



Examensarbete inom teknik och lärande

Avancerad nivå, 30 hp

# Främjandet av elevers koncentration i matematikundervisning

Rekommendationer för matematiklärare

Vilija Vilkelyste





Främjandet av elevers koncentration i matematikundervisning  
Rekommendationer för matematiklärare

Vilija Vilkelyste

Godkänt 2024-06-11	Examinator Cecilia Kozma	Handledare Ernest Ampadu
	Uppdragsgivare K-ULF	Kontaktperson Cecilia Kozma

## Sammanfattning

I denna studie undersöktes frågan om vad lärare kan göra för att öka elevernas koncentration i matematikundervisningen. För att svara på frågan användes DBR-modellen vid utformningen av studien. I studien observerades två klasser på en högstadieskola, där elevernas koncentration mättes med hjälp av ett observationsprotokoll. De observerade klasserna valdes utifrån den temadefnierade universumsprincipen samt den geografiskt defnierade universumsprincipen (Fangen, 2005). I samband med observationerna och en litteraturundersökning togs rekommendationer fram i form av ett textdokument i syfte att tillföra förslag för matematiklärare på vad de kan göra för att främja elevernas koncentration, detta gjordes genom intervjuer samt tematisk analys. Rekommendationerna innefattar uppmaningar såsom exempelvis insamling av mobiltelefoner inför lektioner, lätt tillgång till material för eleverna samt uppmaningar till att använda målfria uppgifter i undervisningen. Rekommendationerna implementerades i de observerade klassrummen och elevernas koncentration mättes på nytt med hjälp av det framtagna observationsprotokollet. Under implementeringen av rekommendationerna skedde flera intervjuer med de deltagande lärarna i syfte att förbättra rekommendationerna och testa dem på nytt genom att ta fram nya versioner av rekommendationerna. Intervjuerna analyserades med hjälp av en tematisk analys. I syfte att undersöka om rekommendationerna hade någon inverkan på elevernas koncentration jämfördes den insamlade data från observationsprotokollet innan implementeringen av rekommendationerna med den insamlade data efter implementeringen av rekommendationerna med hjälp av Mann-Whitney's U-Test. Analysen av data visade att det skedde en statistiskt signifikant förbättring av elevernas koncentration i en av de observerade klasserna. I den andra klassen skedde en mindre förbättring som inte var statistiskt signifikant. Slutsatsen med studien är därmed att elevernas koncentration i matematikundervisningen kan förbättras genom implementeringen av rekommendationerna.

### Nyckelord

Kognitiv belastning, Arbetsminne, Koncentration, Matematikundervisning, Kognitiva effekter.



**Supporting students' focus in mathematics teaching  
Teacher recommendations**

The author

Approved 2024-06-11	Examiner Cecilia Kozma	Supervisor Ernest Ampadu
	Commissioner K-ULF	Contact person Cecilia Kozma

---

## Abstract

---

This study investigates the question of what teachers can do to increase students' concentration in mathematics teaching. To answer the question, the DBR-model was used in the design of the study. In the study, two classes in a junior high school were observed, where the students' concentration was measured using an observation protocol. The observed classes were chosen based on the theme-defined universe principle and the geographically defined universe principle. In connection with the observations and a literature survey, recommendations were drawn up in the form of a text document with the aim of adding suggestions for mathematics teachers on what they can do to promote students' concentration, this was done through interviews and thematic analysis. The recommendations include suggestions such as collection of mobile phones before lessons, easy access to material for students and suggestions to use goal-free tasks in teaching. The recommendations were implemented in the observed classrooms and the students' concentration was re-measured using the developed observation protocol. During the implementation of the recommendations, several interviews took place with the participating teachers in order to improve the recommendations and test them anew by producing new versions of the recommendations. The interviews were analyzed using a thematic analysis. In order to investigate whether the recommendations had any impact on the students' concentration, the collected data from the observation protocols before the implementation of the recommendations were compared with the collected data after the implementation of the recommendations using the Mann-Whitney's U-Test. The analysis of the data showed that there was a statistically significant improvement in the students' concentration in one of the observed classes. In the second class, there was a smaller improvement that was not statistically significant. The conclusion of the study is thus that students' concentration in mathematics teaching can be improved through the implementation of the recommendations.

### Keywords:

Cognitive load, Working memory, Focus, Mathematics, Cognitive effects.

---

# Tack

---

Ett extra tack till de deltagande lärarna i studien som ställde upp och gjorde den här undersökningen möjlig, tack för ert genuina intresse, det involverade deltagandet och varma bemötandet.

Tack, Helena Lennholm, för dina nyttiga föreläsningar kring examensskrivandet. Tack till min handledare Ernest Ampadu för din feedback och våra diskussioner om arbetet som har gett mig de insikt jag behövt för att lyfta arbetet till nästa nivå. Ett extra tack till de andra närvarande individerna i vår arbetsgrupp, studenterna samt deras handledarna vars insikter har gett mig nyttiga förslag för förbättringar av mitt examensarbete.

Ett extra stor tack till min examinator Cecilia Kozma, som har varit med sedan specifikationen av examensarbetet, hjälpt till med sökandet av deltagarna till studien och gett den återkopplingen som behövts för att lyfta mitt arbete till den eftersträvande nivån.

Vilija Vilkelyste  
Stockholm, Maj 2024

# Innehållsförteckning

<b>Ordlista</b>	<b>1</b>
<b>Inledning</b>	<b>2</b>
1.1 Syfte . . . . .	2
1.2 Frågeställning . . . . .	2
<b>Bakgrund och tidigare forskning</b>	<b>3</b>
2.1 Kognitiv belastningsteori . . . . .	3
2.2 Arbetsminnet . . . . .	3
2.3 Överbelastning av arbetsminnet . . . . .	4
2.4 Kognitiva effekter . . . . .	4
2.4.1 Delad uppmärksamhetseffekt . . . . .	5
2.4.2 Redundanseffekt . . . . .	5
2.4.3 Modalitetseffekt . . . . .	5
2.4.4 Isolerade elementens effekt . . . . .	6
2.4.5 Mål-fri effekt . . . . .	6
2.4.6 Exempeleffekt . . . . .	6
2.4.7 Expertisreverserande effekt . . . . .	6
2.4.8 Problema avslutningseffekt . . . . .	7
2.4.9 Övergående informationseffekt . . . . .	7
<b>Metod</b>	<b>8</b>
3.1 DBR modellen . . . . .	8
3.2 Datainsamling . . . . .	9
3.2.1 Litteraturundersökning . . . . .	10
3.2.2 Urval . . . . .	10
3.2.3 Semistrukturerade intervjuer och dess analys . . . . .	11
3.2.4 Observationer . . . . .	12
3.2.5 Strukturerade intervjuer . . . . .	13
3.3 Dataanalys . . . . .	14
3.4 Framtagning av rekommendationerna (version 1) . . . . .	15
3.5 Begränsningar . . . . .	15
<b>Analys och resultat</b>	<b>17</b>
4.1 Observationsprotokoll . . . . .	17
4.2 Del 1: Undersökningen innan implementeringen av rekommendationerna . . . . .	18
4.3 Del 2: Undersökningen under implementeringen av rekommendationerna . . . . .	19
4.3.1 Del 2: Vecka 1 . . . . .	20
4.3.2 Del 2: Vecka 2 . . . . .	21
4.3.3 Del 2: Vecka 3 . . . . .	23

4.4	Normalfördelningstest . . . . .	24
4.5	Mann Whitney U-test . . . . .	25
<b>Diskussion och Slutsats</b>		<b>27</b>
6.1	Vidare forskning . . . . .	28
<b>Referenser</b>		<b>29</b>
<b>Bilagor</b>		<b>32</b>
	Bilaga 1: Frågor till första intervjun . . . . .	32
	Bilaga 2: Intervjufrågor för undersökning av lärarnas upplevelser . . . . .	33
	Bilaga 3: Första versionen av rekommendationerna . . . . .	34
	Bilaga 4: Yttre stimuli som kan ha orsakat distraktioner för eleverna . . . . .	37
	Bilaga 5: Ifylld observationsprotokoll under Del 1 av undersökningen . . . . .	39
	Bilaga 6: Ifylld observationsprotokoll under Del 2 av undersökningen . . . . .	40
	Bilaga 7: Slutgiltig version av rekommendationerna . . . . .	42
	Bilaga 8: Resultat för Normalfördelningstesterna . . . . .	46

---

# Ordlista

---

**Element:** En procedur, fakta eller annat som processas och lärs in av en individ (Chen m.fl., 2023).

**Koncentration:** Stark inriktning av uppmärksamhet på en viss uppgift så att nästan ingen medveten uppmärksamhet blir över för annat (Svenska Akademien, 2022a; Svenska Akademien, 2022b).

**Kognitiv belastning:** Den ansträngningen som krävs av en person att processa flera element samtidigt (Chen m.fl., 2023).

**Schema:** Ett begrepp inom kognitivismen som beskriver en mental struktur eller system som beskriver och organiserar någon aspekt av värden och därmed ger individen en förståelse kring aspekten i frågan (Didau & Rose, 2018).

**Assimilation:** Användningen av befintliga scheman i syfte att processa ny information (Piaget, 2013).

**Ackommodation:** Skapandet av nya scheman eller modifierandet av de befintliga i syfte att processa ny information (Piaget, 2013).

**Arbetsminnet och långtidsminnet:** Informationsbehandlingsmetaforer som kan liknas till olika delar av en dator där arbetsminnet och långtidsminnet lagrar, återkallar och kodar in ny information (Säljö, 2019).

**Intervention:** Ingripande i en pågående konflikt eller dylikt som en mellankommande part (Svenska Akademien, 2022c).

---

# Inledning

---

De internationella kunskapsmätningarna för 15-åriga elever har visat att medelvärdet av elevernas matematikkunskaper har sjunkit sedan 2018 (OECD, 2023). Denna trend märks även i Sverige där mätningarna har visat att matematikkunskaperna hos 15 åriga elever har sjunkit sedan 2018 (Skolverket, 2023). För att bromsa denna förändring krävs åtgärder som stödjer elevernas lärande och kunskapsutveckling inom matematik. En av faktorer som kan minska lärande är brist på koncentration (Didau & Rose, 2018). Detta upplevde jag i min lärarutbildning där jag under flera besök på svenska skolor märkte att vissa elever valde att göra annat under matematiklektioner, beteenden som inte hade någon koppling till lektionsinnehållet. En del av de observerade eleverna valde att prata med sina kompisar eller spela spel istället för att koncentrera sig på lektionsinnehållet. När elevernas fokus inte ligger på skolarbetet brister lärandet och därmed har jag blivit inspirerad till att i samarbete med K-ULF (kompensatorisk undervisning för lärande och forskning) (Smith, 2024) undersöka vad lärare kan göra för att hjälpa sina elever att koncentrera sig på lektionsinnehållet i undervisningen.

## 1.1 Syfte

Syftet med studien är att undersöka hur lärare kan stödja elevers koncentration i sin matematikundervisning. Detta undersöks genom en framtagning och utvärdering av rekommendationer bestående av åtgärder som lärare kan implementera i sin undervisning för att främja elevers uppmärksamhet på lektionsinnehållet i matematikklassrum.

## 1.2 Frågeställning

För att uppfylla syftet besvaras följande frågor i denna studie:

- Vad styr elevernas koncentration baserat på den kognitiva belastningsteorin?
- Vilka yttre faktorer kan påverka elevers koncentration sett utifrån den kognitiva belastningsteorin?
- Vad kan lärare göra för att bidra till ökad koncentration i sin matematikundervisning?

