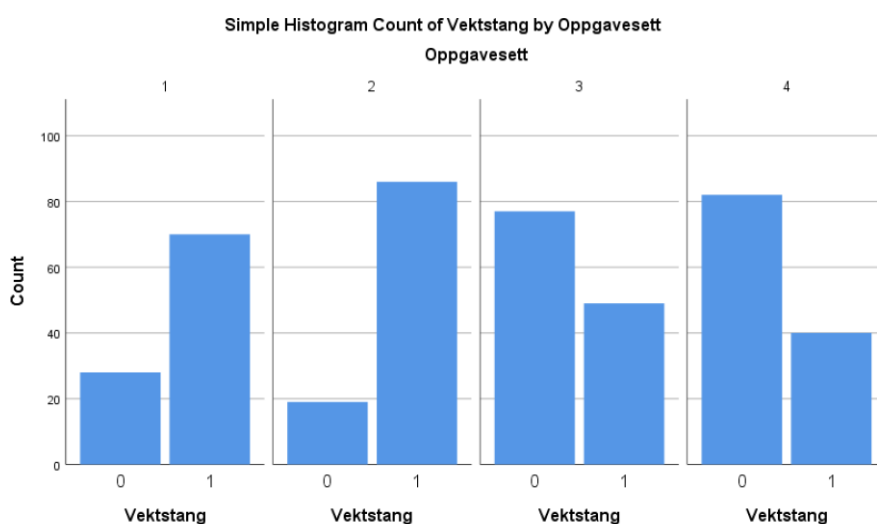
### 3.4.3 Oppsummering matriseoppgavene

Oppgavesett 1 utgår i flerfaktor-ANOVAene som følge av ekstreme verdier. Både ANOVAene og de ikke-parametriske testene viste signifikant bedre resultatet med rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*) i forhold til oppgavene gjort med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*), med middels effektstørrelse ( $r = 0,328$  – fra Friedman,  $r = 0,251$  – fra Kruskal- Wallis). Det var også tendenser til at rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*) hadde bedre resultat enn uten rytme (rytmebruk = *Uten*), og at uten rytme hadde bedre resultat enn rytme mens oppgavene ble gjort (rytmebruk = *Undervegs*). Friedmans test på deler av materialet viste signifikant bedre resultat både for oppgavene gjort med rytme først (rytmebruk = *Før*) i forhold til oppgaver gjort med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*), og for oppgaver gjort uten rytme (rytmebruk = *Uten*) i forhold til oppgavene gjort med rytme undervegs (rytmebruk = *Undervegs*), effektstørrelsen her var middels ( $r = 0,287$ ).

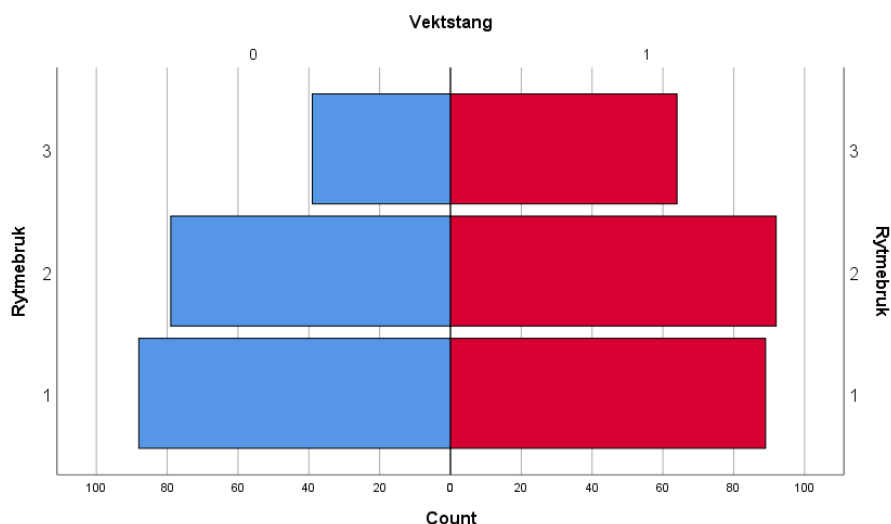
## 3.5 Vektstangoppgavene

### 3.5.1 Resultat for vektstangoppgavene

Figur 17 viser resultatene fra vektstangoppgavene fordelt på de fire oppgavesetta, mens figur 18 viser resultatene for vektstangoppgavene fordelt etter rytmebruk. Resultatene for vektstangoppgavene sett under ett er gitt i tabell 13. Legg merke til at i oppgavesett 3 og 4 er det flere som har galt svar enn som har riktig svar, mens det er helt motsatte er tilfelle i oppgavesett 1 og 2, der er det flest som har riktig svar.



Figur 17: Resultat for vektstangoppgavene for hvert oppgavesett. Søylene viser antallet feil svar (0) og antallet riktige svar (1).



Figur 18: Galt svar (blå søyer) mot riktige svar (røde søyer) for vektstangoppgavene ved ulik rytmebruk. Rytmebruk 1 = *Uten* (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = *Før* (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = *Undervegs* (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres).

**Tabell 13:** Resultat for vektstang-oppgavene.

Avhengig variable	Antall	Maksimum	Minimum	Gjennomsnitt	Standardavvik
Vektstang-oppgave	451	0	1	0,54	0,499

### 3.5.2 Analyse av vektstangoppgavene

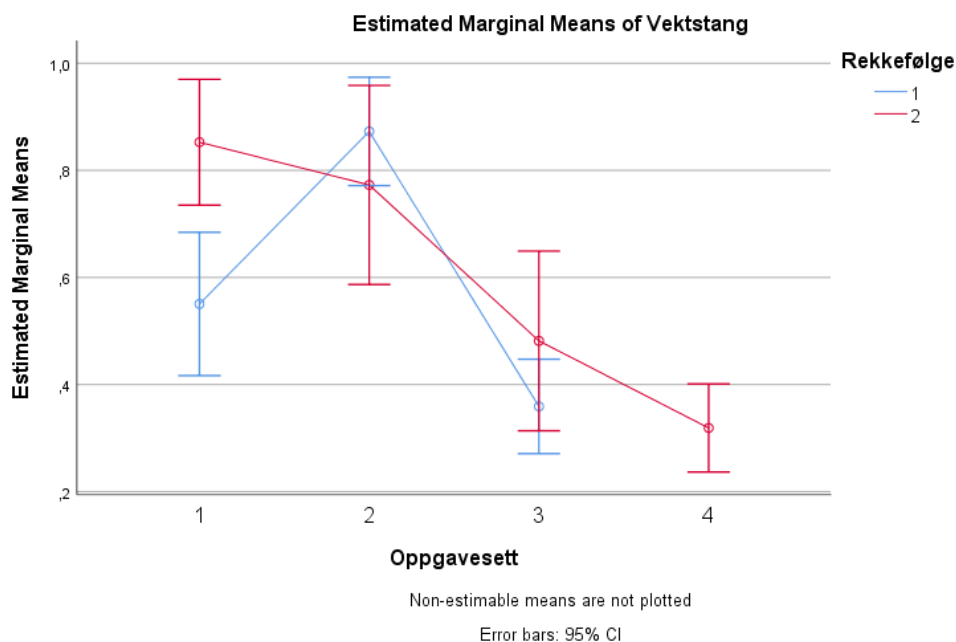
Resultatet fra vektstangoppgavene ble undersøkt for å se på effekten av rytmebruk og eventuelt om oppgavesett og rekkefølge hadde betydning. Deltakerne ble delt inn i tre grupper utfra rytmebruk: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Underwegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres. Det var fire oppgavesett (O1-4), og det ble registrert hvilket oppgavesett som ble gjort først (R=1) og sist (R=2).

En 2 x 3 x 4 (rekkefølge x rytmebruk x oppgavesett) trevegs ANOVA viste en signifikant hovedeffekt av rekkefølge ( $F(1,438)=6,786$ ,  $p=0,010$ ,  $\eta^2 = 0,015$ ), med høyere verdier for oppgavesettet som ble gjort først ( $M=0,57$ ,  $SD=0,496$ ) i forhold til oppgavesettet som ble kjørt sist ( $M=0,52$ ,  $SD=0,501$ ). Effekt av rekkefølge er vist i figur 16. Rytmebruk slo ikke signifikant ut ( $F(2,438)=0,126$ ,  $p=0,882$ ,  $\eta^2 = 0,001$ ). Analysen viste signifikant hovedeffekt av oppgavesett, ( $F(3,438)=25,327$ ,  $p<0,001$ ,  $\eta^2 = 0,148$ ). Post hoc-tester (Bonferroni-korreksjon) viste at gjennomsnittet for oppgavesett 1 ( $M=0,71$ ,  $SD=0,454$ ) var signifikant høyere enn gjennomsnittet for oppgavesett 3 ( $M=0,39$ ,  $SD=0,489$ ), og signifikant høyere enn for oppgavesett 4 ( $M=0,33$ ,  $SD=0,471$ ), og men ikke signifikant forskjellig fra oppgavesett 2 ( $M=0,82$ ,  $SD=0,387$ ). Likeledes var oppgavesett 2 signifikant forskjellig fra oppgavesett 3 og 4. Resultatene er gitt i tabell 16.

Interaksjonseffekten rytmebruk x oppgavesett var signifikant ( $F(3,438)=5,368$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2 = 0,035$ ), interaksjonsplottet er vist i figur 19. (Som forklart i kapittel 3.2.2 gir datamaterialet ikke grunnlag for å si noe om interaksjon med rekkefølge). Levenes test for likhet i feilvarians viste at feilvariansen ikke var lik ( $p < 0,05$ ), derfor bør signifikansnivået være nede i 0,01 for at det skal regnes som signifikant, noe både rekkefølge, oppgavesett og interaksjon oppfyller. Verdiene for de ulike oppgavesetta er vist i figur 19 og 20 sortert etter henholdsvis rekkefølge og rytmebruk.

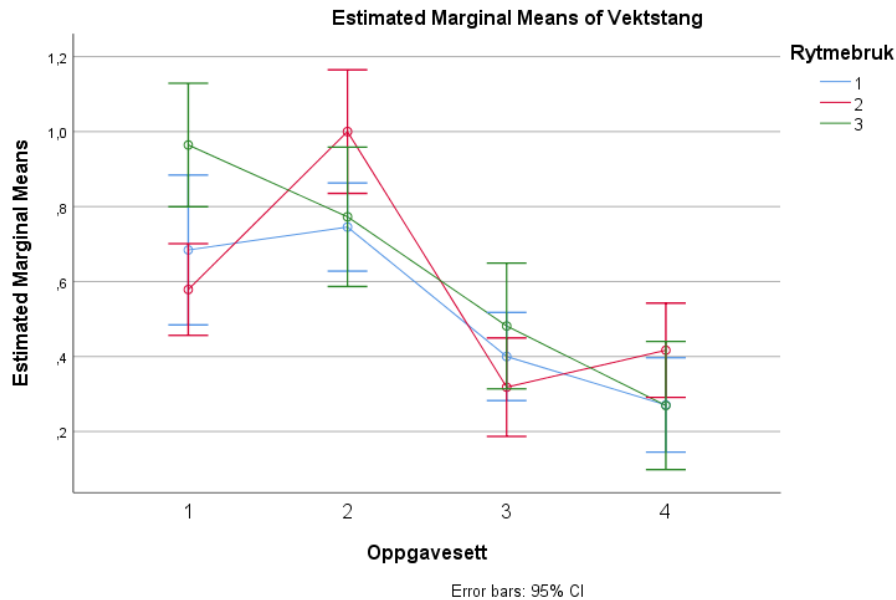
**Tabell 16:** Resultat fra post hoc-tester fra 2x3x4 (rekkefølge x rytmebruk x oppgavesett) trevegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra vektstang-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Rytmebruk</b>		2			0,882
Uten	Før		-0,04	-0,15 til 0,08	
	Undervegs		-0,12	-0,25 til 0,01	
Før	Uten		0,04	-0,08 til 0,15	
	Undervegs		-0,08	-0,22 til 0,05	
Undervegs	Uten		0,12	-0,01 til 0,25	
	Før		0,08	-0,05 til 0,22	
<b>Opgavesett</b>		3			<0,001
1	2		-0,10	-0,27 til 0,06	0,560
	3		0,33	0,17 til 0,48	<0,001
	4		0,39	0,23 til 0,55	<0,001
2	1		0,10	-0,06 til 0,27	0,560
	3		0,43	0,27 til 0,59	<0,001
	4		0,49	0,33 til 0,65	<0,001
3	1		-0,33	-0,48 til -0,17	<0,001
	2		-0,43	-0,59 til -0,27	<0,001
	4		0,06	-0,09 til 0,21	1,000
4	1		-0,39	-0,55 til -0,23	<0,001
	2		-0,49	-0,65 til 0,33	<0,001
	3		-0,06	-0,21 til 0,09	1,000



Figur 19: Resultat for vektstangoppgavene der det er skilt mellom om de er gitt som første eller siste oppgavesett. Den blå linja representerer som ble kjørt først den aktuelle dagen (rekkefølge = 1), mens den røde linja representerer oppgavene som ble kjørt sist den aktuelle dagen (rekkefølge = 2).





Figur 20: Resultat for vektstangoppgavene for de fire oppgavesetta sortert etter rytmebruk. Rytmebruk 1 = *Uten* (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = *Før* (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = *Undervegs* (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres).

For å dobbeltsjekke om det virkelig var nivåforskjeller mellom oppgavesett 1 og 2 og oppgavesett 3 og 4 ble det kjørt en envegs ANOVA for repeterte målinger for oppgavesett 2 og 3, den viste signifikant forskjell mellom vektstangoppgavene i oppgavesett 2 ( $M = 0,78$ ,  $SD = 0,424$ ) og oppgavesett 3 ( $M=0,26$ ,  $SD=0,447$ ) (Wilk's Lambda = 0,546,  $F(1,26) = 21,593$ ,  $\text{sig} < 0,001$ ,  $\eta^2 = 0,454$ ). Dette stemmer med resultatet fra hoved ANOVAen. En tilsvarende envegs ANOVA for repeterte målinger for oppgavesett 1 og 4 viste signifikant forskjell mellom oppgavesett 1 ( $M=0,73$ ,  $SD=0,452$ ) og oppgavesett 4 ( $M=0,38$ ,  $SD=0,496$ ) (Wilk's Lambda = 0,760,  $F(1,25) = 7,879$ ,  $\text{sig} = 0,010$ ,  $\eta^2 = 0,240$ ). Dette stemmer også med resultatet av hoved ANOVAen, og vi har fått bekrefte at det er en nivåforskjell.