---

---

# Bakgrund och tidigare forskning

---

I detta avsnitt presenteras bakgrunden till arbetet, den kognitiva belastningsteorin beskrivs översiktligt och den tidigare forskningen kring koncentration som utgår utifrån den kognitiva belastningsteorin presenteras.

## 2.1 Kognitiv belastningsteori

Kognitiv belastningsteori är en teori som används vid forskning om hjärnans behandling och lagring av information (Sweller, 2011). Inom denna teori antas det mänskliga minnet bestå av långtidsminnet, arbetsminnet och samspelet mellan dem. Arbetsminnet processar ny information och långtidsminnet lagrar den i form av scheman. När ny information behandlas belastas arbetsminnet och den kognitiva belastningen uppstår. Den kognitiva belastningen påverkas av olika faktorer, så kallade kognitiva effekter (Sweller, 2011).

## 2.2 Arbetsminnet

Arbetsminnet är en metafor för en kognitiv informationsprocessande apparat (Säljö, 2019) som i denna uppsats illustreras av skribentens översättning av Baddeleys arbetsminne modell (se figur 1).

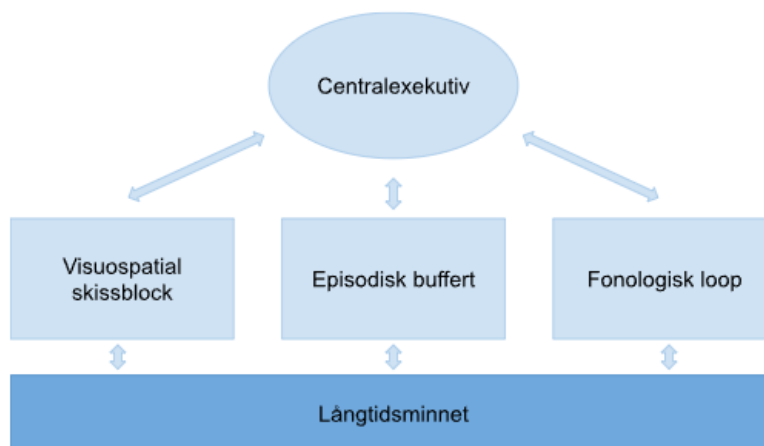
Arbetsminnet består av fyra komponenter: Centralexekutiven, Fonologiska loopen, Episodiska bufferten och det Visuospiala skissblocket (Baddeley, 2000). Vid bearbetning av ny information sker ett samarbete mellan dessa komponenter (Didau & Rose, 2018).

Centralexekutiven styr vilken stimulus en persons uppmärksamhet riktas på. Detta sker selektivt och inte alltid medvetet, om flera stimuli kommer in i arbetsminnet selekterar centralexekutiven den informationskällan som uppmärksamheten ska riktas mot.

Centralexekutiven används dessutom vid resonemang, problemlösning och bearbetning av ny information. Bearbetning av ny information sker med hjälp av fonologiska loopen, som processar auditiv information, den episodiska bufferten, som kombinerar den nya informationen med de tidigare minnen eller kunskap och det visuospiala skissblocket som hanterar visuell och kinestetisk information. Arbetsminnet sköter kommunikationen mellan korttidsminnet och långtidsminnet (Didau & Rose, 2018).

**Figur 1**

En översatt modell av arbetsminnet (ljusblått)  
 först presenterat av Baddeley (2000).



## 2.3 Överbelastning av arbetsminnet

Arbetsminnet kan bli överbelastat när mycket information bearbetas samtidigt eller när arbetsminnet utsätts för distraherande stimuli (Didau & Rose, 2018). Överbelastat arbetsminne leder till svårigheter vid återkallandet av kunskap från långtidsminnet samt svårigheter att följa instruktioner och minskat lärande. I skolan kan detta leda till att elever med överbelastat arbetsminne ger upp och tappar fokus på innehållet, menar Didau & Rose. Detta stöds även av en undersökning gjord av Gillmor m.fl. (2015) där författarna visade att minskad kognitiv belastning i matematikundervisningen leder till högre elevprestationer.

Belastning på arbetsminnet inom den kognitiva belastningsteorin kategoriseras i tre delar; Inneboende belastning (eng: intrinsic cognitive load), Omständighetsrelaterad kognitiv belastning (eng: extraneous cognitive load) och Genuin kognitiv belastning (eng: germane cognitive load) (Sweller, 2010). Inneboende belastning syftar till den ansträngning som krävs av en person vid utförande av inre processer när information bearbetas, det vill säga när olika element processas i arbetsminnet samtidigt (Klepsch m.fl., 2017). Den Omständighetsrelaterade kognitiva belastningen syftar till bearbetning av information som inte bidrar till inläring, exempelvis bearbetning av yttre störande faktorer, skriver Klepsch m.fl.. Den Genuina kognitiva belastningen syftar till de inre processer som kräver assimilation och ackommodation (Sweller m.fl, 1998).

## 2.4 Kognitiva effekter

Kognitiva effekter beskriver påverkan på den kognitiva belastningen och inläringen som uppstår när en individ utsätts för olika situationer (Sweller, 2011). Nedan beskrivs de

kognitiva effekterna som påverkar den kognitiva belastningen.

### 2.4.1 Delad uppmärksamhetseffekt

Delad uppmärksamhetseffekt (eng: Split attention effect) syftar till ökning i arbetsminnets belastning när information presenteras rumsligt åtskilt men relaterat istället för relaterat men inte rumsligt åtskilt (Pouw m.fl., 2019). Effekten uppstår då uppmärksamheten behöver fördelas och informationen kombineras mentalt vilket ökar den Omständighetsrelaterade kognitiva belastningen. Undersökningen gjord av Pouw m.fl. visade att längre avstånd mellan rumsligt åtskilda informationskällor påverkar lärandet negativt och därmed att kortare avstånd mellan rumsligt åtskilda informationskällor påverkar lärandet positivt. Detta visade Pouw m.fl i sitt experiment där det visades att det tar längre tid för eleverna att behandla information när till exempel text och dess tillhörande bild presenterades rumsligt åtskilt.

### 2.4.2 Redundanseffekt

Redundanseffekt (eng: Redundancy effect) kan uppstå när information från olika informationskällor presenteras samtidigt, men kan förstås och tolkas separat utan att den mentala integrationen krävs (Sweller m.fl., 2011). Till exempel om en text beskriver ett diagram vars innebörd förstås till fullo utan hjälp av texten leder detta till ökad Omständighetsrelaterad kognitiv belastning. Även bilder som associeras med en text, men inte bidrar med ytterligare information anses inom den kognitiva belastningsteorin öka belastningen, menar Sweller m.fl.. Chandlers & Swellers (1991) forskning visar att borttagning av överflödigt information leder till snabbare inläring.

### 2.4.3 Modalitetseffekt

Modalitetseffekt (eng: Modality effekt) uppstår när information presenteras via mer än en sensorisk kanal, det vill säga att informationen presenteras kombinerat visuellt, fonologiskt eller skriftligt (Sankey m.fl, 2010). Detta kan leda till förbättrad koncentration då materialet behåller elevers uppmärksamhet genom att göra den mer attraktiv och motiverande, vilket i sig leder till att komplex information blir lättare att förstå menar Sankey m.fl.. Eftersom informationen behandlas parallellt, exempelvis visuellt och auditivt, kan arbetsminnets effektivitet öka och därmed leda till minskning av den kognitiva belastningen (Sweller, 2011). Detta har visats gälla särskilt när talad information kombineras med bilder, berättar Sankey m.fl.. Kombinationen av auditiv och visuell representation av information har särskilt användning i miljöer där tekniska hjälpmedel såsom datorer förekommer. Genom att skapa en "Ljud-kompletterande" Powerpointpresentation där presentationen innehåller figurer, bilder eller interaktiva diagram samt en förklarande röst ger eleverna chansen att välja hur de kan komma åt och ta del av det viktigaste i innehållet (Sankey m.fl, 2010).

### 2.4.4 Isolerade elementens effekt

Isolerade elementens effekt (eng: Isolated elements effect) uppstår när komplex, ansträngningskrävande information som överskrider arbetsminnets kapacitet presenteras som en samling av isolerade element (Sweller, 2011). Detta minskar den inneboende belastningen då varje element kan bearbetas för sig. Därefter kan dessa element inkorporeras med varandra och informationen kan behandlas i sin helhet (Sweller, 2011). Pollock m.fl. (2002) visar att genom att presentera nytt information i avsnitt kan eleverna prestera bättre än om de enbart hade presenterats med hela informationssamlingen på en gång.

### 2.4.5 Mål-fri effekt

Mål-fritt problem (eng: Goal-Free problem) definieras som ett problem som inte har något konventionellt mål, till exempel ett mål-fritt problem kan lyda enligt följande "beräkna värdet av så många vinklar du kan" till skillnad från ett icke mål-fritt problem som snarare kan definieras som "beräkna vinkeln ABC" (Sweller, 2011). Den mål-fria effekten (eng: Goal-Free effect) innebär att arbetsminnet belastas mindre av de mål-fria problem än av de icke mål-fria problem, menar Sweller. Forskningen gjord av Sweller m.fl. (1983) visade att användningen av målfria problem hjälper problemlösaren att fortare ta korrekta steg i problemlösningsprocessen. Den kognitiva belastningen minskar vid användningen av målfria problem eftersom färre element behöver hanteras i arbetsminnet samtidigt (Sweller, 2011).

### 2.4.6 Exempeleffekt

Exempeleffekten (eng: Worked example effect) beskriver minskningen av den omständighetsrelaterade kognitiva belastningen som uppstår när ett matematiskt problem presenteras tillsammans med problemlösningen, istället för att endast ett problem presenterades (Sweller, 2011). Exempeleffekten leder till en minskning av antalet interagerande element som kräver samtidig behandling av arbetsminnet. För en nybörjare är tillvägagångssättet inte känt, vilket leder till att personen behöver testa sig fram och därmed ökar belastningen på arbetsminnet då flera element behöver behandlas samtidigt (Sweller, 2011). Om problemet presenteras tillsammans med problemlösningen behöver inte personen testa sig fram och därmed minskar den omständighetsrelaterade kognitiva belastningen (Rourke & Sweller, 2009).

### 2.4.7 Expertisreverserande effekt

Expertisreverserande effekten (eng: Expertise reversal effect) uppstår i samband med Redundanseffekten när nybörjaranpassat material används av en mer erfaren problemlösare, menar Sweller (2011). Detta leder till en ökad kognitiv belastning då personen följer de olika

stegen i lösningsförslaget i stället för att använda de befintliga scheman. Detta ökar antalet element som behöver behandlas i arbetsminnet (Sweller, 2011). Denna effekt har demonstrerats i forskningen gjord av Kalyuga m.fl (2001) där det visades att metoder som ger upphov till Exempleffekten inte ger lika mycket nytta till de mer erfarna problemlösarna.

### 2.4.8 Problema avslutningseffekt

Problema avslutningseffekten (eng: Problem completion effect) beskriver minskningen av den kognitiva belastningen som kan uppstå när elever löser färdigt ett algebraiskt problem i stället för att lösa ett helt problem självständigt eller följa ett lösningsförslag rakt av, berättar Sweller (2011). Genom att skapa förutsättningar för elever att komplettera problem ges möjlighet för de inkorporerade elementen att användas som om det vore ett element, vilket minskar den kognitiva belastningen (Sweller, 2011). Detta har visats i ett experiment av Van Merriënboer (1990) där en grupp studenter vars undervisning präglades av problemkompletterings metodik klarade av kursen i högre utsträckning än den grupp som präglades av den klassiska problemlösningsmetodiken.

### 2.4.9 Övergående informationseffekt

Övergående informationseffekt (eng: Transient information effect) kan uppstå vid användning av övergående information (eng: transient information), exempelvis auditiv eller animerad information, när den behöver återkallas och orsakar en ökning av den kognitiva belastningen (Sweller, 2011). Forskningen gjord av Tabbers m.fl. (2004) visade att en kombination av auditiv och visuell information i undervisningen återkallas sämre av eleverna än samma information som presenteras via visuell information med hjälptext. Ett praktiskt exempel över hur detta kan ske i klassrummet ges av Sweller (2011) som berättar att när elever lär sig att avläsa en temperaturgraf med hjälp av auditiva instruktioner kan den auditiva informationen lyda enligt följande "hitta 35°C på temperaturaxeln och följ genom grafen till en prick" . Sweller menar att arbetsminnet kan överbelastas då eleven försöker hålla den auditiva informationen i arbetsminnet samtidigt som eleven försöker processa grafen framför sig. Då samma information presenteras skriftligt kan eleverna behandla en del av meningen i taget, "hitta 35°C på temperaturaxeln" och "följ genom grafen till en prick" och därmed minskar antalet element som behöver behandlas av arbetsminnet samtidigt. Detta leder till att risken för överbelastning av arbetsminnet minskar. På samma sätt kan den animerade informationen överbelasta arbetsminnet om den behöver återkallas. För att motverka överbelastningen kan orörliga bilder användas i stället för en animation genom att det animerade innehållet presenteras i steg med hjälp av bilder (Sweller, 2011).

---

# Metod

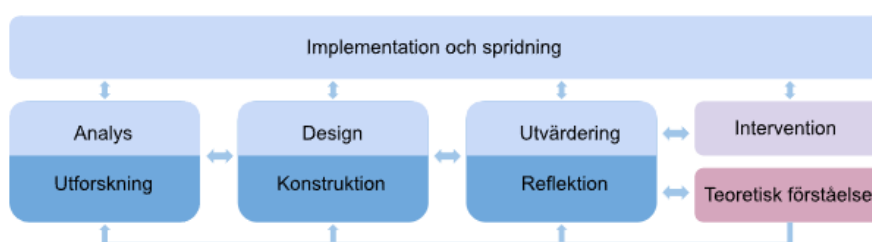
---

I detta avsnitt redovisas hur den undersökande delen av examensarbetet har strukturerats och genomförts, samt vilka metoder har använts vid dess utformning. Undersökningen baserades på DBR-modellen och bestod av bland annat semistrukturerade intervjuer, systematiska observationer och litteraturundersökningar.

## 3.1 DBR modellen

Designbaserad forskning (eng: Design-based research (DBR)) kännetecknas av den systematiska planeringen och implementeringen av interventioner vars utveckling sker med hjälp av en iterativ designprocess och ett nära samarbete med de yrkesverksamma inom fältet (Huang m.fl., 2019). I denna studie användes modellen på grund av dess lämplighet till att fylla behovet av ett nära samarbete med yrkesgruppen då elevers koncentration undersöktes. Detta krävde skribentens närvaro på en skola och kommunikation med skolans lärare vid bland annat observationerna och implementeringen av rekommendationerna. Dessutom ger modellen utrymme för en iterativ utveckling av interventionen, vilket krävs för att skapa praktiktäna rekommendationer genom utvärdering och förbättring av dess implementation i undervisningen. DBR processen består av flera faser och representeras i figuren nedan (se figur 2), en översättning av DBR-modellen presenterad av Huang m.fl. (2019).

**Figur 2:** DBR modellen



Analys och utforskning (eng: Analysis and Exploration) är den första fasen i DBR processen (Huang m.fl., 2019). I denna fas har frågeställningen tagits fram med hjälp av en litteraturundersökning och genom ett samarbete och dialog med lärare inom K-ULF. Studiens mål, att ta fram rekommendationer i form av ett textdokument, har definierats i denna fas följt av studiens begränsningar.

I processens andra fas Design och Konstruktion (eng: Design and Construction) skapades olika prototyper av ett rekommendationsdokument varav den första baserades på en litteraturundersökning samt observationer medan de följande versionerna baserades på kommunikation med deltagande lärarna i studien och ytterligare observationer.

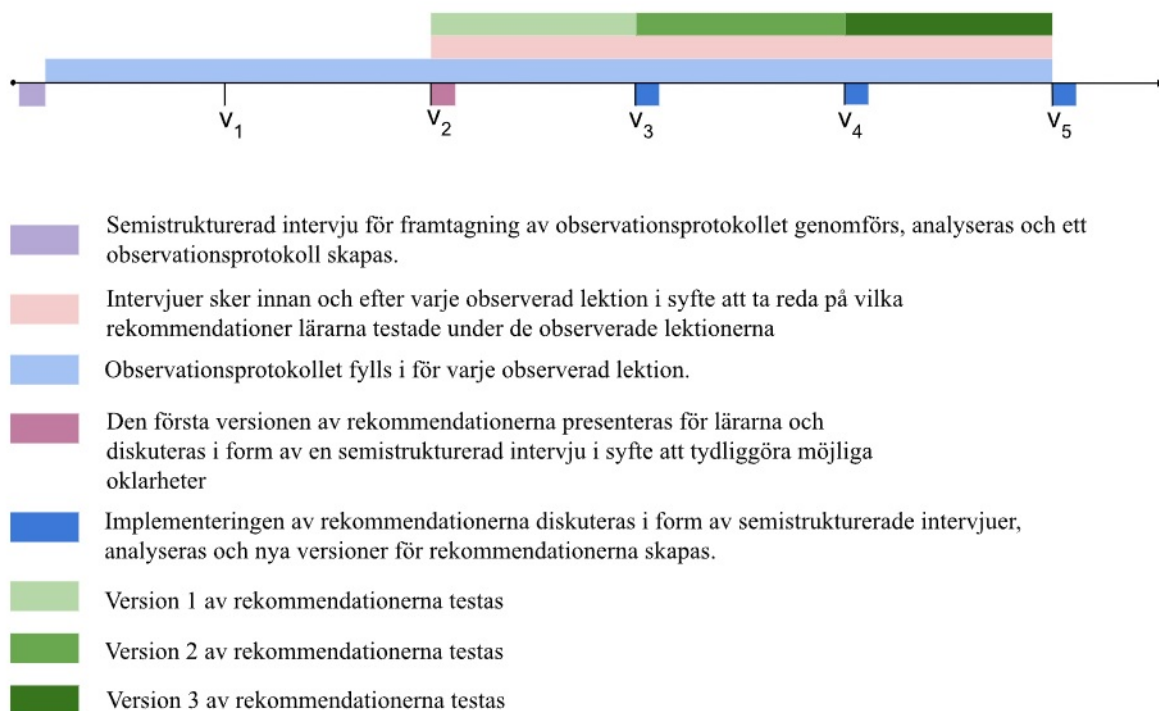
Utvärdering och reflektion (eng: Evaluation and Reflection) är den tredje fasen i DBR-modellen med syfte att empiriskt testa prototypen av interventionen samt reflektera över dess testresultat i syfte att generera teoretisk förståelse och därmed utveckla interventionsprototyperna (Huang m.fl., 2019). I denna studie skedde den empiriska evalueringen med hjälp av en dataanalys (se under rubriken Dataanalys) inkluderande analys av intervjuer och observationsprotokoll.

Implementation och spridning (eng: Implementation and Spread) är en del i DBR-modellen som representerar interaktioner och samarbete mellan de tre faserna och praktiken (Huang m.fl., 2019). I denna studie implementerades rekommendationerna i två klassrum, utvärderades och förändrades utifrån en genomgående förväntning att rekommendationerna potentiellt skulle kunna användas i andra klassrum. Samarbetet med lärarna låg till grund för implementeringen av rekommendationerna i klassrummen och innefattade dessutom diskussioner kring förbättringar av rekommendationerna i form av intervjuer.

Intervention och teoretisk förståelse representerar forskningens resultat i form av de framtagna rekommendationerna. Dessa togs fram och omarbetades genom en iterativ process med hjälp av de tidigare nämnda faserna. Den teoretiska förståelsen innefattar de slutsatser, idéer och nya insikt som uppstått under forskningsprocessens gång (Huang m.fl., 2019). I denna studie togs interventionen fram i form av rekommendationer och omarbetades under en tre veckors period till en slutgiltig version presenterad under rubriken Resultat. Den teoretiska förståelsen motsvarar de förbättringsförslag som tagits fram ur analysen av intervjuer med lärarna under implementeringen av rekommendationerna.

## 3.2 Datainsamling

Datainsamlingen bestod av en litteraturundersökning, semistrukturerade intervjuer och systematiska observationer. Litteraturundersökningen användes i första fasen av DBR processen och gav skribenten djupare förståelse kring det undersökta området. Detta tillsammans med de första två veckorna av observationerna gav underlag till den första prototypen av rekommendationerna. De olika versionerna av rekommendationerna togs fram iterativt i den andra fasen, Design och konstruktion, under tre veckors tid. Interventionen utvärderades därefter i tredje fasen med hjälp av semistrukturerade intervjuer. För en överblick av processen se figur 3 nedan.

**Figur 3:** Tidslinjen för datainsamlingen

### 3.2.1 Litteraturundersökning

Litteratursökningen skedde med hjälp av två databaser; Google scholar och ERIC där artiklar, böcker, tidskrifter och rapporter analyserades i syfte att sammanställa den teoretiska bakgrunden gällande den kognitiva belastningsteorin och de kognitiva effekterna.

Litteraturundersökningen utfördes dessutom i syfte att finna exempel på praktiska åtgärder som kan minska elevernas kognitiva belastning i matematikundervisningen. Dessa åtgärder beskrivs under rubriken *2.3 Kognitiva effekter* där varje kognitiv effekt medför en praktisk exempel på hur effekten i frågan kan implementeras i undervisningen.

### 3.2.2 Urval

I syfte att genomföra undersökningen i en praktisknära miljö genom att implementera och utvärdera rekommendationerna valdes två matematiklärare med respektive elevklass ut. Urvalet av lärarna samt deras klasser skedde utifrån den temadefinierade universums principen och den geografiskt definierade universumsprincipen (Fangen, 2005). Den temadefinierade universumsprincipen innebär att deltagarna väljs baserat på särskilda egenskaper (Fangen, 2005). I denna studie har högstadielklasser (en årskurs 7 och en årskurs 8) med bristande koncentration valts ut med tillhörande matematiklärare med lärarlegitimation och lång arbetserfarenhet (18 respektive 23 års arbetserfarenhet). Den geografiskt definierade universumsprincipen innebär att deltagarna väljs baserat på dess befintlighet (Fangen, 2005). I

studien har två lärare från samma skola och deras klasser valts ut i syfte att möjliggöra fler observationer under den begränsade tidsramen, vilket inte skulle vara möjligt i samma utsträckning om undersökningen inkluderade klasser på olika skolor.