På grunn av den påviste nivåforskjellen som var for oppgavesett 1 og 2 i forhold til oppgavesett 3 og 4, ble oppgavesett 1 og 2 analysert for seg, og 3 og 4 for seg. En  $2 \times 3 \times 2$  (rekkefølge  $\times$  rytmebruk  $\times$  oppgavesett) trevegs ANOVA for oppgavesett 1 og 2 viste en signifikant hovedeffekt for rekkefølge, ( $F(1,196) = 8,607$ ,  $p = 0,004$ ,  $\eta^2 = 0,042$ ), der gjennomsnittet for vektstangoppgavene som var kjørt først ( $M=0,73$ ,  $SD=0,446$ ) var lavere enn for vektstangoppgavene som var kjørt sist ( $M=0,83$ ,  $SD=0,377$ ). Analysen indikerte ikke signifikant hovedeffekt for rytmebruk ( $F(2,196) = 1,089$ ,  $p = 0,339$ ,  $\eta^2 = 0,011$ ), og heller ikke for oppgavesett ( $F(1,196) = 3,340$ ,  $p = 0,069$ ,  $\eta^2 = 0,017$ ). Interaksjonen mellom rytmebruk og oppgavesett var signifikant ( $F(1,196)=11,863$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2 = 0,057$ ),

dette kan sees i figur 20. Levenes test for likhet i feilvarians viste at feilvariansen ikke var lik ( $p < 0,05$ ), interaksjonen har et signifikansnivå  $< 0,01$  og skal uansett regnes som signifikant. Datamaterialet ikke grunnlag for å si noe om interaksjon med rekkefølge.

Datamaterialet for oppgavesett 3 og 4 gir ikke grunnlag for å si noe om effekten av rekkefølge, ettersom det ikke foreligger noen kjøring der oppgavesett 4 er gitt først. Fra figur 19 kan det sees at en eventuell positiv effekt av å være kjørt først ikke har gjort sterkt utslag for oppgavesett 3, siden kjøringene som er kjørt først har lavere gjennomsnitt enn de som er kjørt sist. En  $3 \times 2$  (rytmebruk x oppgavesett) tovegs ANOVA for oppgavesett 3 og 4 viste ingen signifikante hovedeffekter, hverken for rytmebruk ( $F(2,242) = 0,354$ ,  $p = 0,702$ ,  $\eta^2 = 0,003$ ) eller oppgavesett, ( $F(1,242) = 2,590$ ,  $p = 0,109$ ,  $\eta^2 = 0,011$ ).

Datamaterialet gir ikke grunnlag for å si noe om interaksjon.

### 3.5.3 Oppsummering av vektstangoppgavene

Resultatene for oppgavesett 1 og 2 ligger på et annet nivå enn oppgavesett 3 og 4, derfor må hvert oppgavesett vurderes for seg. Hverken rytmebruk eller rekkefølge ga signifikante utslag på vektstangoppgavene.

## 3.6 Post hoc utforskende analyser (explorative analyses): Matematikksans

I arbeidet med analysene av resultatene ble det funnet interessante sammenhenger i tallmaterialet mellom resultatene og hvor godt deltakerne liker matematikk. Det er derfor foretatt post hoc utforskende analyser for å studere dette nærmere. Deltakerne ble spurt: «Hvor godt liker du matematikk?», og spørsmålet hadde tre svaralternativ: 1) *Liker ikke*, 2)  *greit nok* og 3)  *liker godt*.

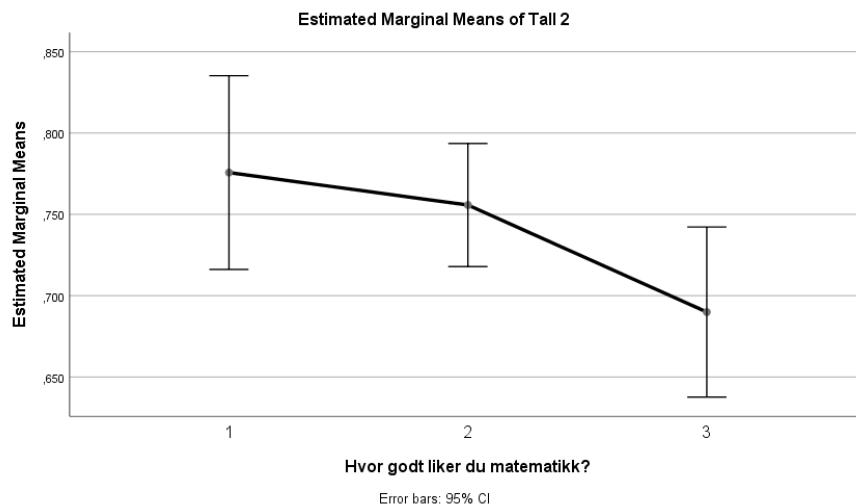
### 3.6.1 Talloppgavene

En  $3 \times 3$  (matematikksans x rytmebruk) tovegs ANOVA for tall 2-oppgavene uten oppgavesett 1 viste en negativ sammenheng mellom hvor godt deltakerne liker matematikk og resultatet for talloppgavene, men forskjellen var ikke signifikant ( $F(2, 278,92) = 2,794$ ,  $p = 0,063$ ,  $\eta^2 = 0,018$ ). Verdiene var høyest for de som ikke liker matematikk ( $M = 0,790$ ,  $SD = 0,248$ ), noe lavere for de som synes matematikk er greit nok ( $M = 0,760$ ,  $SD = 0,232$ ), og

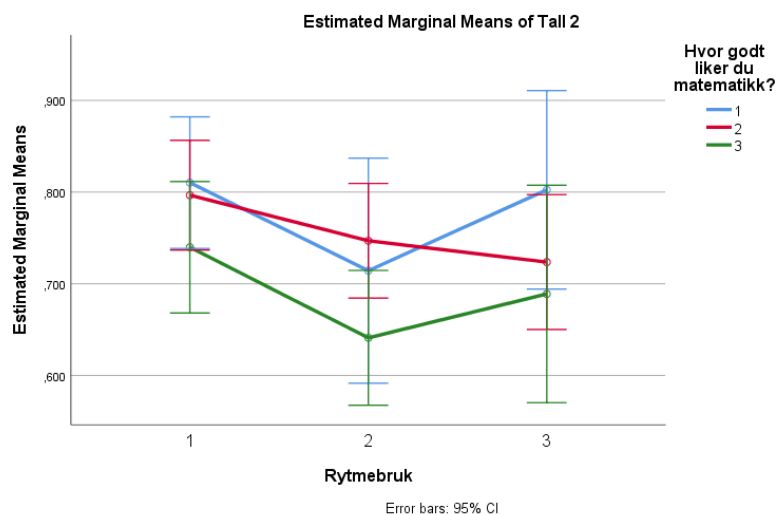
lavest for dem som likte matematikk godt ( $M=0,691$ ,  $SD=0,226$ ). Det var fortsatt signifikant hovedeffekt av rytmebruk ( $F(2, 278,92)=3,116$ ,  $p=0,046$ ,  $\eta^2 = 0,020$ ). Post hoc-tester (Bonferroni-korreksjon) viste at resultatet uten rytme ( $M = 0,784$ ,  $SD = 0,222$ ) var signifikant bedre enn med rytme før oppgavene ( $M = 0,704$ ,  $SD = 0, 225$ ). Resultatet er vist i tabell 18. Det var ikke signifikant forskjell mellom oppgavene gitt uten rytme og oppgavene med rytme undervegs ( $M = 0,736$ ,  $SD = 0,271$ ), heller ikke mellom oppgavene med rytme først og rytme undervegs. Det var ikke signifikant interaksjon mellom matematikksans og rytmebruk, ( $F(4, 278,92)=0,460$ ,  $p=0,765$ ,  $\eta^2 = 0,006$ ). Resultatene er vist i figur 21 og 22.

**Tabell 18:** Resultat fra post hoc-tester fra 3x3 (sans for matematikk x rytmebruk) tovegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra tall 2-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Matematikksans</b>		2			0,063
Liker ikke	Greit nok		0,030	-0,050 til 0,110	1,000
	Liker godt		0,099	0,011 til 0,186	0,021
Greit nok	Liker ikke		-0,030	-0,110 til 0,050	1,000
	Liker godt		0,069	-0,004 til 0,142	0,073
Liker godt	Liker ikke		-0,099	-0,186 til -0,011	0,021
	Greit nok		-0,069	-0,142 til 0,004	0,073
<b>Rytmebruk</b>		2			0,046
Uten	Før		0,080	0,01 til 0,15	0,024
	Undervegs		0,048	-0,03 til 0,13	0,471
Før	Uten		-0,080	-0,15 til -0,01	0,024
	Undervegs		-0,032	-0,12 til 0,05	1,000
Undervegs	Uten		-0,048	-0,13 til 0,03	0,471
	Før		0,032	-0,05 til 0,18	1,000



Figur 21: Verdier for talloppgavene for de deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk på oppgavesett 2, 3 og 4. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.



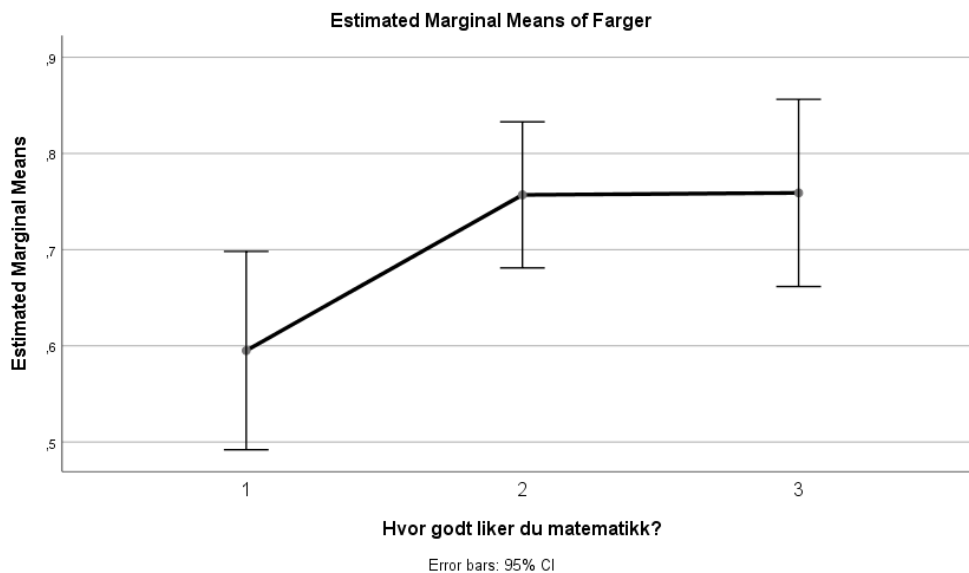
Figur 22: Verdier for tall 2-oppgavene for de deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk på oppgavesett 2, 3 og 4. Rytmebruk 1 = Uten (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = Før (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = Undervegs (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres). Dataene er sortert etter hvor godt deltakerne liker matematikk. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.

### 3.6.2 Fargeoppgavene

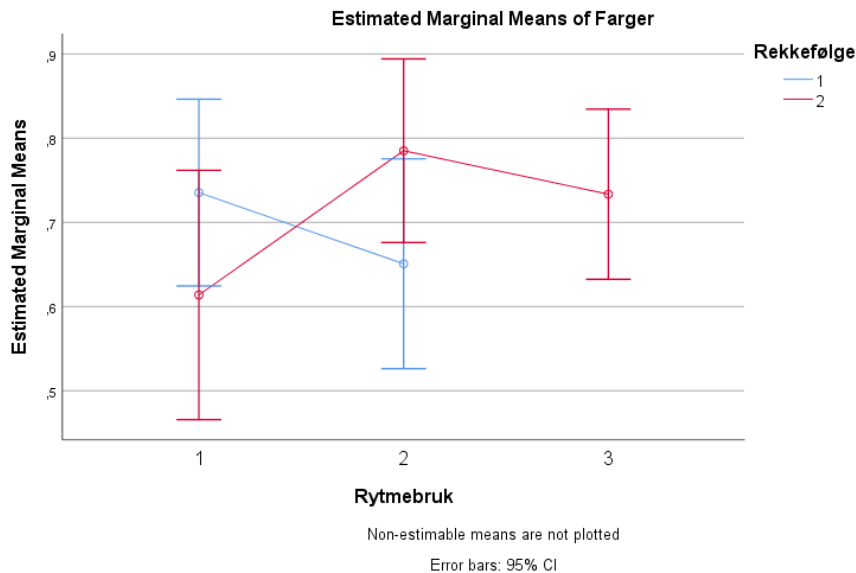
En 3 x 2 x 3 (matematikksans x rekkefølge x rytmesans) trevegs ANOVA for fargeoppgavene uten oppgavesett 2 viste signifikant hovedeffekt av matematikksans ( $F(2, 271,36)=4,043, p = 0,019, \eta^2 = 0,027$ ), men effektstørrelsen var liten. Post hoc-tester (Bonferroni-korreksjon) viste at de som ikke liker matematikk hadde dårligst resultat ( $M=0,61, SD=0,441$ ), de som syntes matematikk var greit nok hadde bedre resultat ( $M=0,75, SD=0,434$ ) og de som likte matematikk godt hadde best resultat ( $M=0,80, SD=0,405$ ). Resultatet er gitt i tabell 19. Analysen viste ikke signifikant hovedeffekt av rekkefølge ( $F(1, 271,36) = 0,010, p = 0,920, \eta^2 < 0,001$ ) eller rytmebruk ( $F(2, 271,36) = 0,314, p = 0,731, \eta^2 = 0,002$ ). Det var ikke signifikant interaksjon mellom matematikksans og rekkefølge ( $F(2, 271,36) = 0,689, p=0,503, \eta^2 = 0,005$ ), og heller ikke mellom matematikksans og rytmebruk ( $F(4, 271,36) = 0,638, p = 0,635, \eta^2 = 0,009$ ), men det var signifikant interaksjon mellom rekkefølge og rytmebruk ( $F(1, 271,36) = 4,111, p=0,044, \eta^2 = 0,014$ ). Det var også signifikant interaksjon mellom matematikksans, rekkefølge og rytmebruk ( $F(2, 271,36) = 3,944, p = 0,20, \eta^2 = 0,026$ ). Resultatene er vist i figur 23, 24 og 25.