### 3.2.3 Semistrukturerade intervjuer och dess analys

I syfte att kunna jämföra elevernas koncentration på lektionsinnehållet innan- och efter implementeringen av rekommendationerna togs ett observationsprotokoll fram genom att en semistrukturerad intervju (se bilaga 1) med två matematiklärare genomfördes och analyserades. Intervjun genomfördes i syfte att ta reda på vilka av elevernas beteenden som tyder på att de inte koncentrerar sig på lektionerna. Intervjun transkriberades och analyserades med hjälp av tematisk analys, som användes på grund av dess lämplighet att bidra med riktiga och komplexa data som kan sammanställas utan någon djupgående teknisk eller teoretisk expertis (Braun & Clarke, 2006). Den transkriberade intervjun kodades av skribenten där varje beteende som lärarna implicerade tyda på bristande koncentration markerades. Dessa beteenden jämfördes med varandra och delades in i olika teman:

- Elevers beteenden som innebär att de lämnar sin arbetsplats utan uppmaning från läraren.
- Elevers beteenden som innebär att eleven tittar på något som rör sig utan att samtidigt kommunicera med andra.
- Elevers beteenden som innebär kommunikation som inte berör lektionsinnehållet.
- Elevers beteenden som innebär kommunikation och som berör lektionsinnehållet.
- Elevers beteenden som uppstår vid användning av digitala hjälpmedel utan att beröra lektionsinnehållet.
- Elevers beteenden som kräver elevers användning av sina händer utan fysisk förflyttning från arbetsplatsen eller lärarens uppmaning och som inte heller berör lektionsinnehållet.

Dessa teman sammanställdes i ett observationsprotokoll (se under rubriken Resultat) tillsammans med beskrivningar av beteenden i syfte att möjliggöra mätningar av elevers koncentration innan och under implementeringen av rekommendationerna.

Tre semistrukturerade intervjuer (se bilaga 2) skedde i slutet av varje vecka under tre veckors tid i syfte att undersöka hur lärarna upplevde de implementerade rekommendationerna. Intervjuerna skedde med båda lärarna samtidigt via Zoom, spelades in, transkriberades och analyserades med hjälp av en tematisk analys där intervjuernas innehåll kodades utifrån tre kriterier där följande koder användes:

- Rekommendationspunkt.
- Svårighet med implementeringen av en rekommendationspunkt.

- Definierad åtgärd för att bemöta en svårighet med implementeringen av en rekommendationspunkt.

Därefter sorterades de kodade textutdragen med koden “svårigheter med implementeringen av en rekommendationspunkt” in i följande två teman:

- Svårigheter med definierade åtgärder för att bemöta dem.
- Svårigheter utan definierade åtgärder för att bemöta dem.

Åtgärderna som föll in i temat “svårigheter med åtgärder” infogades i den nästkommande versionen av rekommendationerna intill den tillhörande rekommendationspunkten och testades på nytt under de följande veckorna och utvärderades i en iterativ process. Svårigheter utan definierade åtgärder för att bemöta dem som av skribenten bedömdes bero på enstaka individer, eller inte påverkade möjligheten att implementera rekommendationerna i mer generella fall togs inte vidare i undersökningen. De andra svårigheter utan definierade åtgärder diskuterades i de nästkommande intervjuerna tills en åtgärd funnits.

Syftet med intervjuerna var att undersöka lärarnas åsikter och frågor i detalj genom att låta de intervjuade utveckla sina tankar och idéer samt tala utförligt kring ämnet i frågan. Därmed är semistrukturerade intervjuer den intervjustruktur som är mest anpassad till syftet (Denscombe, 2016) och har därmed använts i denna undersökning.

### 3.2.4 Observationer

Systematiska observationer med ett observationsprotokoll (se under rubriken Resultat) användes i syfte att producera data som inte påverkades av den enskilda forskarens perception och som överensstämde mellan observationerna (Denscombe, 2016). Observationerna genomfördes i syfte att mäta elevernas koncentration på lektionsinnehållet i undervisningen. De deltagande lärarnas undervisning i två olika klasser observerades och observationsprotokollen fylldes i. Endast de matematiklektioner där undervisningen skedde i ett klassrum där genomgång och/eller egen räkning stod för den största delen av undervisningen togs med i studien. Matematiklektioner som hölls av lärarvikarier observerades inte och lektioner där ovanliga incidenter (orelaterade till studien eller rekommendationerna) förekom togs inte med i studien. Dessa avgränsningar implementerades i syfte att behålla en homogen lektionsutformning och därmed förhindra eventuella felkällor.

Under observationerna antecknade skribenten mängden av de identifierade beteendena som eleverna uppvisade med hjälp av Excel på en dator för att snabbt kunna anteckna händelserna och sedan summera antalet uppvisade beteenden. Om någon elev uppvisade någon av de specificerade beteenden i observationsprotokollet noterades detta i dokumentet. Om flera elever var inblandade i ett visst beteende ansågs beteendet ha skett flera gånger (om tre elever

var inblandade skedde beteendet 3 gånger). Vid observationsprotokollet antecknades dessutom lektionens start och sluttid, klassen som observerades samt antalet fysiskt närvarande elever under lektionen. Efter de första två observationsveckorna presenterades rekommendationerna för de deltagande lärarna och implementerades under följande tre veckor av samma lärare i samma elevklasser. Under de tre observationsveckorna observerades undervisningen och observationsprotokollen fylldes i på nytt se under rubriken Resultat.

### 3.2.5 Strukturerade intervjuer

Efter de första två observationsveckorna presenterades rekommendationerna till lärarna i form av ett textdokument som skickades ut via e-post (se bilaga 3). Under de följande tre veckorna (se den rosa rektangeln i figur 3) skedde flera kortare strukturerade intervjuer med respektive lärare inför varje observerad lektion där lärarna svarade på frågan om vilka punkter i rekommendationslistan de skulle använda under den följande lektionen. Dessa punkter antecknades av skribenten. Under lektionen antecknade skribenten om de nämnda punkterna följdes enligt beskrivningen i rekommendationerna, följdes delvis eller inte följdes alls. Om punkterna inte följdes eller följdes delvis antecknades en kommentar vid punkten i frågan (se tabell 1).

**Tabell 1:** Exempel på rekommendations anteckningarna

planerade rekommendationer	Implementerades	Implementerades delvist	Implementerades ej	Kommentarer
2 (sittplatser)	x			
4 (gardiner)	x			
10 (checklistor)	x			
11 (rutiner)	x			
14 (mobiltelefoner)		x		mobilerna samlades in halvvägs genom lektionen
16 (material)	x			

Efter lektionen dubbelkollades dessa anteckningar med lärarna för att säkerställa att de var korrekta och stämde överens med lärarens upplevelse av lektionen, om någon anteckning inte stämde korrigerades den i efterhand.

Strukturerade intervjuer användes inför varje lektion på grund av dess lämplighet för intervjuer med begränsade svarsalternativ (Denscombe, 2016). Ibland, i syfte att spara tid, lämnade lärarna en post-it lapp med punkterna som skulle implementeras till skribenten. Den semistrukturerade intervjuformen som användes efter lektionen användes på grund av dess

lämplighet vid intervjuer där personernas upplevelser kring specifika frågor undersöks (Denscombe, 2016).

### 3.3 Dataanalys

I syfte att analysera effekterna av de implementerade rekommendationerna jämfördes data från de ifyllda observationsprotokollen innan rekommendationerna implementerades med data från scheman som fylldes i under implementeringen av rekommendationerna. För att analysera den kvantitativa data summerades det totala antalet beteenden per lektion och dividerades på antalet närvarande elever under lektionen i syfte att beräkna medelvärdet för antalet beteenden per elev. Sedan multiplicerades värdet med 60 dividerat på den undersökta lektionstiden (i minuter) för att få ett medelvärde för hur många beteenden en elev utför eller utsätts för under en timme. Uträkningen gjordes i syfte att minimera data variationer som kan uppstå på grund av det varierande antalet närvarande elever under lektionerna eller den varierande lektionstiden.

I syfte att analytiskt undersöka om den insamlade datan var normalfördelad användes SPSS programmet, en mjukvaruplattform för statistisk analys. Programmet användes i syfte att genomföra två Shapiro Wilk tester; en för den observerade datan för klass A och en för klass B, båda innan implementeringen av rekommendationerna. För att säkerställa resultatet från Shapiro Wilk testerna sammanställdes dessutom två Normal kvantil-kvantil plotter (eng: Normal Q-Q plot) för samma data, vilket även kompletterades med Trendeliminerad Normal kvantil-kvantil plot (eng: Detrended normal Q-Q plot).

Sedan gjordes ett statistiskt signifikanstest (Mann-Whitney U-Test) mellan värdena uppmätta innan implementeringen av rekommendationerna med värdena uppmätta under och efter implementationen av rekommendationerna. Mann-Whitneys U-Test användes på grund av dess lämplighet för jämförelse av grupperna eftersom en normalfördelning inom grupperna inte kunde antas (McKnight & Najab, 2010). Testerna gjordes med hjälp av programmet SPSS.

Efter att alla observationer hade genomförts sammanställdes en tabell med rekommendationspunkterna som inte testades av lärarna genom att de använda rekommendationspunkterna jämfördes med de presenterade punkterna i rekommendationerna (se tabell 11 under rubriken Resultat). Detta gjordes i syfte att transparent diskutera validiteten av undersökningen.

### 3.4 Framtagning av rekommendationerna (version 1)

Rekommendationernas första version togs fram med hjälp av litteraturundersökningen där de exemplifierade beskrivningarna av de kognitiva effekterna (se under rubriken Kognitiva effekter) sammanställdes till ett textdokument. Efter de första två observationsveckorna antecknade skribenten yttre stimuli som kunde ha orsakat de distraktioner (de beskrivna beteendena i observationsprotokollet) hos eleverna i klassrummen. Sedan skrev skribenten ner sätt som de yttre stimuli kunde dämpas eller elimineras (se bilaga 4) och förde in dem i rekommendationsdokumentet. Detta sammaställdes i den första versionen av rekommendationerna som går att finna i bilaga 3.

### 3.5 Begränsningar

Eftersom 9 lektioner under de två första veckorna observerades (fem respektive fyra per observerad klass) kan inte data anses vara tillräckligt stor för att skapa en god bild över hur elevernas koncentration ter sig under de vanliga omständigheterna. Observation av flera lektioner hade gett mer reliabilitet för undersökningen då chansen för oberoende observatörer att observera samma antal observationer under en annan tidpunkt skulle vara högre (Fangen, 2005). Gällande observationer fylldes observationsprotokollet i av en person vilket ger mindre reliabilitet då det kan ifrågasättas om en annan observatör skulle ha observerat samma beteenden (Fangen, 2005). Detta ökar risken att validiteten skulle minska eftersom observationsanteckningarna kunde ha varit mindre pålitliga (Fangen, 2005) då observatören kunde till exempel ha missat vissa beteenden och därmed påverka studiens resultat. I försök att motverka detta valde observatören att alltid observera från samma plats i klassrummet, detta eftersom eleverna som sitter längre ifrån observatören kan tänkas oftare uppvisa beteenden som inte antecknades då de inte kunde noteras av observatören. Eftersom dessa elever satt längre ifrån observatören både innan och efter implementeringen av rekommendationerna skulle detta betyda att beteenden som inte noterades innan inte heller noterades efter implementeringen av rekommendationerna.