**Tabell 19:** Resultat fra post hoc-tester fra 3x2x3 (sans for matematikk x rekkefølge x rytmebruk) tovegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra farge-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

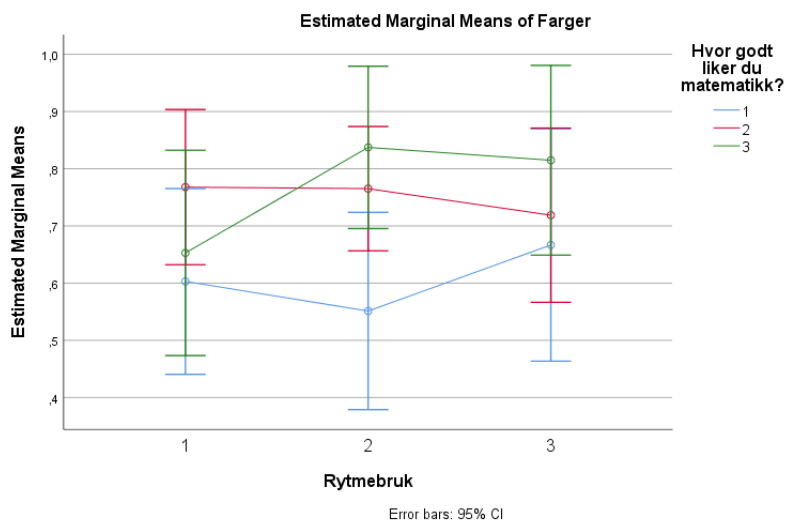
Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Matematikksans</b>		2			0,019
Liker ikke	Greit nok		-0,14	-0,29 til 0,01	0,080
	Liker godt		-0,18	-0,35 til -0,02	0,023
Greit nok	Liker ikke		0,14	-0,01 til 0,29	0,080
	Liker godt		-0,04	-0,18 til 0,10	1,000
Liker godt	Liker ikke		0,18	0,02 til 0,35	0,023
	Greit nok		0,04	-0,10 til 0,18	1,000
<b>Rytmebruk</b>		2			0,731
Uten	Før		-0,05	-0,19 til 0,09	
	Undervegs		-0,04	-0,20 til 0,12	
Før	Uten		0,05	-0,09 til 0,19	
	Undervegs		0,01	-0,14 til 0,16	
Undervegs	Uten		0,04	-0,12 til 0,20	
	Før		-0,01	-0,16 til 0,14	



Figur 23: Verdier for fargeoppgavene for de deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk på oppgavesett 1, 3 og 4. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.



Figur 24: Verdier for farge-oppgavene for de som har svart på hvor godt de liker matematikk på oppgavesett 2, 3 og 4, sortert etter rekkefølge. Rytmebruk 1 = Uten (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = Før (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = Undervegs (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres). Den blå linja representerer som ble kjørt først den aktuelle dagen (rekkefølge=1), mens den røde linja representerer oppgavene som ble kjørt sist den aktuelle dagen (rekkefølge lik 2).



Figur 25: Verdier for farge-oppgavene for de deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk på oppgavesett 2, 3 og 4. Rytmebruk 1 = Uten (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = Før (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = Undervegs (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres). Dataene er sortert etter hvor godt deltakerne liker matematikk. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.

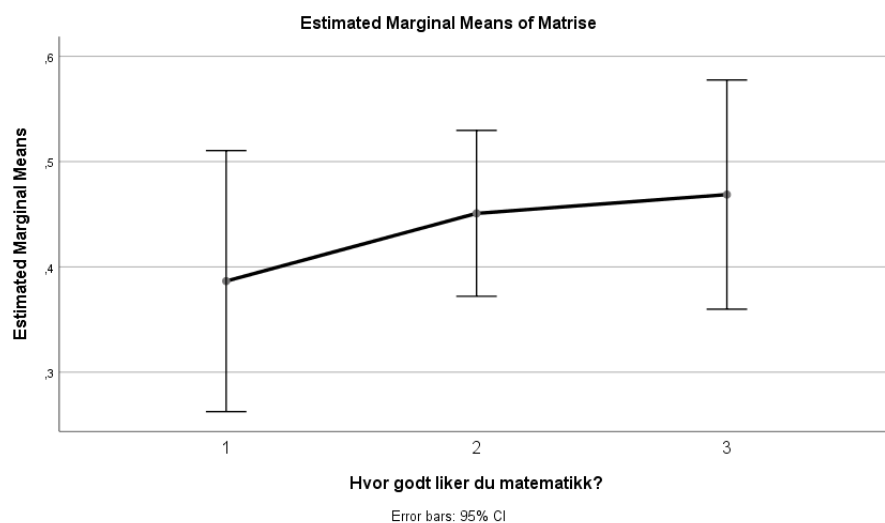
### 3.6.3 Matriseoppgavene

En 3 x 3 (matematikksans x rytmebruk) tovegs ANOVA for matrise-oppgavene for oppgavesett 2, 3 og 4 viste ikke signifikant hovedeffekt av matematikksans ( $F(2, 306,05) = 0,528, p=0,590, \eta^2 = 0,003$ ). Det var fortsatt signifikant hovedeffekt for rytmebruk, ( $F(2,$

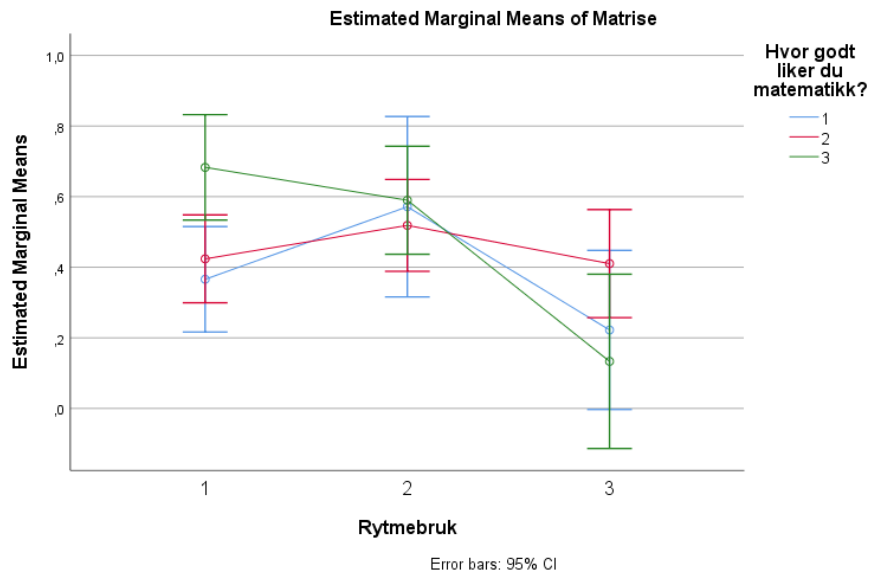
306,05) = 7,323,  $p=0,001$ ,  $\eta^2 = 0,045$ ), med liten til moderat effektstørrelse. Post hoc-testene viste at resultatene fra oppgavene gjort uten rytme ( $M=0,48$ ,  $SD=0,501$ ) var signifikant bedre enn oppgavene med musikk underveis ( $M=0,31$ ,  $SD=0,464$ ). Resultatet fra oppgavene gjort med rytme før oppgavene ( $M=0,55$ ,  $SD=0,500$ ) var også signifikant bedre enn oppgavene gjort med rytme underveis. Resultatet av post hoc-testene er gitt i tabell 20. Det var også signifikant interaksjonseffekt for matematikksans og rytmebruk, men effektstørrelsen var liten ( $F(4, 306,05) = 2,607$ ,  $p=0,036$ ,  $\eta^2 = 0,032$ ). Resultatene er vist i figur 26 og 27.

**Tabell 20:** Resultat fra post hoc-tester fra 3x3 (sans for matematikk x rytmebruk) tovegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra matrise-oppgavene. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Underveis* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Matematikksans</b>		2			0,590
Liker ikke	Greit nok		-0,08	-0,25 til 0,08	
	Liker godt		-0,19	-0,37 til -0,01	
Greit nok	Liker ikke		0,08	-0,08 til 0,25	
	Liker godt		-0,10	-0,26 til 0,05	
Liker godt	Liker ikke		0,19	0,01 til 0,37	
	Greit nok		0,10	-0,05 til 0,26	
<b>Rytmebruk</b>		2			0,001
Uten	Før		-0,07	-0,22 til 0,08	0,804
	Underveis		0,18	0,01 til 0,35	0,038
Før	Uten		0,07	-0,08 til 0,22	0,804
	Underveis		0,25	0,07 til 0,42	0,003
Underveis	Uten		-0,18	-0,35 til -0,01	0,038
	Før		-0,25	-0,42 til -0,07	0,003



Figur 26: Verdier for matriseoppgavene for de deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk, oppgavesett 2, 3 og 4. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.



Figur 27. Verdier for matriseoppgavene for de deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk på oppgavesett 2, 3 og 4. Rytmebruk 1 = Uten (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = Før (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = Undervegs (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres). Dataene er sortert etter hvor godt deltakerne liker matematikk. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.

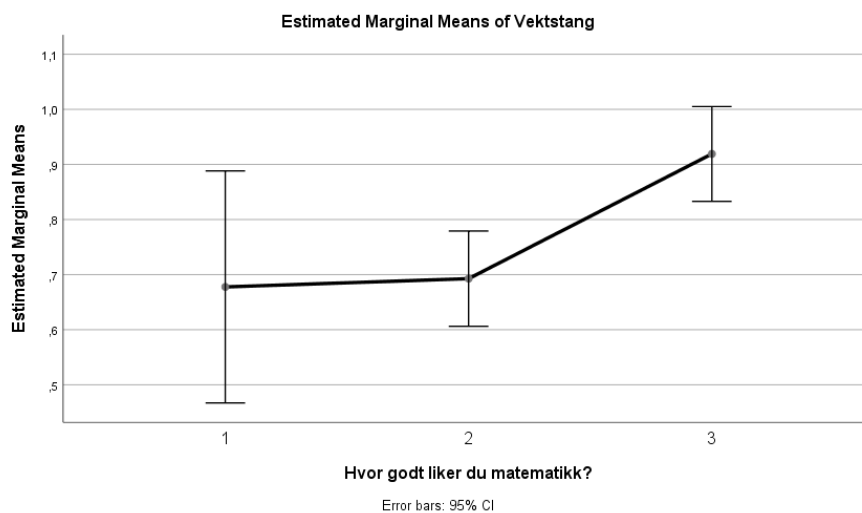
### 3.6.4 Vektstangoppgavene

En 3 x 3 (matematikksans x rytmebruk) tovegs ANOVA for vektstang-oppgavene for oppgavesett 1 og 2 viste signifikant hovedeffekt av matematikksans, med moderat effektstørrelse ( $F(2, 149,41)=7,374, p=0,001, \eta^2 = 0,072$ ). Post hoc-testene viste at det var signifikant lavere verdier både for de som ikke liker matematikk ( $M=0,55, SD=0,506$ ) og de som syntes matematikk er greit nok ( $M=0,69, SD=0,467$ ) i forhold til de som liker matematikk godt ( $M=0,92, SD=0,274$ ). Det var ikke signifikant forskjell mellom de som ikke likte matematikk og de som synes matematikk er greit nok. Resultatet fra post hoc-testene er gitt i tabell 21. Det var ikke signifikant hovedeffekt av rytmebruk ( $F(2, 149,41)=2,644, p=0,074, \eta^2 = 0,027$ ), og det var heller ikke signifikant interaksjon mellom matematikksans og rytmebruk ( $F(4, 149,41)=1,223, p=0,303, \eta^2 = 0,025$ ). Levenes test for likhet i feilvarians viste at variansen ikke var lik ( $p < 0,05$ ), noe som innebærer at signifikansnivået bør være minst 0,01 for at vi skal anse hovedeffekter og interaksjonseffekter for signifikante. Resultatene er vist i figur 28 og 29.

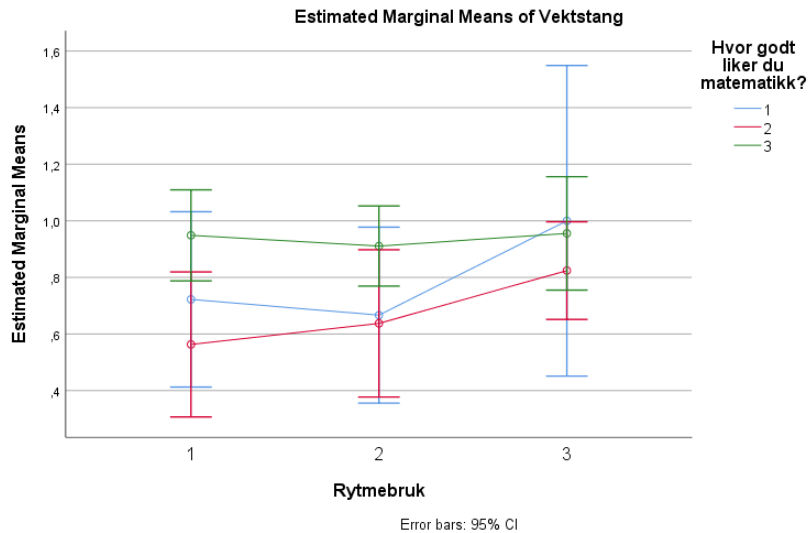


**Tabell 21:** Resultat fra post hoc-tester fra 3x3 (sans for matematikk x rytmebruk) tovegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra vektstang-oppgavene fra oppgavesett 1 og 2. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Matematikksans</b>		2			0,001
Liker ikke	Greit nok		-0,14	-0,34 til 0,07	0,352
:	Liker godt		-0,37	-0,57 til -0,16	<0,001
Greit nok	Liker ikke		0,14	-0,07 til 0,34	0,352
	Liker godt		-0,23	-0,38 til -0,09	0,001
Liker godt	Liker ikke		0,37	0,16 til 0,57	<0,001
	Greit nok		0,23	0,09 til 0,38	0,001
<b>Rytmebruk</b>		2			0,074
Uten	Før		0,00	-0,16 til 0,16	1,000
	Undervegs		-0,15	-0,33 til 0,03	0,138
Før	Uten		0,00	-0,16 til 0,16	1,000
	Undervegs		-0,15	-0,32 til 0,02	0,119
Undervegs	Uten		0,15	-0,03 til 0,33	0,138
	Før		0,15	-0,02 til 0,32	0,119



Figur 28: Verdier for vektstangoppgavene for de deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk på oppgavesett 1 og 2. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.



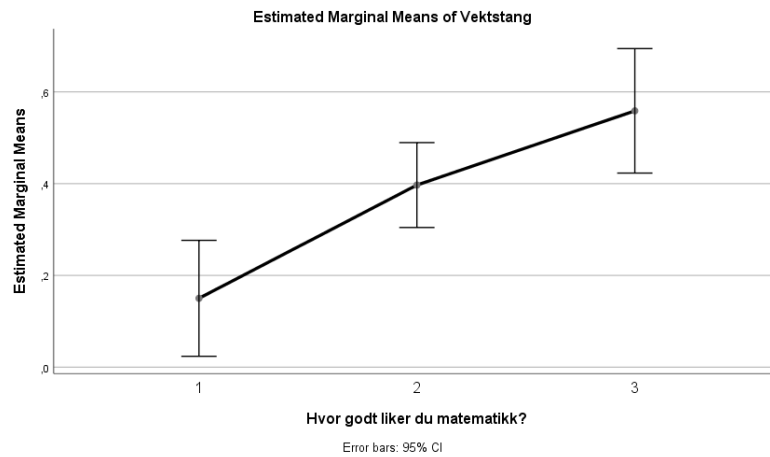
Figur 29: Verdier for vektstangoppgavene ved ulike rytmebruk for deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk. Rytmebruk 1 = Uten (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = Før (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = Undervegs (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres). Dataene er sortert etter hvor godt deltakerne liker matematikk. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.

En 3 x 3 (matematikksans x rytmebruk) tovegs ANOVA for vektstang-oppgavene for oppgavesett 3 og 4 viste signifikant hovedeffekt av matematikksans, med moderat effektstørrelse ( $F(2, 195,21)=9,808, p<0,001, \eta^2 = 0,087$ ). Post hoc-testene viste at deltakerne som ikke liker matematikk ( $M=0,16, SD=0,365$ ) hadde signifikant dårligere resultat både i forhold til de som syntes matematikk var greit nok ( $M=0,40, SD=0,491$ ), og de som likte matematikk godt ( $M=0,51, SD=0,505$ ). Resultatet fra post hoc testene er gitt i tabell 22. Det var ikke signifikant hovedeffekt av rytmebruk ( $F(2, 195,21)=0,807, p=0,448, \eta^2 = 0,008$ ), og heller ikke signifikant interaksjonseffekt mellom matematikksans og rytmebruk ( $F(4, 309,36)=1,274, p=0,281, \eta^2 = 0,024$ ). Interaksjonsplotta er gitt i figur 30 og 31.

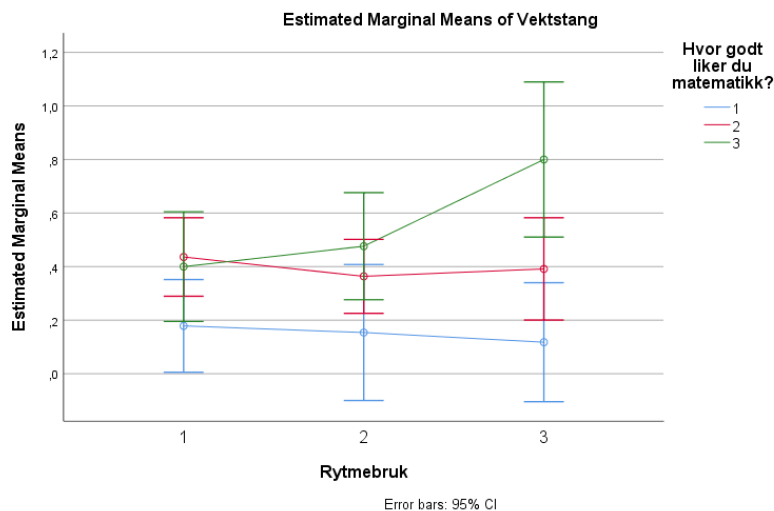
**Tabell 22:** Resultat fra post hoc-tester fra 3x3 (sans for matematikk x rytmebruk) tovegs ANOVA med Bonferroni-korreksjon for multiple sammenlikninger. Avhengig variabel er resultatet fra vektstang-oppgavene fra oppgavesett 3 og 4. Rytmebruk deles inn i: *Uten* = oppgavene kjøres uten rytme, *Før* = rytmen gis før oppgavene og *Undervegs* = rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres.

Variabel	Nivå	Frihetsgrader	Differanse	95%KI	p-verdi
<b>Matematikksans</b>		2			<0,001
Liker ikke	Greit nok		-0,24	-0,42 til -0,06	0,005
	Liker godt		-0,35	-0,57 til -0,14	<0,001
Greit nok	Liker ikke		0,24	0,06 til 0,42	0,005
	Liker godt		-0,11	-0,30 til 0,08	0,459
Liker godt	Liker ikke		0,35	0,14 til 0,57	<0,001
	Liker godt		0,11	-0,08 til 0,30	0,459

Rytmebruk		2	0,448	
Uten	Før	-0,01	-0,19 til 0,16	
	Undervegs	-0,04	-0,23 til 0,16	
Før	Uten	0,01	-0,16 til 0,19	
	Undervegs	-0,02	-0,22 til 0,18	
Undervegs	Uten	0,04	-0,16 til 0,23	
	Før	0,02	-0,18 til 0,22	



Figur 30: Verdier for vektstangoppgavene for de deltakerne som har svart på hvor godt de liker matematikk på oppgavesett 3 og 4. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.



Figur 31: Verdier for vektstangoppgavene i oppgavesett 3 og 4 ved ulike rytmebruk for de som har svart på hvor godt de liker matematikk. Rytmebruk 1 = Uten (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = Før (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = Undervegs (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres). Dataene er sortert etter hvor godt de liker matematikk. Matematikksans: 1 = Liker ikke, 2 = Greit nok, 3 = Liker godt.

# 4 Drøfting av resultater og gjennomføring

## 4.1 Virkning av rytme på arbeidsminnet

### 4.1.1 Talloppgavene

Resultatet for talloppgavene som var gjort uten rytme (rytmebruk = *Uten*) hadde signifikant bedre resultat enn talloppgavene gjort med rytme først (rytmebruk = *Først*). Det var også bedre resultat for oppgavene gjort uten musikk enn oppgavene gjort med musikk undervegs (rytmebruk = *Undervegs*), men dette var ikke signifikant. Oppgavene gjort med musikk undervegs hadde bedre resultat enn oppgavene gjort med musikk først, men dette var heller ikke signifikant.

Dette er ikke et veldig uventa resultat, som nevnt i kapittel 1.4.2 og 1.4.3 er det rapportert om veldig varierende resultater om effekten av musikk på arbeidsminnet, særlig på effekten av bakgrunnsmusikk (Schellenberg & Weiss, 2013). Mange vil nok oppfatte bakgrunnsmusikken som forstyrrende. Siden talloppgaver ofte huskes ved at man gjentar talla inni seg vil prosessen involvere verbale kognitive evner. Musikken inneholdt vokal med ord, og selv om teksten var på fransk, vil mange av de samme kognitive prosessene være involvert i lytting og gjenkalling av talla. Det var likevel overraskende at oppgavene gjort med musikk først fikk lavere resultat enn oppgavene uten musikk.

Talloppgava fra oppgavesett 1 fikk bedre resultat enn de andre, derfor ble denne oppgava utelatt i analysene. Det er liten tvil om at årsaken er at dette var den eneste oppgava som hadde to like siffer på rad. Det er vanskeligere å forklare hvorfor oppgavesett 4 ikke hadde bedre resultatet uten rytme slik som de andre tre oppgavesetta. Det som skiller oppgavesett 4 fra de andre, er at dette oppgavesett kun er kjørt som siste oppgavesett. Det er likevel ikke grunnlag ut fra dataene til å hevde at dette er årsaken til den observerte forskjellen.

## 4.1.2 Fargeoppgavene

Analysene av fargeoppgavene viste at resultatene fra rytmebruk før oppgaveløsning lå høyere enn resultatene uten rytme eller med rytme undervegs, men forskjellene var ikke signifikante. Resultatene fra oppgavene gjort uten rytme lå tidvis høyere enn resultatene fra oppgavene gjort med rytme undervegs, men forskjellen var ikke så tydelig som for tallopgavene. I litteraturen er det rapportert om positiv effekt på blant annet spatio-temporale og visuospatiale kognitive evner og kreativitet når glad musikk er gitt før oppgavene (Ritter & Ferguson, 2017; Schellenberg & Weiss, 2013), men det er ikke mye å finne om positiv effekt på minnet. Zhao & Ding (2015) fikk ingen signifikante forskjeller på gjenkjennelsesminnet ved ulike musikkbruk, men EEG-målingene viste signifikante forskjeller i hjernebølgeaktivitet med musikk før oppgavene i forhold til uten musikk og med musikk undervegs.

Når det gjelder bruk av bakgrunnsmusikk er det rapportert om varierende resultater (Schellenberg & Weiss, 2013), og dette forklares delvis med at bakgrunnsmusikken kan gi konkurranse om de kognitive ressursene, slik at det kan oppstå kognitiv interferens. Selv om både tallopgavene og fargeoppgavene skulle måle arbeidsminnet, er informasjonen som skal behandles forskjellig, og involverer litt forskjellige kognitive prosesser. Mens tallopgavene er gjenkallingsoppgaver der sifrene måtte leses, handler fargeoppgavene om gjenkjennelse, og informasjonen er kun visuell. Dette har betydning for hvilke kognitive prosesser som er involvert, noe som kan gi utslag på resultatene (Schellenberg & Weiss, 2013), se kapittel 1.4. Samtidig var fargeoppgavene enklere enn tallopgavene, siden det bare var fem farger å holde rede på og avkryssing av ferdige svaralternativ. Dermed blir det ikke samme grad av konkurranse om samsvarende kognitive evner, og forstyrrelsen fra bakgrunnsmusikken blir mindre, jmf. kapittel 1.4.3 (Schellenberg & Weiss, 2013).

I analysene av fargeoppgavene, viste det seg at oppgavesett 2 hadde signifikant bedre resultat enn de andre oppgavesetta. Dette kan skyldes at det riktige svaralternativet sto tidligst i dette oppgavesettet, denne effekten er nærmere forklart i kapittel 4.4.4.

## 4.2 Virkning av rytme på oppfattelse, forståelse og logisk tenkning

### 4.2.1 Matriseoppgavene

Analysene viste signifikant bedre resultatet med rytme før oppgavene i forhold til oppgavene gjort med rytme undervegs, og dessuten signifikant bedre for oppgavene gjort uten rytme i forhold til oppgavene gjort med rytme undervegs. Unntaket var oppgavesett 1, der rytme undervegs hadde best resultat. Samtidig er det tydelig at matriseoppgava i oppgavesett 1 var lettere enn tilsvarende oppgaver i oppgavesett 2 – 4, siden resultatene lå signifikant høyere. Det var ikke signifikant forskjell mellom resultatet med rytme før oppgavene og resultatet uten rytme, selv om oppgavene gjort med rytme først hadde best resultat. Effektstørrelsen var lav til medium, og hadde det vært flere deltakere, kan resultatene tyde på at det også ville blitt signifikant forskjell mellom oppgavene gitt uten rytme og oppgavene gitt med rytme foran, ettersom det er et tydelig mønster med bedre resultat for oppgavene gitt med rytme først.

Som nevnt i kapittel 1.4.2 er det funnet at musikk før oppgaveløsning generelt har en positiv effekt på kognitive evner, men effekten på ulike evner er forskjellig (Schellenberg & Weiss, 2013). Det er flere undersøkelser som har rapportert om en positiv virkning på ulike kognitive evner etter at deltakerne har hørt på glad musikk, særlig på visuospatiale evner og kreativitet (Ritter & Ferguson, 2017; Schellenberg & Weiss, 2013). Dette stemmer godt med mine resultater, siden det særlig er på matriseoppgavene rytme før oppgavene slår positivt ut, og disse oppgavene krever visuospatiale evner og forståelse, samt evne til abstrakt resonnering og kreativitet for å greie å se mønsteret i symbolene.

Virkingen av musikk på kognitive evner er avhengig av hvor godt deltakerne liker musikken (Schellenberg & Weiss, 2013). Ulik musikksmak kan forklare noe av variasjonen i resultatet. Effekten kan også variere med vanskelighetsgraden på oppgavene, men størst effekt på de vanskeligste oppgavene. Oppgavesett 1 hadde den letteste matriseoppgava, og her var det ikke rytme før oppgavene som ga best resultat, men derimot rytme undervegs. Dette kan stemme med at effekten av rytme før oppgavene ikke er så sterk når oppgavene er enkle.

Det er antatt at den groovy musikken som ble benytta påvirker sinnsstemningen til deltakerne positivt, og at dette er årsaken til bedre prestasjoner med musikk før oppgavene. Det er likevel grunnlag for å tenke at den positive effekten kan skyldes den direkte virkningen av rytmen på hjernen, der blant annet motorsentrene påvirkes og vi simulerer bevegelser (Cameron & Grahn, 2016; Janata et al., 2012; Koelsch, 2011).