Eftersom antalet elever varierade mellan lektionerna kunde det ha lett till att de elever som uppvisade mer beteenden som skulle ha noterats i observationsprotokollet inte var på plats och därmed minska validiteten av undersökningen. Detta eftersom undersökningens resultat kunde ha påverkats av annat än implementeringen av rekommendationerna och därmed ha mätt annat än planerat (Fangen 2005). På samma sätt kunde frånvaro av elever som i vanliga fall inte visar upp något beteende som noteras i observationsprotokollet gett upphov till lägre resultatets validitet.

Eftersom intervjuanalyser genomfördes av en person istället för flera innebär detta att

transkriberingarna kunde tolkas annorlunda av en annan oberoende person, vilket innebär att reliabiliteten för intervjuernas tolkningar är lägre (Fangen, 2005). För att motverka detta har skribenten dubbelkollat kodningarna av transkriberingarna för att säkerställa att ingen text som skulle falla under något av de specificerade koderna förbisågs.

Eftersom undersökningen skedde på en skola där endast två lärare intervjuades och två klasser observerades ger detta inte tillräcklig reliabilitet eftersom en annan observatör på en annan skola kunde ha observerat ett annat resultat och kommit fram till en annan slutsats (Fangen, 2005). I syfte att höja reliabiliteten observerades två klasser med två olika lärare för att utföra undersökningen i två olika miljöer med olika individer och därmed tillföra ett mer generellt resultat och slutsats.

---

---

# Analys och Resultat

---

I detta avsnitt analyseras och sammanställs den insamlade data på ett övergripligt sätt. För mer detaljerade beskrivningar se de refererade bilagorna.

## 4.1 Observationsprotokoll

Baserat på lärarnas svar på den första intervjun (bilaga 1) sammanställdes ett observationsprotokoll (se tabell 2), ett verktyg med syfte att mäta elevernas koncentration under matematiklektionerna på lektionsinnehållet. Observationsprotokollet innehåller beskrivningar av elevernas beteenden som tyder på att de inte koncentrerar sig på lektionsinnehållet samt en kolumn för anteckningen av antalet observerade beteenden eleverna uppvisar under en lektion.

**Tabell 2:** *Observationsprotokoll*

nr.	Beteende	Antal
1	Tittar på något som rör sig utan att förflytta sig.	
2	Kommunicerar kring annat än lektionsinnehållet.	
3	Lämnar sin arbetsplats utan en uppmaning från läraren.	
4	Pillar på saker utan att fysiskt förflytta sig eller sover.	
5	Tittar på sin eller en annan elevs dator eller mobiltelefon vars innehåll är orelaterat till lektionsinnehållet.	
6	Ställer en fråga som hen redan bör veta svaret till.	

Nummer 1 i observationsprotokollet indikerar beteenden där elever tittar på något som rör sig och inte heller berör lektionsinnehållet. Detta inkluderar exempelvis beteenden där eleven tittar på en annan elev som kastar något, en person som kommer in i klassrummet eller tittar genom ett fönster där det sker rörelse utanför.

Nummer 2 beskriver beteenden där elever kommunicerar kring annat än lektionsinnehållet. Detta berör både muntlig och icke muntlig kommunikation dock utesluter kommunikation via digitala medel såsom datorer eller mobiltelefoner. Exempel på sådana beteenden är att elever vinkar till någon som går förbi utanför fönstret till klassrummet, pratar med varandra kring

annat än matematik, gestikulerar eller gör miner mot varandra. Denna kategori inkluderar även beteenden där elever avbryter lärarens genomgång genom att prata om annat än lektionsinnehållet.

Beteendet nummer 3 beskriver elevers handlingar som involverar deras fysiska förflyttning som uppstår utan lärarens uppmaning. Till exempel inkluderar detta fall där eleverna lämnar klassrummet, går runt i klassrummet och samtidigt pillar på saker eller petar på andra elever. Detta inkluderar även fall där elever går från sin arbetsplats för att titta genom fönstret, hämta material eller sin mobiltelefon. Beteendet inkluderar dock inte förflyttningar som uppstår i samband med uppmaning från läraren.

Beteendet nummer 4 inkluderar fall där eleverna använder sina händer för att göra saker som inte berör lektionsinnehållet utan att fysiskt förflytta sig. Denna beteendes kategori inkluderar fall där en elev till exempel ritat i sitt anteckningsblock när eleven förväntas räkna i häftet, pillar på saker som till exempel en pennvässare, penna eller sudd, fixar till gardiner, kastar något eller liknande. Detta beteende inkluderar dessutom fall där elever lägger sina armar på arbetsbänken och vilar sitt huvud på armarna.

Nummer 5 i observationsprotokollet beskriver beteenden där eleverna underhåller sig med hjälp av digitala artefakter såsom datorer, mobiltelefon, smart watch eller liknande där innehållet i de digitala medlen inte berör lektionsinnehållet. Ett exempel på ett sådant beteende är att eleverna tittar på sociala medier på sina mobiltelefoner, spelar spel på sina datorer eller tittar på film. Detta inkluderar också fall där eleverna tittar på någon annan som underhåller sig med de digitala artefakterna.

Beteendet nr. 6 beskriver fall där eleverna ställer frågor till läraren som de redan bör veta svaret till. Till exempel frågar vilka sidor i matteboken eleverna ska jobba utifrån då läraren tidigare under samma lektion har berättat för klassen vilka sidor i boken som eleverna ska jobba med och skrivit upp dem på tavlan.

## **4.2 Del 1: Undersökningen innan implementeringen av rekommendationerna**

Under två veckor observerades två klasser: en årskurs 7 och en årskurs 8 (klasserna betecknas med A respektive B) och observationsprotokollet fylldes i för varje matematiklektion (för ett exempel se bilaga 5). Antalet observerade beteenden summerades per lektion och sammanställdes i tabell 3 tillsammans med antalet närvarande elever per lektion, lektionstiden och beräknade summan av observerade beteenden per elev och timme, där antalet beteenden dividerades på antalet elever och multiplicerades med 60 dividerat på lektionstiden i minuter. Det beräknade antalet observerade beteenden per elev och timme presenteras avrundat till det

närmaste decimaltalet och representerar genomsnittet över hur många beteenden en genomsnittlig elev utför eller utsätts för under en lektion. Antalet observerade lektioner varierade mellan klasserna eftersom vissa lektioner inte togs med i studien på grund av att de hölls av vikarierande lärare, blev inställda, inte följde den beskrivna lektionsstrukturen eller på grund av andra anledningar (se under rubriken Observationer).

**Tabell 3: Klass A**

nr.	Antal observerade beteenden	Antal närvarande elever	lektionstid (min)	observerade beteenden per elev och timme
1.	273	21	60	13,0
2.	261	26	50	12,0
3.	294	17	60	17,3
4.	169	21	35	13,8

**Tabell 4: Klass B**

nr.	Antal observerade beteenden	Antal närvarande elever	lektionstid (min)	observerade beteenden per elev och timme
1.	153	18	60	8,5
2.	99	15	50	7,9
3.	173	17	50	12,2
4.	114	19	60	6,0
5.	101	16	41	9,2

### 4.3 Del 2: Undersökningen under implementeringen av rekommendationerna

Del 2 av studien inleddes med att rekommendationernas första version (se bilaga 3) presenterades för lärarna genom att den skickades ut via mejl och diskuterades under ett zoom-möte för att bemöta möjliga otydligheter. Eftersom inga rekommendationspunkter var otydliga presenterades inte någon beskrivning av mötet i examensarbetet.

Under 3 veckor observerades samma klasser och observationsprotokollen fylldes i tillsammans med de använda rekommendationerna (se bilaga 6) och sammanställdes i tabellerna nedan (se tabell 5–10). Det varierande antalet observerade lektioner mellan klasserna och veckorna

orsakades av förekomsten av inställda lektioner eller andra fenomen beskrivna under rubriken Observationer som annars hade minskat den observerade datas validitet.

### 4.3.1 Del 2: Vecka 1

**Tabell 5: Klass A**

nr.	Antal observerade beteenden	Antal närvarande elever	lektionstid (min)	observerade beteenden per elev och timme	Använda rekommendationerna	Delvist använda rekommendationerna
1.	182	24	54	8,4	13	15,16

**Tabell 6: Klass B**

nr.	Antal observerade beteenden	Antal närvarande elever	lektionstid (min)	observerade beteenden per elev och timme	Använda rekommendationerna	Delvist använda rekommendationerna
1.	86	19	54	5,0	4, 13, 16	2, 11
2.	65	16	60	4,1	4, 15	2, 11, 13, 16
3.	59	16	46	4,8	2, 4, 11, 16	13

Analysen av en intervju efter en vecka av implementeringen av rekommendationerna i undervisningen visade att det fanns åtgärder till svårigheter som uppstod vid implementeringen av punkterna 4, 13 (motsvarar punkt 14 i version 2), 15 (motsvarar punkt 12 i version 2) och 16.

Rekommendation nummer 4 inkluderar en uppmaning att dra ner gardiner i klassrummet. Svårigheten med denna rekommendation var att gardinerna dessutom minskade ljusstillgången i klassrummet. För att motverka detta inkluderades ett förslag om att istället installera frostat plastfilm på klassrummets fönster i syfte att möjliggöra ljuset att komma in i klassrummet, men samtidigt hindra eleverna från att distraheras av händelserna utanför.

Punkt nummer 13 i rekommendationerna innehåller en uppmaning att samla in mobiltelefonerna i början av en lektion. Svårigheten med implementeringen av denna rekommendation har varit att de befintliga rutinerna gjorde det svårt för lärarna att samla in telefonerna i början av lektionen. Åtgärden för denna svårighet har därmed varit att samla in

mobiltelefonerna under en annan tid på lektionen, exempelvis efter en uppvärmningsuppgift eller efter en kort genomgång.

Rekommendation nummer 15 har varit att låsa klassrumsdörren under lektionen för att hindra obehöriga från att komma in. Svårigheten med implementeringen av rekommendationen har varit att elever från andra klasser istället knackade på dörren, vilket störde undervisningen. Denna rekommendation ersattes därmed med en uppmaning att informera de andra eleverna via deras klasslärare om att det inte är ett tillåtet beteende på skolan.

Punkt nummer 16 i rekommendationerna uppmanar lärarna att fråga eleverna om de har med sig relevant material innan de kommer i klassrummet samt att ha extra material lättillgängligt i klassrummet. Svårigheten med denna åtgärd har varit att eleverna glömde att material såsom sudd eller extra pennor fanns tillgängliga och därmed har lärarna uppmanats att påminna eleverna vid behov.

Dessa åtgärder implementerades i den nästkommande versionen av rekommendationerna, version 2.

### 4.3.2 Del 2: Vecka 2

**Tabell 7:** *Klass A*

nr.	Antal observerade beteenden	Antal närvarande elever	lektionstid (min)	observerade beteenden per elev och timme	Använda rekommendationerna	Delvist använda rekommendationerna
1.	253	18	56	15,1	14	16
2.	206	25	47	10,5	2, 14, 16, 17	
3.	71	24	31	5,7	2, 14, 16	

**Tabell 8:** *Klass B*

nr.	Antal observerade beteenden	Antal närvarande elever	lektionstid (min)	observerade beteenden per elev och timme	Använda rekommendationerna	Delvist använda rekommendationerna
1.	82	16	44	7,0	2, 4, 14, 16	11
2.	88	17	54	5,8	2, 4, 11, 14, 16	
3.	145	14	58	10,7	2, 4, 11, 16	14
4.	68	17	45	5,3	2, 4, 10, 11, 16	14

Analysen av en intervju som genomfördes två veckor efter implementeringen av rekommendationerna visade att punkterna 2, 14 och 16 kunde utvecklas i syfte att underlätta dess implementering i klassrummen. Dessa förbättringar inkluderades i den nästkommande versionen av rekommendationerna (version 3).