Resultatet for oppgavene med rytme underveis var klart dårligere, bortsett fra for oppgavesett 1. Bakgrunnsmusikk kan som nevnt gi konkurranse om de kognitive ressursene, men denne konkurransen er mindre når oppgavene er enkle. Når mine resultater for matriseoppgavene viste signifikant dårligere resultater for oppgavene gjort med bakgrunnsmusikk, stemmer det med flere funn fra litteraturen (Schellenberg & Weiss, 2013). Selv om musikken i dette forsøket forventes å påvirke humøret positivt, er det naturlig at den vil virke forstyrrende. Musikken ble valgt ut fra at den skulle påvirke lytteren mest mulig, være mest mulig *groovy*. I lys av dette er det som forventet at resultatene ble dårligere med bakgrunnsmusikk. Det stemmer også godt at resultatet for den enkleste oppgava ikke hadde samme negative effekt av musikk underveis, siden enklere oppgave vil gi mindre konkurranse om de kognitive evnene mellom primæraktiviteten og rytmen som gikk bakgrunnen, dermed ble forstyrrelsen mindre.

For matriseoppgavene var det to av oppgavene som bare hadde fire svaralternativ, dette gjaldt oppgavesett 1 og 4, se kapittel 4.4.4. Dette kan være en medvirkende årsak til at matriseoppgavene i oppgavesett 1 hadde signifikant bedre resultat enn de andre. Imidlertid slår denne effekten ikke ut på matriseoppgava i oppgavesett 4, der riktig svaralternativ i tillegg står først. Dette tyder på at vanskelighetsgraden slår sterkere ut enn antall svaralternativ og plassering av riktig svaralternativ. Oppgavesett 4 ble bare gitt som siste sett, men på bakgrunn av resultatene fra oppgavesett 1-3 ser det ikke ut til at rekkefølge har betydning for matriseoppgavene.

#### **4.2.2 Vektstangoppgavene**

Hverken rytmebruk eller rekkefølge ga signifikante utslag på vektstangoppgavene, og rytmebruk så ikke ut til å ha noen innvirkning på resultatene. Oppgavesett 1 og 2 ser ut til å ha vært enklere enn oppgavesett 3 og 4 siden resultatene var signifikant bedre.

Vektstangoppgavene krever både visuell forståelse og logisk resonnering, samtidig som de inneholder enkel matematikk. Selv om musikk før oppgaveløsning er funnet å kunne gi en generell positiv effekt på kognitive evner, er det ikke noen klare indikasjoner på at det har positiv virkning på matematikkprestasjonene, selv om det finnes rapporter om positiv virkning av bakgrunnsmusikk (Schellenberg & Weiss, 2013). Det er likevel litt uventa at ikke rytme underveis har lavere resultater i forhold til de andre resultatene.

Siden matrise- og vektstangoppgavene ble gjort individuelt, kan vanskelige matriseoppgaver ha ført til mindre disponibel tid og dermed dårligere resultat på vektstangoppgavene. Matriseoppgavene hadde også lavest resultat i oppgavesett 3 og 4, men forskjellen i forhold til oppgavesett 1 og 2 er likevel mye tydeligere for vektstangoppgavene, noe som tyder på at vektstangoppgavene i oppgavesett 3 og 4 vært vanskeligere enn i oppgavesett 1 og 2.

Dersom effekten av rytmebruk sitter i ei stund, men ikke så lenge, er det vektstangoppgavene som vil ha svakest virkning av rytmebruk *Før*. Dette kan være årsaken til at rytmebruk *Før* tilsynelatende ikke har effekt for vektstangoppgavene.

### 4.3 Sans for matematikk

Som nevnt i kapittel 1.2.4 og 1.4 vil musikk virke forskjellig fra person til person på grunn av ulike erfaringer og preferanser (Danielsen, 2010; Schellenberg & Weiss, 2013).

Musikkerfaringen til deltakerne ble registrert, siden dette er en faktor som kan påvirke resultatene (Schellenberg & Weiss, 2013). Det er derfor interessant å kople resultatene fra undersøkelsen med hva deltakerne har svart på spørsmål som har å gjøre med musikkerfaring, musikalitet og andre egenskaper. Deltakerne ble spurt om hvor ofte de hørte på musikk, om de spilte, sang eller dansa, og i tilfelle hvor ofte, om hvor god rytmesans de vurderte at de hadde og hvor godt de likte matematikk. For de fem første faktorene var det ikke mulig å se noen sammenhenger med prestasjonene i undersøkelsen, men hvor godt de likte matematikk viste seg å gi noen interessante funn. Det ble derfor gjort en post hoc-undersøkelse for å studere effekten av matematikksans nærmere.



### 4.3.1 Tall- og fargeoppgavene

Analysene viste at deltakerne som likte matematikk best hadde dårligst resultat på tallopgavene, men forskjellen var ikke signifikant på 0,05-nivå. Likevel var det et interessant resultat, og det kan tenkes at det skyldes at de som liker matematikk godt syns at det å skulle huske siffer blir kjedelig. Uansett var effektstørrelsen liten. Den positive effekten av å gjøre oppgavene uten rytme var fortsatt signifikant, selv om det tas hensyn til hvor godt deltakerne liker matematikk.

På fargeoppgavene hadde de som likte matematikk signifikant bedre resultat enn de som ikke likte matematikk, men med en liten effektstørrelse. Det er uventa, siden disse oppgavene ikke har med noe regning å gjøre. Det er vanskelig å se noen god forklaring, men det kan tenkes at de som liker matematikk også liker denne type visuelle oppgaver.

### 4.3.2 Matrise- og vektstangoppgavene

Hvor godt deltakerne likte matematikk ga ikke signifikant utslag på matriseoppgavene, men interaksjonen mellom matematikksans og rytmebruk var signifikant, se figur 27. Deltakerne som har svart at de liker matematikk, har tydelig bedre resultat enn de andre når det ikke er musikk. Når det derimot er musikk undervegs, scorer de svakt dårligere. Dette kan tyde på at de som liker matematikk forstyrres mest av bakgrunnsmusikken. Det som er funnet tidligere, er at personer som er introverte forstyrres mer av bakgrunnsmusikk enn ekstroverte (Schellenberg & Weiss, 2013). Den observerte forskjellen her i forhold til hvor godt deltakerne likte matematikk kan være noe av den samme effekten, at det har med ulik personlighet å gjøre. Mønster og rekker er en del av matematikkfeltet, og det å kjenne igjen mønster er en evne som er viktig innenfor matematikkfaget. Det er derfor ikke uventa at de som liker matematikk godt scorer høyere enn de andre når det ikke er bakgrunnsmusikk. Rytmebruk var fortsatt signifikant uavhengig av hvor godt deltakerne likte matematikk.

Deltakerne som har svart at de liker matematikk godt, har også gjort det godt på vektstangoppgavene. Både vektstangoppgavene i oppgavesett 1 og 2 og i oppgavesett 3 og 4 viste signifikant hovedeffekt av matematikksans. Den klare forskjellen mellom de som ikke liker matematikk og de som liker matematikk godt stemte godt overens på de to testene. Effektstørrelsen var moderat, og både oppgavesett 1 og 2 og oppgavesett 3 og 4

viste signifikant forskjell mellom de som ikke likte matematikk og de som likte matematikk godt. Dette er som forventet, siden oppgavene innebar noe regning, og det er forventet at de som liker matematikk vil klare disse oppgavene bedre enn de som ikke liker matematikk. Dette understøtter også at undersøkelsen gir troverdige resultater, og at oppgavene har god følsomhet.

Det er interessant å se på effekten av rytmebruk når deltakerne er sortert etter hvor godt de liker matematikk, se figur 29 og 31. Når man bare ser på oppgavesett 1 og 2, ser det ut til at rytmebruk gir en positiv effekt for dem som ikke liker matematikk og de som synes matematikk er greit nok. De som liker matematikk godt scorer derimot bra uansett hvordan rytmebruken er. Dersom man ser på oppgavesett 3 og 4 (som framstår som vanskeligere) er situasjonen motsatt: De som liker matematikk har best effekt når det er rytme undervegs, mens rytmebruken ikke har innvirkning for de som ikke liker matematikk og eller synes matematikk er greit nok. Denne interaksjonseffekten er imidlertid ikke signifikant, og kan skyldes tilfeldigheter.

## **4.4 Faktorer som kan ha innvirkning på resultatet**

### **4.4.1 Hva har det å si at det er brukt musikk og ikke rein rytme?**

Det er en større fare for konflikt om de kognitive ressursene år lydsporet som er brukt både inneholder tonehøyde og rytme (Silverman, 2010). Det at det er tekst i sangen forsterker denne effekten (Schellenberg & Weiss, 2013). Dette kan føre til dårligere resultat på oppgavene enn om jeg hadde brukt rein rytme. Samtidig kunne bruk av kun rytme lett blitt ensformig kjedelig, noe som kunne virke negativt på kognitive prestasjoner (Ritter & Ferguson, 2017; Schellenberg & Weiss, 2013). Som nevnt i kapittel 2.4 var grooven og rytmen i musikken som er brukt svært dominerende (Janata et al., 2012), og instrumentene og vokalen bidrar til det rytmiske uttrykket og grooven (Bjerke, 2007; Danielsen, 2010:9,13; Danielsen et al., 2015; Hasty, 1997; Hurley et al., 2014). Det virker derfor rimelig å anta at det er effekten av rytmen som har vært dominerende i denne undersøkelsen, og at det er virkningen av rytmebruken vi måler. Likevel kan det ved seinere undersøkelser være interessant å bruke både instrumentalmusikk og rein rytme for å se om virkningen endrer seg med valg av lydspor.

#### 4.4.2 Svakheter ved forsøksdesignet

Dataene oppfyller ikke alltid alle kriteriene i ANOVA, som normalfordeling, homogen varians. I testene er dette noen ganger kompensert for ved å justere signifikansnivået, andre ganger gir SPSS alternative tall ved brudd på betingelsene. I tillegg er det kjørt ikke-parametriske tester i etterkant for å sikre mot feilaktig forkasting av nullhypotesen om at det ikke er forskjell mellom populasjonene. Likevel ville de statistiske analysene blitt mye bedre om denne undersøkelsen hadde hatt et mer optimalt forsøksdesign. Årsaken var først og fremst at det var nødvendig å ha fire forskjellige oppgavesett, og det viste seg at vanskelighetsgraden på oppgavene var forskjellige fra sett til sett, og det varierte hvilket sett som skilte seg ut: For talloppgavene og matriseoppgavene var oppgavesett 1 signifikant forskjellig fra de andre, for fargeoppgavene var det oppgavesett 2, mens vektstangoppgavene hadde nivåforskjell mellom oppgavesett 1 og 2 og oppgavesett 3 og 4. I tillegg ble det gjort en feil i gjennomføringa som forsterka ubalansen i designet. Denne gangen ble oppgavetyper testet, men de konkrete oppgavene ble ikke testet ut på forhånd (kun to av oppgavesetta ble brukt i forundersøkelsen, og rytmebruken varierte). For å unngå dette en annen gang er det viktig å sjekke ut vanskelighetsgraden på de konkrete oppgavene som skal brukes på forhånd under ellers like forhold. Dessuten vil det være en fordel å ha to eller fire ulike betingelser for rytmebruk dersom det fortsatt skal gjøres fire kjøring. Rekkefølgen kan også randomiseres fullstendig. Da kan man få et fullstendig balansert oppgavedesign, og det vil være mulig å bruke ANOVA for repeterte målinger på dataene. Dette vil gjøre at man kan få mye større utbytte av dataene som er samla inn, og det er sannsynlig at undersøkelsen ville gitt flere signifikante resultater om den hadde vært fullkomment balansert.

#### 4.4.3 Virkningen av rytme undervegs

Opgavene som ble gjort med rytmebruk *Undervegs* fikk signifikant dårligere resultat i forhold til *Uten* på talloppgavene, og rytmebruk *Undervegs* fikk også signifikant dårligere resultat enn rytmebruk *Før* på matriseoppgavene. Når deltakerne skal konsentrere seg om oppgaveløsning, er det viktig at ikke andre element stjeler oppmerksomheten. Som nevnt i kapittel 1.4.3 vil de ulike kognitive prosessene konkurrere om de samme ressursene. For mange inntrykk på en gang kan føre til ressursmangel og kognitiv interferens (Schellenberg & Weiss, 2013). Samtidig kan musikk bedre kognitive evner gjennom

positiv påvirkning på humør og sinnsstemning, og musikk kan fungere som et hegn mot forstyrrelser i omgivelsene og dermed legge til rette for konsentrert tankearbeid (Schellenberg & Weiss, 2013). Som nevnt i kapittel 1.3.2 vil monoton musikk miste oppmerksomheten vår etter ei stund, og da vil musikken heller ikke ta opp plass i korttidsminnet. Men dersom lydbildet tilføres nye element, vil musikken på nytt fange oppmerksomheten vår og ta opp plass i korttidsminnet (Snyder, 2000:50). Hvis dette skjer gang på gang vil musikken bli en konkurrent om oppmerksomheten som trengs til oppgaveløsning, og de kognitive prosessene vil forstyrre hverandre (Schellenberg & Weiss, 2013). Hvilken effekt som er sterkest kommer an på musikkens karakter og hvilke kognitive evner som er involvert i oppgaveløsninga.

Musikken som ble brukt i dette forsøket hadde svært tydelig rytme og groove, og med volum i øvre enden av skalaen. Musikken ble valgt med tanke på at den i størst mulig grad skulle påvirke lytteren. Element blir tatt bort og lagt på igjen stadig vekk, noe som er med på å holde på oppmerksomheten (Snyder, 2000:51). Det kom også mange kommentarer fra deltakerne etterpå om at musikken var forstyrrende. Det var derfor forventet at denne bakgrunnsmusikken ville vise negativ korrelasjon med resultatene, noe vi særlig ser igjen på resultatene fra tall- og matriseoppgavene. Dette er i tråd med tidligere forskning om virkning på matematikkprestasjoner for 10-åringer når musikk av Mozart sto på som bakgrunnsmusikk (Schellenberg & Weiss, 2013), og forsøk av Silverman (2010) som viste at virkningen på arbeidsminnet ble dårligere når tonehøyden også varierte, se kapittel 1.3.2.

Når det likevel ikke var like påtagelig for alle oppgavetyper, kan dette skyldes at det er ulike kognitive evner som er involvert i de ulike oppgavetyper (Schellenberg & Weiss, 2013). Som nevnt i kapittel 1.4.3, har typen informasjon som skal bearbeides betydning for i hvilken grad bakgrunnsmusikk vil virke forstyrrende. Dette kan også være med på å forklare hvorfor noen oppgaver viste bedre resultat med bakgrunnsmusikk enn uten. Mens tallopgavene inneholder informasjon som leses, og som man kanskje gjentar for seg selv for å huske den, er det kun visuell informasjon i fargeoppgavene. Som nevnt i kapittel 1.4.3 har det vist seg at verbal informasjon lettere fører til konflikt om de kognitive ressursene ved bakgrunnsmusikk (Schellenberg & Weiss, 2013). I tillegg vil graden av forstyrrelse fra bakgrunnsmusikken avhenge av individuelle faktorer som personlige musikkpreferanser, personlighet og hvor familiær musikken er (Danielsen, 2010:12;

Schellenberg & Weiss, 2013), jmf. kapittel 1.2.4 og 1.4.3. Tidligere forskning har vist at studenter gjorde det like bra på matematikkoppgaver selv om det sto på musikk med høyt volum, men dette var musikk studentene hadde hørt mye på (Schellenberg & Weiss, 2013).

#### 4.4.4 Betydning av antall svaralternativ og plassering av riktig

I farge-, matrise- og vektstangoppgavene skulle deltakerne krysse av for riktig svar. De hadde fra fire til seks svaralternativ å forholde seg til. Det vil være lettere å få riktig svar når det er færre svaralternativ – om du gjetter, er det større sannsynlighet for å treffe riktig. Det vil også være lettere å få riktig svar dersom det riktige svaralternativet står blant de første svaralternativa. Det er fordi de fleste vil sjekke svaralternativa i den rekkefølgen de står, og det tar kortere tid å finne det riktige, og for fargeoppgavene – kortere tid du må huske rekkefølgen av fargene. Plassering av riktig svar og antall svaralternativ er gitt i tabell 23. I fargeoppgavene var det bare fire svaralternativ, og disse oppgavene har høyere andel riktige svar totalt enn matrise- og vektstangoppgavene. Men dette kan også skyldes at fargeoppgavene var enklere.

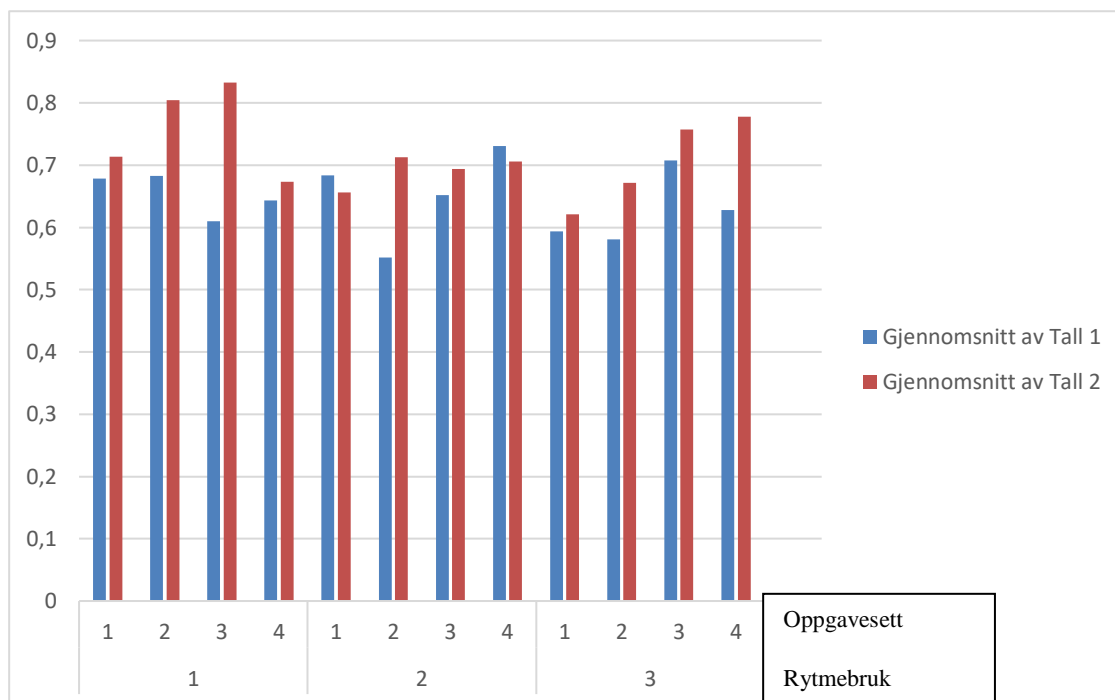
**Tabell 23:** Svaralternativa var merka fra A til F, der A var presentert først og F sist. Tabellen viser hva som var riktig svaralternativ. Tallet i parentes viser hvor mange svaralternativ det var å velge mellom.

Oppgave	Oppgavesett 1	Oppgavesett 2	Oppgavesett 3	Oppgavesett 4
<b>Fargeoppgaver</b>	D (4)	B (4)	C (4)	D (4)
<b>Matriseoppgaver</b>	C (4)	F (6)	D (6)	A (4)
<b>Vektstangoppgave</b>	F (6)	D (6)	D (6)	C (6)

#### 4.4.5 Bruk av oppvarmingsoppgave og rekkefølge

Figur 28 viser resultatene fra alle talloppgavene for de ulike oppgavesett under forskjellige rytmiske betingelser. Figuren er tatt med for å vise hvordan tall 1 nesten alltid ligger lavere enn tall 2. Dette underbygger at det var riktig å ha med ei oppvarmingsoppgave før

selve undersøkelsen slik at deltakerne kom i riktig modus. Det er forventet at det ville blitt mindre signifikante resultat for talloppgavene dersom ikke undersøkelsen hadde hatt oppvarmingsoppgaver.



Figur 28: Tall 1 (blå søyle) og tall 2 (rød søyle) for ulike bruk av rytme (nedre x-akse) og ulike oppgavesett (øvre x-akse). Rytmebruk 1 = *Uten* (oppgavene kjøres uten rytme), rytmebruk 2 = *Før* (rytmen gis før oppgavene) og rytmebruk 3 = *Undervegs* (rytmen går i bakgrunnen mens oppgavene utføres).

Analysene viste at rekkefølgen kunne ha betydning for enkelte av oppgavene, men det var ingen entydig trend selv der hvor rekkefølge slo signifikant ut. Siden rytmebruk *Undervegs* alltid ble gitt som siste oppgavesett, vil en forholdsvis stor del av dataene gitt som siste sett være med rytmebruk *Undervegs*, og det vil ofte heller være rytmebruken enn rekkefølgen som slår ut på resultatet. Dette ser man om man sammenlikner grafen for rekkefølge 2 (siste sett) med rytmebruk *Undervegs* i figur 6 mot 7, 10 mot 11, 15 mot 16 og 19 mot 20. Fasongen på grafene samsvarer i samtlige tilfeller, selv om det kan variere hvor stort utslaget er. Det er på grunnlag av dette lite sannsynlig at rekkefølge i seg selv har hatt særlig betydning i forhold til variasjon som følge av oppgavesett og rytmebruk.

Dataene ga ikke grunnlag for å si at vi hadde noen utmattingseffekt av at deltakerne ble slitne eller leie. Det at talloppgavene hadde dårligere resultat enn oppvarmingsoppgavene kan være en læringseffekt, men handler sannsynligvis mer om å komme i modus for å gjøre oppgaver, med andre ord at man finner konsentrasjonen. Hadde det vært en

læringseffekt, burde effekten av rekkefølge vært tydeligere og med bedre resultat for siste sett.

#### **4.4.6 Andre usikkerhetsfaktorer**

Når oppgavene ble presentert på storskjerm med projektor, var det en risiko for at deltakerne kunne få et glimt av oppgavene i forbindelse med igangsetting av visning. Dette skjedde så vidt i de første gruppene, men det var ikke mulig å se igjen noen effekt av dette i datamaterialet. I de resterende kjøringene var det plassert et hvitt felt over oppgavene, slik at innholdet kun var synlig under visningen. Instruksjonen til deltakerne var muntlige instruksjoner som jeg hadde skrevet ned på forhånd, likevel varierte ordlyden varierte noe fra gang til gang. Dette kan ha påvirket resultatet, men jeg anser ikke det som sannsynlig.

### **4.5 Validitet, overføringsverdi og forbedringer**

Den indre validiteten (Cozby & Bates, 2011:72) i denne undersøkelsen er relativt høy, særlig for memoreringsoppgavene og matriseoppgavene. I disse oppgavene er det liten tvil om hva som måles. Vektstangoppgavene er mer sammensatte, her trengtes både visuell forståelse, logisk sans, matematikkferdigheter og et godt arbeidsminne. Imidlertid viser de observerte variasjonene og trendene i datamaterialet at undersøkelsen klarer å gjenskape forventede resultater, som stort sett stemmer bra med tidligere observasjoner og forventninger. Dette betyr at vanskelighetsgraden på oppgavene har truffet, slik at jeg har fått en følsomhet i testene. Det viser også at deltakerne har svart seriøst, og ikke kryssa av tilfeldig på oppgavene. Rytme før oppgavene ga størst effekt på matriseoppgavene som inneholdt rein visuell informasjon som hverken trengt å leses, huskes eller regnes på. Dette er i overensstemmelse med funn der deltakerne som hørte musikk før testene i noen tilfeller viste økte visuospatiale evner (Schellenberg & Weiss, 2013).

Både talloppgavene og matriseoppgavene hadde signifikant dårligere resultat med rytme underveis, dette var som forventet ut fra hvordan arbeidsminnet fungerer (Snyder, 2000:47), tidligere rapporter om effekten av bakgrunnsmusikk (Schellenberg & Weiss, 2013) og med tanke på virkningen av grooven i musikken (Cameron & Grahn, 2016; Grahn & Brett, 2007b; Janata et al., 2012; Leman & Maes, 2014).

For å øke den indre validiteten ytterligere, ville det vært en fordel med flere ulike oppgaver som måler samme kognitive egenskaper, slik ville man fått mer nyansering i datamaterialet. Det er imidlertid vanskelig å si om det er endringen i deltakernes sinnsstemning eller opplagthet som slår ut, som er en antatt forklaring på hvorfor musikk gir bedre resultat (Schellenberg & Weiss, 2013). For å kunne sagt noe sikkert om dette måtte jeg ha spurt deltakerne om sinnsstemning og humør før og etter testene.

Antall forsøkspersoner er stort nok til at jeg får noen signifikante resultater, men effektstørrelsen er generelt lav. Likevel er den ytre validiteten høy, siden ungdommene som deltok var tilfeldig utvalgt, og omtrent alle som fikk muligheten takka ja til å delta (se kapittel 2.3). Det er forventa at resultatene vil kunne overføres til andre ungdommer i samme aldersgruppe. Dersom denne undersøkelsen relateres til hva elever kan prestere i skolesammenheng vil den økologiske validiteten være høy, siden testene ble gjennomført i klasserommet under vante forhold, med verktøy elevene bruker til daglig og i kjent miljø.

En større undersøkelse ville kunne gi signifikante utslag av rytmebruk for de tilfellene der det ble observert gjentakende mønster i resultatene, som for eksempel effekt av rytme før matriseoppgavene i forhold til uten rytme. Dersom det skulle kjøres en oppfølgingsundersøkelse ville det dessuten vært interessant å bruke ulik musikk for å se om det er effekten av rytme på kroppen eller stemningen i musikken som er den drivende kraft, og også for å undersøke virkning av melodi og tekst i musikken (som drøfta i kapittel 4.4.1). Da bør undersøkelsen kjøres med flere oppgaver som handler om samme kognitive evner, gjerne med flere oppgaver som likner matriseoppgavene. Da kan det også være interessant å inkludere oppgaver som tester spatiotemporale evner og flere oppgaver som involverer matematikk, jmf. kapittel 1.4.

Ved videre undersøkelser anbefales det å teste ut oppgavene som skal brukes i undersøkelsen på forhånd – ikke bare oppgavetypen slik det ble gjort denne gangen, men de konkrete oppgavene. Eventuelt kan det også gjøres tiltak for å få gruppestørrelsen mer lik. Dersom man får til dette vil det være mulig å få til et balansert forsøksoppsett. slik at man kan kjøre analyser av repeterte målinger og få mer ut av resultatene.



## 5 Konklusjon

Resultatet fra undersøkelsen viste signifikant hovedeffekt av rytmebruk på arbeidsminnet for talloppgavene (serie-gjenkalling): Talloppgavene gjort uten musikk (rytmebruk = *Uten*) hadde et signifikant bedre resultat enn talloppgavene gjort med musikk før oppgavene (rytmebruk = *Før*). Talloppgavene gjort uten rytmebruk (rytmebruk = *Uten*) hadde også et bedre gjennomsnittlig resultat enn talloppgaver gjort med rytme mens oppgavene ble løst (rytmebruk = *Undervegs*), men denne forskjellen var ikke signifikant. Heller ikke forskjellen mellom talloppgavene gjort med rytme først (rytmebruk = *Før*) og med rytme undervegs var signifikant (rytmebruk = *Undervegs*), resultatet var dårligst for talloppgavene med rytme først. Det var signifikant interaksjonseffekt mellom oppgavesett og rytmebruk, effektstørrelsen var liten til moderat. Hovedeffekten av rytmebruk var fortsatt signifikant når det ble korrigert for hvor godt deltakerne likte matematikk.

Tilsvarende negativ effekt av rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*) ble ikke funnet på fargeoppgavene (visuelle gjenkjennelse). Her lå tvert imot resultatene med rytme før oppgavene (rytmebruk=*Før*) som oftest over resultatene uten rytme (rytmebruk=*Uten*) og for rytme undervegs (rytmebruk=*Undervegs*), men dette var ikke signifikant. Rækkefølge og matematikksans ga signifikante utslag, men effektstørrelsen var i begge tilfeller liten.