Punkt 2 i rekommendationerna som uppmanar lärare att ha bestämda sittplatser i klassrummet visade att det var svårt för lärarna att komma ihåg elevernas sittplatser, därmed utökades rekommendationen genom en uppmaning för lärare att skapa en sittplatskarta och ha den tillgängligt i klassrummet.

Rekommendation nummer 14 som berör insamlingen av mobiltelefonerna visade att det kan vara svårt för lärare att se till att alla elever lämnar in sina mobiltelefoner om mycket annat sker i klassrummet samtidigt. Det kan orsaka distraktioner för lärarna vilket kan leda till att vissa elever väljer att inte lämna in sin mobiltelefon. För att motverka detta utökades rekommendationen genom en uppmaning för lärarna att planera lektionen så att de inte ska behöva göra flera saker samtidigt och därmed inte missa samla alla elevers mobiltelefoner.

Implementeringen av punkt nummer 16 i rekommendationerna, som berör tillgången av material gav upphov till att vissa elever gick fram till materialet för att kunna prata med sina kompisar på vägen till materialet. För att motverka detta uppmanades lärarna i den följande versionen av rekommendationerna att dessutom placera ut material på de enstaka elevernas bord för att hindra de från att gå runt i klassrummet.

### 4.3.3 Del 2: Vecka 3

**Tabell 9: Klass A**

nr.	Antal observerade beteenden	Antal närvarande elever	lektionstid (min)	observerade beteenden per elev och timme	Använda rekommendationerna	Delvist använda rekommendationerna
1.	260	22	56	12,7	2, 13, 14, 16	
2.	204	25	54	9,1	2, 11, 14,	16
3.	117	21	27	12,4	2, 11, 14, 16	

**Tabell 10: Klass B**

nr.	Antal observerade beteenden	Antal närvarande elever	lektionstid (min)	observerade beteenden per elev och timme	Använda rekommendationerna	Delvist använda rekommendationerna
1.	76	19	48	5,0	2, 4, 11, 13, 14	16
2.	85	18	47	6,0	2, 4, 10, 14	11, 16

Analysen av en intervju som genomfördes tre veckor efter introduktionen av rekommendationerna visade att implementeringen av punkt 13 av rekommendationerna orsakade ökad brist på koncentration i klassrummet. Syftet med rekommendationen har varit att eleverna skulle skriva av en uppgift från matteboken eller white-borden innan de började räkna utifrån den. Därmed har denna punkt ersatts med en uppmaning att istället möjliggöra elevers arbete i arbetsblad där eleverna kunde behandla information på en och samma plats utan att utföra extra arbete i form av att skriva av uppgifterna.

Denna uppdatering av rekommendationerna infördes i en ny version av rekommendationerna och den slutgiltiga versionen av rekommendationerna sammanställdes. Detta går att finna i bilaga 7. Efter observationerna sammanställdes det totala antalet gånger rekommendationerna implementerades i varje klass (se tabell 11) och de icke testade rekommendationspunkterna sammanställdes i tabell 12.

**Tabell 11:** *Det totala antalet gånger rekommendationerna implementerades i klass A och B*

Rekommendations- punkterna (version 2-4)	Motsvarande rekommendations- punkterna (version 1)	Antal implementeringar klass A	Antal implementeringar klass B
1	1	0	0
2	2	5	9
3	3	0	0
4	4	0	9
5	5	0	0
6	6	0	0
7	7	0	0
8	8	0	0
9	9	0	0
10	10	0	2
11	11	2	9
12	15	1	1
13	12	1	1
14	13	7	9
15	14	0	0
16	16	7	9
17	17	1	0
Totalt:		24	49

**Tabell 12:** *Rekommendationspunkterna (motsvarande version 4)*

Alla rekommendationspunkter	Testade rekommendationspunkterna	Icke testade rekommendationspunkterna
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17	2, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 15

## 4.4 Normalfördelningstest

I syfte att välja ett statistisk signifikantstest vid jämförelse av elevernas koncentration innan implementeringen av rekommendationerna med elevernas koncentration efter implementeringen av rekommendationerna undersöktes först om den insamlade datan var

normalfördelad. Därmed för att analytiskt undersöka om den insamlade datan i observationsprotokollen för Del 1 av undersökningen var normalfördelad genomfördes två Shapiro Wilk tester (en för varje klass) samt Normal kvantil-kvantil plot (eng: Normal Q-Q plot) och Trendeliminerad Normal kvantil-kvantil plot (eng: Detrended normal Q-Q plot) sammanställdes (DATAtab Team (2024)). Det fullständiga resultatet från den analytiska undersökningen för klass A går att finna i bilaga 8. Shapiro Wilk testet visade ett p-värde på 0,407 vilket tyder på att datan är normalfördelad, men kvantil-kvantil plotterna tydde på en motsägelse då de uppmätta värdena avviker mycket från normalen (se bilaga 8). Därmed drogs slutsatsen att datan inte garanterat är normalfördelad. På samma sätt visade testet att data från observationer hos B-klassen kan vara normalfördelad då p-värdet visar 0,819. Dock visade den stora spridningen av punkterna i kvantil-kvantil testerna att datan inte nödvändigtvis är normalfördelad. Därmed drogs slutsatsen att datan inte kunde antas vara normalfördelad.

## 4.5 Mann Whitney U-test

Eftersom data inte garanterat är normalfördelad, användes Mann Whitney U-test för att undersöka den insamlade datas betydelse. I testet jämfördes den kvantitativa data från observationsprotokollen där värdena för observerade beteenden för elev och timme från Del 1 av undersökningen jämfördes med den insamlade data från Del 2 av undersökningen. Värdena som representerade antalet observerade beteenden per elev och timme från tabellerna 3–10 användes för jämförelsen av resultat. Analysen utfördes med hjälp av programmet SPSS och visade ett p-värde på 0,073 för jämförelsen av klassens koncentration innan och efter implementeringen av rekommendationerna (se tabell 13). Detta visade att nollhypotesen inte kunde förkastas och därmed att det fanns en liten, men inte statistiskt signifikant skillnad mellan de jämförda grupperna. Testet för B-klassen visade ett p-värde på 0,019 vilket innebär att noll hypotesen ska förkastas (då  $p < 0,05$ ) och därmed att det finns en statistiskt signifikant skillnad mellan grupperna.

**Tabell 13:** *P-värden från Mann Whitney U-test*

Grupp 1	Grupp 2	P-värdet
Antalet observerade beteenden per beteendekategori i observationsprotokollet under Del 1 av undersökningen för klass A.	Antalet observerade beteenden per beteendekategori i observationsprotokollet under Del 2 av undersökningen för klass A.	0,073
Antalet observerade beteenden per beteendekategori i observationsprotokollet under Del 1 av undersökningen för klass B.	Antalet observerade beteenden per beteendekategori i observationsprotokollet under Del 2 av undersökningen för klass B.	0,019

I syfte att avgöra om förändringen för klasserna var positiv eller negativ, att antalet uppvisade beteenden ökade eller minskade beräknades dessutom medelvärdet för de uppvisade beteenden innan och efter implementeringen av rekommendationerna se tabell 14.

**Tabell 14:** *Medelvärden för antalet observerade beteenden per elev och timme*

Klass	Medelvärdet för antalet observerade beteenden per elev och timme innan implementeringen av rekommendationerna	Medelvärdet för antalet observerade beteenden per elev och timme under implementeringen av rekommendationerna
A	14.0	10.6
B	8.8	6.0

---

---

## Diskussion och Slutsats

---

Frågeställningen ”Vad styr elevernas koncentration baserat på den kognitiva belastningsteorin?” och ” Vilka yttre faktorer kan påverka elevers koncentration sett utifrån den kognitiva belastningsteorin?” besvarades av litteraturundersökningen. Denna undersökning visade att elevernas koncentration styrs av arbetsminnet och mer exakt centalexekutiven som är en del av arbetsminnet. När elevernas arbetsminne överbelastas påverkas deras koncentration negativt. För att minska den kognitiva belastningen ska yttre stimuli dämpas eller elimineras helt i form av minskade distraktioner. Information under genomgångar ska presenteras tydligt, utan överflödigt information och dessutom vara anpassad för elevernas kunskapsgrad. Till exempel om eleverna är nybörjare inom ett visst område ska problemlösningsexempel presenteras i steg, men detta ska undvikas för de mer erfarna eleverna.

Frågeställningen ”Vad kan lärare göra för att bidra till ökad koncentration i sin matematikundervisning?” besvarades av de framtagna rekommendationerna (se bilaga 4). Rekommendationerna konstruerades utifrån de kognitiva effekterna och dess effekt testades i två klasser (klass A och klass B). Den statistiska analysen av den insamlade datan med hjälp av observationsprotokollet i samband med att det genomsnittliga medelvärdet av observerade beteenden per elev och timme var lägre efter implementeringen av rekommendationerna för B-klassen visade att eleverna kunde koncentrera sig bättre efter implementeringen av rekommendationerna. Även om p-värdet för A-klassen inte var statistiskt signifikant visade det lägre medelvärdet av observerade beteenden efter implementeringen av rekommendationerna en förbättring av elevernas koncentration (se tabell 14). Eftersom det totala antalet testade och implementerade rekommendationer i B klassen var högre än i A klassen (49 respektive 24 rekommendationer) kan en slutsats dras att rekommendationsimplementeringen har en positiv påverkan på elevernas koncentration och att lärarna kan använda rekommendationerna till att öka koncentrationen i matematikundervisningen.

Den tidigare forskningen visade att implementeringen av situationer som ger upphov till de kognitiva effekterna som minskar den kognitiva belastningen ökar lärandet hos eleverna (Chandlers & Swellers, 1991; Pollock m.fl., 2002; Sweller, 2011; Gillmor m.fl., 2015). Eftersom denna undersökning visar att implementeringen av dessa situationer i form av rekommendationer leder till minskat antal uppvisade beteenden som tyder på bristande

koncentration och därmed förbättrad koncentration kan en slutsats dras om att den tidigare forskningen och studiens resultat stämmer överens med varandra.

## **6.1 Vidare forskning**

I syfte att öka studiens reliabilitet bör undersökningen genomföras flera gånger där även rekommendationer som inte testades i denna undersökning, men fanns beskrivna i rekommendationerna, implementeras. Detta för att säkerställa att alla sammanställda rekommendationer ger positiv effekt. För att säkerställa att alla rekommendationer ger önskat resultat bör även rekommendationerna, om möjligt, testas var för sig för att undersöka om de individuellt ger önskat resultat. Dessutom bör undersökningen genomföras på flera olika skolor i varierande miljöer för att säkerställa att rekommendationerna ger nytta i olika sammanhang.