Undersøkelsen viste signifikant bedre resultater med rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*) på matriseoppgavene i forhold til med rytme i bakgrunnen (rytmebruk = *Undervegs*), med moderat effektstørrelse. Disse oppgavene krevde visuospatiale evner og forståelse, samt evne til abstrakt resonnering og kreativitet. Det var også tendenser til at resultatet var bedre med rytme før oppgavene (rytmebruk = *Før*) enn uten rytme (rytmebruk = *Uten*), men dette var ikke signifikant. Oppgavene gjort uten rytme hadde bedre resultat enn oppgavene gjort med rytme i bakgrunnen (rytmebruk = *Undervegs*), men denne forskjellen var ikke signifikant. Når det ble korrigert for hvor godt deltakerne likte matematikk ble forskjellen mellom rytmebruk = *Uten* og rytmebruk = *Undervegs* signifikant. Effektstørrelsen for rytmebruk var moderat. Interaksjonseffekten mellom rytme og matematikksans var signifikant, det så ut til at de som liker matematikk godt ble mer forstyrret av at det gikk en rytme i bakgrunnen mens de løste matriseoppgavene.

Hverken rytmebruk eller rekkefølge ga signifikante utslag for vektstangoppgavene, men post hoc utforskende analyser viste signifikant hovedeffekt av matematikksans med moderat effektstørrelse. Dette var forventet siden vektstangoppgavene i tillegg til forståelse, arbeidsminne og resonnering også krevde enkel matematikk.

Alt i alt har jeg i undersøkelsen klart å gjenskape forventede resultater, i tillegg til at det framkom noen interessante sammenhenger som det kan være verdt å undersøke nærmere. Resultatene indikerer at oppgavesetta hadde god følsomhet og at undersøkelsen målte det den skulle.

Konklusjonen er at groovy, rytmisk musikk som står på i bakgrunnen (rytmebruk = *Undervegs*) virker forstyrrende på arbeidsminnet når oppgavene handler om gjenkalling og verbale evner er involvert. Effekten er også negativ på oppgaver som krever gode visuospatiale evner, forståelse, abstrakt resonnering og kreativitet. Den negative effekten når rytmen gikk i bakgrunnen var som forventet, siden musikken som ble brukt var både rytmisk og groovy, og var valgt for å påvirke deltakerne i størst mulig grad.

Når groovy, rytmisk musikk blir spilt av på forhånd (rytmebruk = *Før*), ser det derimot ut til å ha en positiv effekt på prestasjoner som krever disse egenskapene. Undersøkelsen gir ikke grunn til å slå fast hva som er årsaken. En hypotese er at det skyldes positiv påvirkning på humør og sinnsstemning, men vi kan ikke utelukke andre årsakssammenhenger.

## 6 Videre arbeid

Dersom det skal gjøres videre undersøkelser, kunne deltakerne svare på hva slags sinnsstemning de har før og etter undersøkelsen. Undersøkelsen kunne gjøres på en større populasjon, med flere oppgaver som tester samme kognitive egenskap. Forsøksdesignet kunne vært balansert slik at det kunne kjøres analyser av repeterte målinger slik at hver deltaker kan testes mot seg selv. Med flere deltakere og flere oppgaver av hver type er det rimelig å tro at rytmebruk kan gi flere signifikante utslag.

For å skille mellom virkningen av rytme på kroppen og effekten av sinnsstemningen i musikken kunne det brukes forskjellig musikk i undersøkelsen: Glad musikk uten groove, glad musikk med groove og groovy musikk som ikke er glad. Det kunne også vært instrumentalmusikk, jmf. innvirkning av tekst på persepsjonen, og gjerne rein rytme også. Det kunne også legges inn bevegelse i forsøket for å teste om dette gir samme virkning som musikken.

## 7 Referanser

- Arday, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2014). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), e52–e61.  
<https://doi.org/10.1111/sms.12093>
- Bamford, A. (2012). Arts and Cultural Education in Norway. Nasjonalt senter for kunst og kultur i opplæringen. Retrieved from  
<http://www.kunstkultursenteret.no/sites/k/kunstkultursenteret.no/files/1f0ba571783fe8dc31a13ac76d5f196a.pdf>
- Benz, S., Sellaro, R., Hommel, B., & Colzato, L. S. (2016). Music Makes the World Go Round: The Impact of Musical Training on Non-musical Cognitive Functions - A Review. *Frontiers in Psychology*.
- Bjerke, K. Y. (2007). Klanglig forming av grooveopplevelsen : en studie av sound som groovebestemmende parameter. Retrieved from  
<https://www.duo.uio.no/handle/10852/27139>
- Blom, J.-P., & Kvifte, T. (1986). On the Problem of Inferential Ambivalence in Musical Meter. *Ethnomusicology*, 30(3), 491–517. <https://doi.org/10.2307/851591>
- Cameron, D. J., & Grahn, J. A. (2016). The Neuroscience of Rhythm. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Eds.), *The Oxford Handbook of Music Psychology* (2 ed). Retrieved from  
<http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780198722946.001.0001/oxfordhb-9780198722946-e-25>
- Castelli, D. M., Centeio, E. E., Hwang, J., Barcelona, J. M., Glowacki, E. M., Calvert, H. G., & Nicksic, H. M. (2014). VII. The History of Physical Activity and Academic

- Performance Research: Informing the Future. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 79(4), 119–148.  
<https://doi.org/10.1111/mono.12133>
- Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2011). A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function in Children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(6), 975–985. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000567>
- Cockerton, T., Moore, S., & Norman, D. (1997). Perceptual and Motor Skills. *Sage Journals*, 85(3\_suppl). Retrieved from  
<http://journals.sagepub.com/doi/10.2466/pms.1997.85.3f.1435#articleCitationDownloadContainer>
- Cohen, J. W. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd edition). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cozby, P., & Bates, S. (2011). *Methods in Behavioral Research*. McGraw-Hill.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper Collins Publishers.
- Danielsen, A. (2006). *Presence and Pleasure: The Funk Grooves of James Brown and Parliament*. Middletown, Conn.: Wesleyan University Press.
- Danielsen, A. (Ed.). (2010). *Musical Rhythm in the Age of Digital Reproduction*. Ashgate/Routledge.
- Danielsen, A., Waadeland, C. H., Sundt, H. G., & Witek, M. A. G. (2015). Effects of instructed timing and tempo on snare drum sound in drum kit performance. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138(4), 2301–2316.  
<https://doi.org/10.1121/1.4930950>

- Eerola, P.-S., & Eerola, T. (2013). Musikktimer gjør skoleelever gladere. *Forskning.No*. Retrieved from <http://forskning.no/content/musikktimer-gjor-skoleelever-gladere>
- Feld, S. (1988). Aesthetics as Iconicity of Style or ‘Lift-up-over Sounding’: Getting into the Kaluli Groove. In *Yeabrook for traditional music* (Vol. 20, pp. 74–113).
- Field, Andy. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th edition). Sage edge.
- Fiske, E. B. (Ed.). (2002). *Champions of Change - the Impact of the Arts on Learning*. Washington.
- Fleming, M. (2012). Learning in and through the arts. In *The Routledge International Handbook of Creative learning* (pp. 177–185).
- Friberg, A., & Sundstrøm, A. (1999). Jazz drummers’ swing ratio in relation to tempo. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 105(2), 1330.
- Gallese, V., & Metzinger, T. (2003). Motor ontology: the representational reality of goals actions and selves, *16*(3), 365–388.
- Gallese, Vittorio, Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(2), 593–609.  
<https://doi.org/10.1093/brain/119.2.593>
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed: multiple intelligences for the 21st century*. New York: Basic Books.
- Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences* (3rd ed.).
- Gerischer, C. (2006). O Suingue Baiano: Rhythmic Feeling and Microrhythmic Phenomena in Brazilian Percussion. *Ethnomusicology*, 50(1), 99–119.
- Giannouli, V. (2017). Mozart Effect and Music Psychology; Recent Developments and Future Research. *Problems of Psychology in the 21st Century*, 11(1), 4–5.

- Godøy, R. I., & Leman, M. (2010). *Musical Gestures : Sound, Movement, and Meaning*. New York: Routledge. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=303013&site=ehost-live>
- Grahn, J. A., & Brett, M. (2007a). Rhythm and Beat Perception in Motor Areas of the Brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(5), 893–906. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.893>
- Grahn, J. A., & Brett, M. (2007b). Rhythm and Beat Perception in Motor Areas of the Brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *19*(5), 893–906. <https://doi.org/10.1162/jocn.2007.19.5.893>
- Hallam, S., & MacDonald, R. (2013). Introduction: Perspectives on the power of music. *Research Studies in Music Education*, *35*(1), 83–86.
- Hannon, E. E., & Trainor, L. J. (2007). Music acquisition: effects of enculturation and formal training on development. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(11), 466–472. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.08.008>
- Hasty, C. F. (1997). *Meter as rhythm*. New York: Oxford University Press.
- Haugen, M. R. (2016). Music-Dance. Investigating Rhythm Structures in Brazilian Samba and Norwegian Telespringar Performance. Retrieved from <https://www.duo.uio.no/handle/10852/52905>
- Haugen, M. R. (2017). Investigating Periodic Body Motions as a Tacit Reference Structure in Norwegian Telespringar Performance. *Empirical Musicology Review*, *11*(3–4), 272–294.
- Honing, H. (2013). Structure and Interpretation of Rhythm in Music. In D. Deutsch (Ed.), *Psychology of Music* (3 edition, pp. 369–404). Elsevier Inc. Retrieved from

<https://vpn2.uio.no/+CSCO+0075676763663A2F2F6A6A6A2E667076726170727176657270672E70627A++/science/book/9780123814609>

Howie, E. K., Schatz, J., & Pate, R. R. (2015). Acute Effects of Classroom Exercise Breaks on Executive Function and Math Performance: A Dose–Response Study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *86*(3), 217–224.

<https://doi.org/10.1080/02701367.2015.1039892>

Hurley, B. K., Martens, P. A., & Janata, P. (2014). Spontaneous Sensorimotor Coupling With Multipart Music. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *40*(4), 1679–1696.

IBM SPSS Statistics. (2018). (Version 25). IBM. Retrieved from

[https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSLVMB\\_25.0.0/statistics\\_kc\\_ddita/spss/product\\_landing.html](https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/en/SSLVMB_25.0.0/statistics_kc_ddita/spss/product_landing.html)

Iyer, V. (2002). Embodied Mind, Situated Cognition, and Expressive Microtiming in African-American Music. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, *19*(3), 387–414. <https://doi.org/10.1525/mp.2002.19.3.387>

Janata, P., Tomic, S. T., & Haberman, Jason M. (2012). Sensorimotor Coupling in Music and the Psychology of the Groove. *Journal of Experimental Psychology: General*, *141*, 54–75.

Johansson, M. (2015). Measuring Rhythm: A Context-Sensitive Approach. 59-81.

Retrieved from <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2454849>

Keil, C., & Feld, S. (2005). *Music Grooves: Essays and Dialogues*. (2nd ed.). Tucson, Arizona: Fenestra.

Kernfeld, B. (2018). Groove (i) *New Grove Dictionary of Jazz* (2nd ed.). Oxford University Press. Retrieved from

<http://www.oxfordmusiconline.com/subscriber/article/grove/music/J582400>



- Koelsch, S. (2011). Toward a Neural Basis of Music Perception – A Review and Updated Model. *Frontiers in Psychology*, 2. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00110>
- Kulturskoleutvalget. (2010, July 9). Kulturskoleløftet. Retrieved from [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/vedlegg/rapporter/kulturskoleloftet\\_ok.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/kd/vedlegg/rapporter/kulturskoleloftet_ok.pdf)
- Leman, M. (2008). *Embodied music cognition and mediation technology*. MIT Press.
- Leman, M., & Maes, P.-J. (2014). The Role of Embodiment in the Perception of Music. *Empirical Musicology Review*, 9(3–4), 236–246.
- London, J. (2012). *Hearing in time. Psychological Aspects of Musical Meter*. (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press. Retrieved from <http://www.oxfordscholarship.com/view/10.1093/acprof:oso/9780199744374.001.0001/acprof-9780199744374>
- Malt, U. (2017, March 2). Store norske leksikon-kognitive funksjoner. *Store norske leksikon*. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Retrieved from [https://snl.no/kognitive\\_funksjoner](https://snl.no/kognitive_funksjoner)
- Miller, G. A. (1994). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 101(2), 343–352. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.101.2.343>
- Nordbø, B. (2016, February 17). rytme. In *Store norske leksikon*. Store Norske Leksikon. Retrieved from <http://snl.no/rytme>
- Pallant, J. (2010). *SPSS Survival Manual* (4th edition).
- Parker, M. (2017, May 21). Maceo Parker - Shake everything you've got LIVE N LONG VERSION from "Live on Planet Groove." Retrieved May 21, 2017, from <https://www.youtube.com/watch?v=fQ8ALoSANp8>

- Pate, R. R., & Howie, E. K. (2012). Physical activity and academic achievement in children: A historical perspective. *Journal of Sport and Health Science, 1*(3), 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2012.09.003>
- Patel, A. D. (2012). Music and the brain. In *Oxford Handbook of Music Psychology* (2nd ed.). Oxford University Press. Retrieved from <http://www.oxfordhandbooks.com/view/10.1093/oxfordhb/9780199298457.001.0001/oxfordhb-9780199298457>
- Polak, R., London, J., & Jacoby, N. (2016). Both Isochronous and Non-Isochronous Metrical Subdivision Afford Precise and Stable Ensemble Entrainment: A Corpus Study of Malian Jembe Drumming. *Frontiers in Neuroscience, 10*.
- Rainey, D. W., & Larsen, J. D. (2002). The Effect of Familiar Melodies on Initial Learning and Long-term Memory for Unconnected Text. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal, 20*(2), 173–186.
- Rauscher, F. H., Shaw, G. L., & Ky, K. N. (1993). Music and spatial task performance - ProQuest. *Nature, 365*(6447), 611.
- Ritter, S. M., & Ferguson, S. (2017). Happy creativity: Listening to happy music facilitates divergent thinking. *PLOS ONE*. Retrieved from <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0182210>
- Rubin, D. C. (1995). *Memory in Oral Traditions: The Cognitive Psychology of Epic, Ballads, and Counting-out Rhyme*. Oxford University Press.
- Ruud, E. (1997). *Musikk og identitet* (1st, 2. opplag ed.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Sala, G., & Gobet, F. (2017). When the music's over. Does music skill transfer to children's and young adolescents' cognitive and academic skills? A meta-analysis. *Educational Research Review, 20*, 55–67. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.005>

- Sawyer, R. K. (2012). *Explaining creativity. The Science of Human Innovation*. Oxford University Press.
- Schellenberg, E. G., & Weiss, M. W. (2013). Music and Cognitive Abilities. In D. Deutsch (Ed.), *Psychology of Music* (3rd edition, pp. 499–550). Elsevier Inc. Retrieved from <https://vpn2.uio.no/+CSCO+0075676763663A2F2F6A6A6A2E667076726170727176657270672E70627A++/science/book/9780123814609>
- Silverman, M. J. (2007). The Effect of Paired Pitch, Rhythm, and Speech on Working Memory as Measured by Sequential Digit Recall. *Journal of Music Therapy*, 44.4, 415–427.
- Silverman, M. J. (2010). The Effect of Pitch, Rhythm, and Familiarity on Working Memory and Anxiety as Measured by Digit Recall Performance. *Journal of Music Therapy*, 47(1), 70–83. <https://doi.org/10.1093/jmt/47.1.70>
- Snyder, B. (2000). *Music and memory*. The MIT Press.
- Spencer, E., Lucas, B., & Claxton, G. (2012). *Progression in creativity: Developing new forms of assessment*. CCE.
- Svartdal, F. (2016, July 12). Store Norske Leksikon kognitiv stil. Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Retrieved from [https://snl.no/kognitiv\\_stil](https://snl.no/kognitiv_stil)
- Swaminathan, S., Schellenberg, G., & Khalil, S. (2017). Revisiting the association between music lessons and intelligence: Training effects or music aptitude? *Science Direct*, 62, 119–124.
- Winner, E., Goldstein, T., & Vincent-Lancrin, S. (2013). *Art for Art's Sake. The Impact of Arts Education*. OECD Publishing. Retrieved from <http://www.oecd.org/edu/cei/arts.htm>

Witek, M. A. G. (2017). Filling In: Syncopation, Pleasure and Distributed Embodiment in Groove. *Music Analysis*, 36(1), 138–160.

Witek, Maria A. G. (n.d.). Filling In: Syncopation, Pleasure and Distributed Embodiment in Groove - Witek - 2016 - Music Analysis - Wiley Online Library. Retrieved May 2, 2017, from

<https://vpn2.uio.no/+CSCO+0h756767633A2F2F62617976617279766F656E656C2E6A7679726C2E70627A++/doi/10.1111/musa.12082/full>

Zhao, W., & Ding, S. (2015). The Influence of Baroque Music on Undergraduates' Memory Effect: Evidence from Biofeedback. In *Lecture Notes in Computer Science: Transactions on Edutainment XI*. Pan, Z., Cheok, A., Mueller W., Zhang M. (eds) (Vol. 8971). Berlin, Heidelberg: Springer. Retrieved from [https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-662-48247-6\\_21](https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-662-48247-6_21)

## Vedlegg - Oppgavene fra undersøkelsen

### Oppgave 1.1: Tall (*oppvarming*)

Du får se ett ni-sifret tall i 5 sekunder.

Når tallet har forsvunnet:

Skriv ned så mange siffer du husker.

3 1 4 5 9 1 7 4 3

### Oppgave 1.2: Tall

Du får se ett ni-sifret tall i 5 sekunder.

Når tallet har forsvunnet:

Skriv ned så mange siffer du husker.

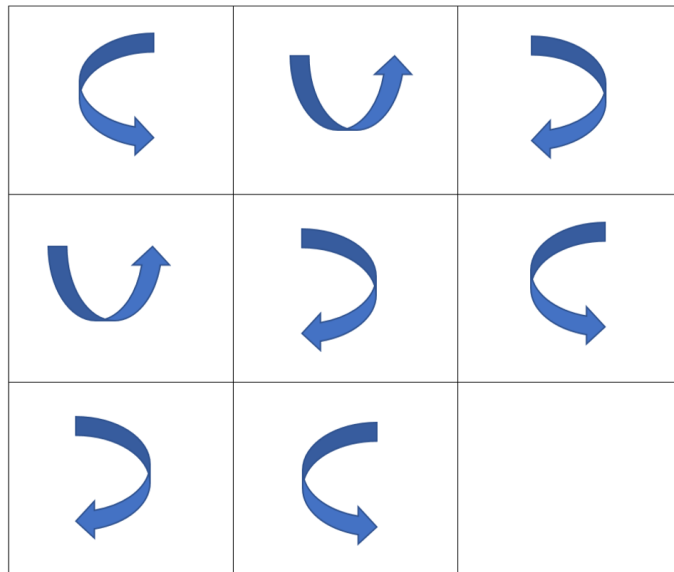
7 5 4 5 5 2 4 6 5

### Oppgave 1.3: Farger

- Legg merke til rekkefølgen på fargene, de vil være synlige i 5 sekunder.

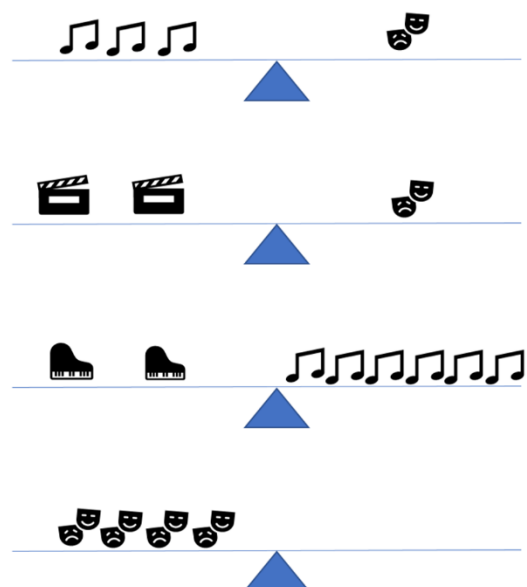


## Oppgave 1.4: Hva mangler? Hvilket symbol skal stå i siste rute?



## Oppgave 1.5: Vektstang

Hva skal være på nederste linje for at vektstanga skal være i balanse?



## Oppgave 2.1: Tall (*oppvarming*)

Du får se ett ni-sifret tall i 5 sekunder.

Når tallet har forsvunnet:

Skriv ned så mange siffer du husker.

3 7 1 0 7 9 5 7 4

## Oppgave 2.2: Tall

Du får se ett ni-sifret tall i 5 sekunder.

Når tallet har forsvunnet:

Skriv ned så mange siffer du husker.

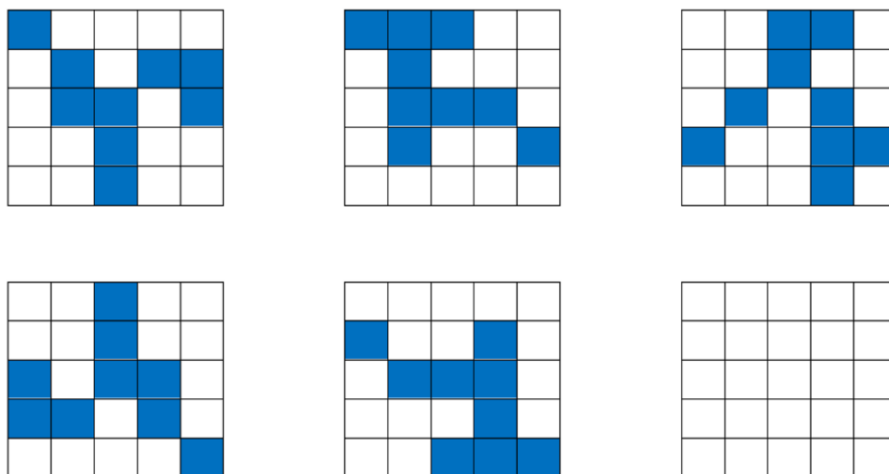
7 4 7 5 8 3 0 5 2

## Oppgave 2.3: Farger

- Legg merke til rekkefølgen på fargene, de vil være synlige i fem sekunder.

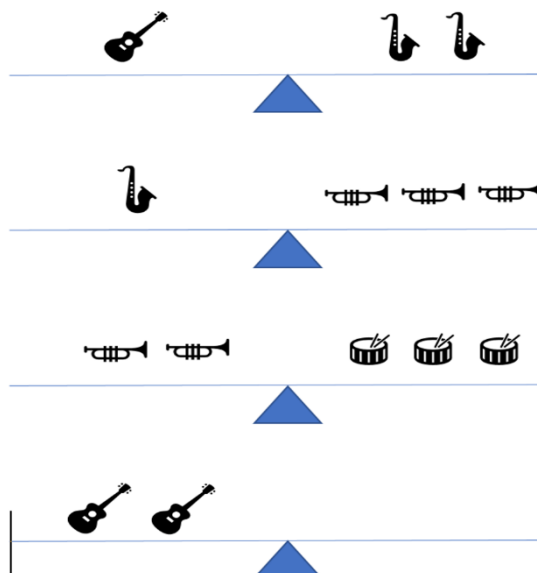


## Oppgave 2.4: Hva mangler? Hva skal være i den siste ruta?



## Oppgave 2.5: Vektstang

Hva skal være på nederste linje for at vektstanga skal være i balanse?





### Oppgave 3.1: Tall (*oppvarming*)

Du får se ett ni-sifret tall i 5 sekunder.

Når tallet har forsvunnet:

Skriv ned så mange siffer du husker.

5 3 0 1 3 6 8 5 2

### Oppgave 3.2: Tall

Du får se ett ni-sifret tall i 5 sekunder.

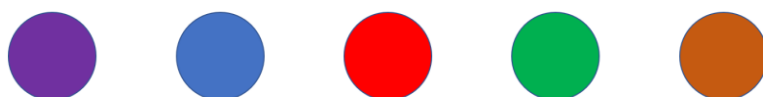
Når tallet har forsvunnet:

Skriv ned så mange siffer du husker.

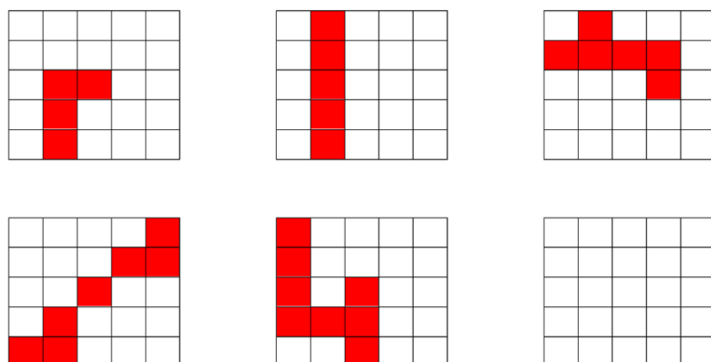
1 4 0 7 2 4 9 3 4

### Oppgave 3.3: Farger

- Legg merke til rekkefølgen på fargene, de vil være synlige i fem sekunder.

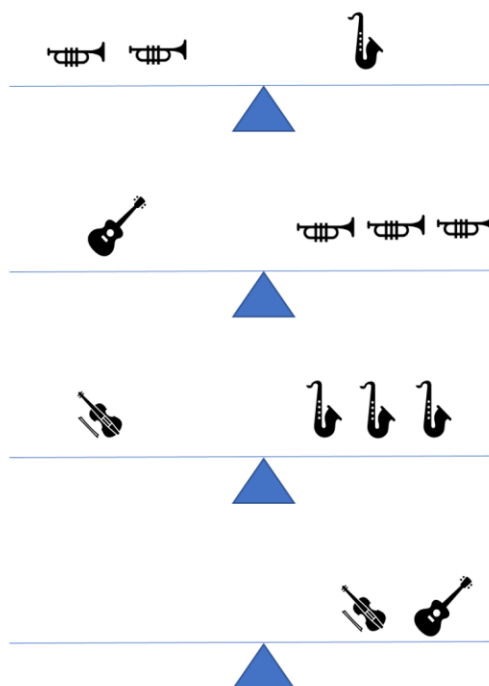


## Oppgave 3.4: Hva mangler? Hva skal være i den siste ruta?



## Oppgave 3.5: Vektstang

Hva skal være på nederste linje for at vektstanga skal være i balanse?



### Oppgave 4.1: Tall (*oppvarming*)

Du får se ett ni-sifret tall i 5 sekunder.

Når tallet har forsvunnet:

Skriv ned så mange siffer du husker.

6 1 6 5 9 2 5 4 9

### Oppgave 4.2: Tall

Du får se ett ni-sifret tall i 5 sekunder.

Når tallet har forsvunnet:

Skriv ned så mange siffer du husker.

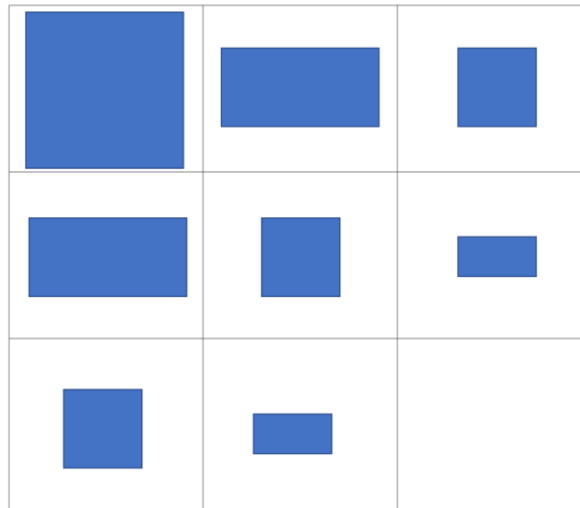
3 9 5 1 2 9 2 5 6

### Oppgave 4.3: Farger

- Legg merke til rekkefølgen på fargene, de vil være synlige i fem sekunder.



## Oppgave 4.4: Hva mangler? Hva skal være i den siste ruta?



## Oppgave 4.5: Vektstang

Hva skal være på nederste linje for at vektstanga skal være i balanse?