---

---

# Referenser

---

- Baddeley , A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423  
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2). s.77-101. ISSN 1478-0887
- Chandler, P., Sweller, J. (1991). Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and instruction*, 8 (4), 293-332. <https://www-jstor-org.focus.lib.kth.se/stable/3233596?sid=primo&seq=1>
- Chen, O., Paas, F. & Sweller, J. A.. (2023). Cognitive Load Theory Approach to Defining and Measuring Task Complexity Through Element Interactivity. *Educ Psychol Rev* 35(63). <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09782-w>
- Cooper, G., Tindall-Ford, S., Chandler, P., & Sweller, J. (2001). Learning by imagining. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7(1), 68–82.  
<https://doi.org/10.1037/1076-898X.7.1.68>
- DATAtab Team. (2024). DATAtab: Online Statistics Calculator. DATAtab e.U. Graz, Austria. <https://datatab.net>
- Denscombe, M. (2016). *Forskningshandboken: För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna* (3 uppl.). Studentlitteratur.
- Didau, D., & Rose, N. (2018). *Klassrumsspsykologi: Från teori till praktik*. Natur & Kultur.
- Fangen, K. (2005). *Deltagande observation* (1 uppl.). Liber.
- Gillmor, S., Poggio, J., & Embretson, S. (2015). Effects of Reducing the Cognitive Load of Mathematics Test Items on Student Performance. *Numeracy: Advancing Education in Quantitative Literacy*, 8(1), 4-. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.8.1.4>
- Huang, R., Spector, J. M., & Yang, J. (2019). *Educational Technology a Primer for the 21st Century*. Springer.

- Klepsch, M., Schmitz, F., & Seufert, T. (2017). Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Front. Psychol.* 8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01997>
- Kalyuga, S., Chandler, P., Tuovinen, J., & Sweller, J. (2001). When problem solving is superior to studying worked examples. *Journal of Educational Psychology*, 93(3), 579–588. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.3.579b>
- McKnight, P.E. & Najab, J. (2010). Mann-Whitney U Test. *The Corsini Encyclopedia of Psychology*.  
<https://doi-org.focus.lib.kth.se/10.1002/9780470479216.corpsy0524>
- Piaget, J. (2013). Barnets själsliga utveckling. Studentlitteratur.
- Pollock, E., Chandler, P., Sweller, J.. (2002). Assimilating complex information. *Learning and Instruction*, 12(1), 61-86.  
[https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00016-0](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00016-0)
- Pouw, W., Rop, G., de Koning, B., & Paas, F. (2019). The cognitive basis for the split-attention effect. *Journal of Experimental Psychology: General*, 148(11), 2058–2075. <https://doi.org/10.1037/xge0000578>
- Rourke, A., & Sweller, J. (2009). The worked-example effect using ill-defined problems: Learning to recognise designers' styles. *Learning and Instruction* 19(2), 185-199. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.03.006>
- Sankey, M., Birch, D., Gardiner, M. W. (2010). Engaging students through multimodal learning environments: The journey continues. *Proceedings of the 27th Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education* (sid. 852-863). University of Queensland.  
<https://research.usc.edu.au/esploro/outputs/99449645202621>
- Smith, M., T. (2024) K-ULF. Hämtad 2024-06-02 från <https://www.kth.se/k-ulf>
- Svenska Akademien (2022 c). Intervenera. I *Svensk Ordbok*. Hämtad 2024-03-29 från <https://svenska.se/so/?sok=intervenera&pz=4>
- Svenska Akademien (2022 a). Koncentration. I *Svensk Ordbok*. Hämtad 2024-01-28 från <https://svenska.se/so/?sok=koncentration&pz=4>
- Svenska Akademien (2022 b). Koncentration. I *Svenska Akademiens ordlista*. Hämtad 2024-01-28 från <https://svenska.se/saol/?sok=koncentration&pz=4>
- Sweller, J. (2011). CHAPTER TWO - Cognitive Load Theory. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 37-76.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387691-1.00002-8>

- Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22, 123–138.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Sweller, J., Ayres, P., Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4_11)
- Sweller, J., Mawer, R. F., & Ward, M. R. (1983). Development of expertise in mathematical problem solving. *Journal of Experimental Psychology: General*, 112(4), 639–661. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.112.4.639>
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. & Paas, F.G.W.C. (1998) *Cognitive Architecture and Instructional Design*. *Educational Psychology Review* 10(3), 251–296.  
<https://doi.org/10.1023/A:1022193728205>
- Säljö, R. (2019). *Lärande: en introduktion till perspektiv och metaforer* (1 uppl.). Gleerups.
- Tabbers, H.K., Martens, R. L., Van Merriënboer, J. G.. (2004). Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 71-81.  
<https://doi.org/10.1348/000709904322848824>
- Van Merriënboer, J. J. G.. (1990). Strategies for Programming Instruction in High School: Program Completion vs. Program Generation. *Journal of educational computing research*, 6(3), 265-285.  
<https://doi.org/10.2190/4NK5-17L7-TWQV-1EHL>

---

# Bilagor

---

## **Bilaga 1: Frågor till första intervjun**

*Frågor till första intervjun med syfte att samla underlag till sammanställningen av ett observationsprotokoll.*

Utifrån egen erfarenhet, vilka av era elevers beteenden tolkar ni som bristande koncentration?  
Det vill säga, hur märker ni att eleverna inte koncentrerar sig på lektionerna?

## **Bilaga 2: Intervjufrågor för undersökning av lärarnas upplevelser**

*Intervjufrågor för undersökning av lärarnas upplevelse kring implementeringen av rekommendationerna*

Fråga 1: Har det funnits några svårigheter med att implementera de rekommendationer ni har testat?

Fråga 2: Har ni några förslag på hur de kan förtydligas/förbättras?

Exempel på följdfrågor som ställdes:

Går det bra att ställa materialen längst fram i klassrummet så att eleverna ser var det extra materialet finns?

Vad tycker ni om att samla in mobiltelefonerna efter eller under uppvärmningsuppgiften?

## Bilaga 3: Första versionen av rekommendationerna

### Åtgärder som kräver förberedelser innan lektionen:

1. Undvik att presentera information från olika informationskällor samtidigt när informationen kan förstås och tolkas separat. Till exempel undvik att använda bilder som kan associeras med en text utan att bidra med ytterligare information. Använd i stället visuell information som till exempel bilder, grafer och tabeller tillsammans med auditiv information.

*Att använda bilder som inte bidrar med ytterligare information ökar den kognitiva belastningen då det fungerar som en distraktion snarare än att bidra till inläring (Redundanseffekt). Att presentera information med hjälp av olika informationskanaler är dock nyttigt särskilt när visuell information (inte text) kombineras med auditiv information (Modalitetseffekt).*

2. Använd bestämda sittplatser i klassrummet och se till att elever som pratar med varandra om annat än lektionsinnehållet sitter tillräckligt långt ifrån varandra.

*Då eleverna i förväg vet var de ska sitta behöver de inte tänka på det när de kommer in i klassrummet och därmed minskar den kognitiva belastningen. Att placera elever som brukar prata med varandra längre ifrån varandra kan leda till att färre onödiga konversationer uppstår och därmed minskar mängden distraherande moment. (Redundanseffekt)*

3. Visa en bulletpoint i taget vid en Powerpointpresentation.

*Om flera punkter visas samtidigt kan det vara svårt för eleverna att koncentrera sig på den relevanta punkten då det finns andra punkter att titta på. Detta kräver mer ansträngning av eleven att fokusera på det som är relevant vilket ökar den kognitiva belastningen (Redundanseffekt).*

4. Dra ner gardiner i klassrummet innan lektionen börjar om det är vanligt för klassen att bli distraherad av händelserna utanför.

*Se kommentaren under punkt 3.*

5. När nytt komplext information/uppgift presenteras dela upp uppgiften/informationen i mindre delar och låt eleverna jobba med delarna separat innan delarna inkorporeras med varandra. Pausa regelbundet för att ge tillfällen för eleverna att ställa frågor. Ge eleverna chansen att öva på att lösa varje enskilt steg och därefter låt eleverna öva på att lösa hela sekvensen.

*Detta leder till att mindre mängd information behöver behandlas samtidigt och arbetsminnet inte löper lika stor risk för att bli överbelastat (Isolerade elementens effekt).*

6. Använd målfria problem i undervisningen. Till exempel i stället för att ge eleverna

uppgiften “beräkna vinkeln ABC” i en triangel formulera frågan som “beräkna så många vinklar du kan”. Notera att sådana problem ger nytta endast när det finns ett begränsat antal lösningar, exempelvis finns det endast 3 vinklar att beräkna.

*Detta kräver mindre av arbetsminnet vilket minskar den kognitiva belastningen. (Mål-fri effekt)*

7. Presentera ett problem tillsammans med problemlösningen, undvik öppna uppgifter i ett nytt moment genom att ge exempel på hur olika problem kan lösas. Visa de olika steg som behöver tas för att lösa uppgiften i frågan men se till att det finns alternativt arbetsmaterial för de mer erfarna eleverna (till exempel matteboken)

*Att arbeta med exempeluppgifter i stället för öppna uppgifter minskar den kognitiva belastningen när ett nytt moment introduceras. (Exempeleffekt) Att visa lösningsexempel till elever som är mer erfarna och i förväg vet hur en uppgift kan lösas leder dock till att arbetsminnet kan överbelastas (Expertise reversal effect), därför är det viktigt att eleverna som befinner sig på en högre nivå har alternativa och mer utmanande arbetsuppgifter.*

8. Låt eleverna öva på att lösa färdigt vissa räkneproblem i stället för att lösa hela problemet självständigt.

*Detta gäller när nya moment introduceras och eleverna inte är bekväma med att lösa hela problem. Att komplettera problem utgör mindre belastning på arbetsminnet.*

*(Problemlutningseffekt)*

9. Vid användning av övergående information (exempelvis film eller auditiva instruktioner) som eleverna behöver återkalla vid eget arbete presentera i stället informationen med hjälp av orörliga bilder som presenterar de olika steg som presenterades i filmen. Dessutom kan du presentera den auditiva informationen genom skrivna punkter i textformat.

*Då elever behöver återkalla fullständiga informationssekvenser belastas arbetsminnet mer än om eleverna ges möjlighet att följa de olika steg var för sig. (Övergående informationseffekt).*

10. Använd checklistor med lektionsinnehållet i pappersform på lektionerna så att eleverna kan bocka av och veta var de befinner sig i genomgången samt vad de ska göra och när.

*Att tydligt förmedla för eleverna vad de ska göra och när minskar den kognitiva belastningen då eleverna inte behöver ta reda på det på egen hand.*

11. Använd rutiner, starta och avsluta lektioner på samma sätt.

*När rutiner används, vet eleverna vad de ska förvänta sig och inte behöver behandla ny information vilket skulle hända om rutinerna inte följdes. Att behandla ny information belastar arbetsminnet och användning av rutiner minskar belastningen.*

**Åtgärder som inte kräver förberedelser:**

12. Under undervisningstiden för självständig räkning uppmana dina elever att skriva av uppgiften från boken till räknehäftet (eller Whiteboarden) innan de börjar räkna på uppgiften. Om uppgiften presenteras på tavlan överväg att i stället dela ut den i pappersformat, så att de kan lösa uppgiften på samma plats som den är presenterad på.

*När information presenteras på samma plats som den ska behandlas på, behöver inte eleverna fördela uppmärksamheten mellan två informationskällor och därmed minskar den kognitiva belastningen. (Delad uppmärksamhets effekt)*

13. Samla in elevernas mobiltelefoner i början på lektionen och lägg telefonerna oåtkomligt för eleverna under lektionstid.

*Detta för att minska distraktionerna och därmed mängden information eleverna behöver behandla under lektionstid (Redundanseffekt).*

14. Om möjligt och ekonomiskt tillgängligt uppmana eleverna att använda hörselkåpor för att utesluta störande ljud i undervisningen när passande, till exempel under självständig räkning i matteboken.

*Se kommentaren under punkt 3.*

15. Lås dörren till klassrummet när lektionen har börjat så att obehöriga inte kommer in och stör undervisningen.

*Se kommentaren under punkt 3.*

16. Innan eleverna släpps in i klassrummet fråga dem om de har allt nödvändigt material med sig (penna, sudd, räknehäfte, dator, linjal eller annat) i syfte att de inte ska behöva lämna klassrummet under lektionstid för att hämta materialet. Om något av materialet förses i klassrummet se till att det är lättillgängligt och att eleverna vet var materialet finns och kan hämta vid behov utan att fråga.

*När en elev går från sin plats för att hämta en penna eller ett räknehäfte distraheras hen från sitt arbete och dessutom kan orsaka ytterligare distraktioner om eleven börjar prata med sina kompisar när hen rör sig i klassrummet. Om en elev ber någon annan om en penna eller sudd distraheras båda involverade eleverna från sitt arbete (Redundanseffekt).*

17. Tillåt inte flera elever lämna klassrummet samtidigt utan en tydlig anledning.

*Vissa elever kan välja att spendera lektionstid på annat än det som är planerat av läraren och det kan uppstå konversationer mellan eleverna när de planerar att exempelvis besöka toaletten tillsammans under lektionstid. Detta innebär att eleverna lägger sin uppmärksamhet på annat än lektionsinnehållet, och blir distraherade (Redundanseffekt).*

## **Bilaga 4: Yttre stimuli som kan ha orsakat distraktioner för eleverna**

*Yttre stimuli som kan ha orsakat distraktioner för eleverna, samt åtgärder som kan dämpa eller eliminera dessa stimuli.*

1. Obehöriga kommer in i klassrummen under lektionstid, vilket får eleverna att titta upp på dem.

*För att hindra obehöriga från att komma in i klassrummen se till att dörren är låst under lektionstid.*

2. Vissa elever tittar genom fönstren på andra elever som går förbi eller spelar fotboll.

*För att hindra eleverna från att titta ut dra för gardinerna.*

3. Obehöriga knackar på fönstren i klassrummen och gör miner.

*Dra för gardinerna till klassrummen för att hindra de obehöriga från att se in.*

4. Vissa elever pratar med varandra under lektionstid om att tillsammans gå ut ur klassrummet för att göra något orelaterat till lektionsinnehållet.

*Informera eleverna om att det inte är tillåtet att lämna klassrummen tillsammans med sina kamrater under lektionstiden.*

5. Vissa elever lämnar klassrummet under lektionstiden för att hämta lektionsmaterial.

*Se till att eleverna har med sig rätt material till klassrummet innan de kommer in genom att fråga dem om de har med sig materialet och uppmana dem att hämta det om de inte har det.*

6. Vissa elever pratar med dem de sitter bredvid om annat än lektionsinnehållet.

*Inför bestämda sittplatser i klassrummet och placera eleverna som brukar prata med varandra om annat än lektionsinnehållet tillräckligt långt ifrån varandra så att de inte lätt ska kunna kommunicera med varandra.*

7. En del elever tittar på sin telefon under lektionstid.

*Samla in telefonerna innan lektionen börjar.*

8. Elever tittar upp om de hör någon annan elev prata.

*Uppmana eleverna om att använda hörselkåpor för att utesluta störande ljud för eleverna under självständig räkningsstid.*

Elever pratar med varandra eller frågar läraren vad de ska göra. 9.

*Använd checklistor med information över vad eleverna förväntas göra för att de inte ska behöva fråga varandra eller läraren om vad de ska göra.*

## Bilaga 5: Ifylld observationsprotokoll under Del 1 av undersökningen

*Exempel på de ifyllda observationsprotokollen under en lektion för klass A och en lektion för klass B under Del 1 av undersökningen.*

Beteende	Totalt Antal	Klass A
Tittar på något som rör sig utan att förflytta sig.	33	Tid: 11:45-12:45
Kommunicerar kring annat än lektionsinnehållet.	176	Antal elever: 21
Lämnar sin arbetsplats utan en uppmaning från läraren.	34	Datum: 2024-02-13
Pillar på saker utan att fysiskt förflytta sig eller sover.	29	
Tittar på sin eller en annan elevs dator eller mobiltelefon vars innehåll är orelaterat till lektionsinnehållet.	0	
Ställer en fråga som hen redan bör veta svaret till.	1	
<b>Totalt</b>	<b>273</b>	

Beteende	Totalt Antal	Klass B
Tittar på något som rör sig utan att förflytta sig.	13	Tid: 10:25-11:25
Kommunicerar kring annat än lektionsinnehållet.	88	Antal elever: 18
Lämnar sin arbetsplats utan en uppmaning från läraren.	9	Datum: 2024-02-14
Pillar på saker utan att fysiskt förflytta sig eller sover.	12	
Tittar på sin eller en annan elevs dator eller mobiltelefon vars innehåll är orelaterat till lektionsinnehållet.	26	
Ställer en fråga som hen redan bör veta svaret till.	5	
<b>Totalt</b>	<b>153</b>	

## Bilaga 6: Ifylld observationsprotokoll under Del 2 av undersökningen

Exempel på ifyllda observationsprotokoll med använda rekommendationer för klass A och B under respektive lektion för Del 2 av undersökningen.

Beteende	Totalt Antal	Klass A
Tittar på något som rör sig utan att förflytta sig.	20	Tid: 9:26-10:20
Kommunicerar kring annat än lektionsinnehållet.	92	Antal elever: 24
Lämnar sin arbetsplats utan en uppmaning från läraren.	17	Datum: 2024-03-06
Pillar på saker utan att fysiskt förflytta sig eller sover.	45	
Tittar på sin eller en annan elevs dator eller mobiltelefon vars innehåll är orelaterat till lektionsinnehållet.	7	
Ställer en fråga som hen redan bör veta svaret till.	1	
<b>Totalt:</b>	<b>182</b>	

Planerade rekommendationer	Implementerades	Implementerades delvist	Implementerades ej	Kommentarer
13	x			
15		x		eleverna låste upp dörren
16		x		pennvässarna var inte tydligt placerade

Beteende	Totalt Antal	Klass B
Tittar på något som rör sig utan att förflytta sig.	6	Tid: 10:26-11:19
Kommunicerar kring annat än lektionsinnehållet.	60	Antal elever: 19
Lämnar sin arbetsplats utan en uppmaning från läraren.	13	Datum: 2024-03-06
Pillar på saker utan att fysiskt förflytta sig eller sover.	6	
Tittar på sin eller en annan elevs dator eller mobiltelefon vars innehåll är orelaterat till lektionsinnehållet.	1	
Ställer en fråga som hen redan bör veta svaret till.	0	
Totalt:	86	

Planerade rekommendationer	Implementerades	Implementerades delvist	Implementerades ej	Kommentarer
2		x		bestämda sittplatser användes som tidigare dock inte placerade så att eleverna som pratar om annat än matte sitter längre ifrån varandra.
4	x			
11		x		lektionen avslutades på ett annat sätt
13	x			
15			x	dörren låstes inte
16	x			

## Bilaga 7: Slutgiltig version av rekommendationerna

*Rekommendationerna version 4 (slutgiltig version)*

### Åtgärder som kräver förberedelser innan lektionen:

1. Undvik att presentera information från olika informationskällor samtidigt när informationen kan förstås och tolkas separat. Till exempel undvik att använda bilder som kan associeras med en text utan att bidra med ytterligare information. Använd i stället visuell information som till exempel bilder, grafer och tabeller tillsammans med auditiv information.

*Att använda bilder som inte bidrar med ytterligare information ökar den kognitiva belastningen då det fungerar som en distraktion snarare än att bidra till inläring (Redundanseffekt). Att presentera information med hjälp av olika informationskanaler är dock nyttigt särskilt när visuell information (inte text) kombineras med auditiv information (Modalitetseffekt).*

2. Använd bestämda sittplatser i klassrummet och se till att elever som pratar med varandra om annat än lektionsinnehållet sitter tillräckligt långt ifrån varandra. Skapa gärna en sittplatskarta att ha i klassrummet så att både eleverna och läraren vet var alla ska sitta.

*Då eleverna i förväg vet var de ska sitta behöver de inte tänka på det när de kommer in i klassrummet och därmed minskar den kognitiva belastningen. Att placera elever som brukar prata med varandra längre ifrån varandra kan leda till att färre onödiga konversationer uppstår och därmed minskar mängden distraherande moment. (Redundanseffekt)*

3. Visa en bulletpoint i taget vid en Powerpointpresentation.

*Om flera punkter visas samtidigt kan det vara svårt för eleverna att koncentrera sig på den relevanta punkten då det finns andra punkter att titta på. Detta kräver mer ansträngning av eleven att fokusera på det som är relevant vilket ökar den kognitiva belastningen (Redundanseffekt).*

4. Dra ner gardiner i klassrummet innan lektionen börjar om det är vanligt för eleverna att bli distraherade av händelserna utanför. Om det finns möjlighet att installera plastfilm på fönstren så att ljuset kommer in i klassrummet utan att eleverna kan se ut ur klassrummet och obehöriga inte kan se in.

*Se kommentaren under punkt 3.*

5. När ny komplex information/uppgift presenteras dela upp uppgiften/informationen i mindre delar och låt eleverna jobba med delarna separat innan delarna inkorporeras med varandra. Pausa regelbundet för att ge tillfällen för eleverna att ställa frågor. Ge eleverna chansen att öva på att lösa varje enskilt steg och därefter låt eleverna öva på att lösa hela sekvensen.

*Detta leder till att mindre mängd information behöver behandlas samtidigt och arbetsminnet inte löper lika stor risk för att bli överbelastat (Isolerade elementens effekt).*

6. Använd målfria problem i undervisningen. Till exempel i stället för att ge eleverna uppgiften "beräkna vinkeln ABC" i en triangel formulera frågan som "beräkna så många vinklar du kan". Notera att sådana problem ger nytta endast när det finns ett begränsat antal lösningar, exempelvis finns det endast 3 vinklar att beräkna.

*Detta kräver mindre av arbetsminnet vilket minskar den kognitiva belastningen. (Mål-fri effekt)*

7. Presentera ett problem tillsammans med problemlösningen, undvik öppna uppgifter i ett nytt moment genom att ge exempel på hur olika problem kan lösas. Visa de olika steg som behöver tas för att lösa uppgiften i frågan men se till att det finns alternativt arbetsmaterial för de mer erfarna eleverna (till exempel matteboken)

*Att arbeta med exempeluppgifter i stället för öppna uppgifter minskar den kognitiva belastningen när ett nytt moment introduceras. (Worked example effect) Att visa lösningsexempel till elever som är mer erfarna och i förväg vet hur en uppgift kan lösas leder dock till att arbetsminnet kan överbelastas (Expertise reversal effect), därför är det viktigt att eleverna som befinner sig på en högre nivå har alternativa och mer utmanande arbetsuppgifter.*

8. Låt eleverna öva på att lösa färdigt vissa räkneproblem i stället för att lösa hela problemet självständigt.

*Detta gäller när nya moment introduceras och eleverna inte är bekväma med att lösa hela problem. Att komplettera problem utgör mindre belastning på arbetsminnet.*

*(Problemavlutningseffekt)*

9. Vid användning av övergående information (exempelvis film eller auditiva instruktioner) som eleverna behöver återkalla vid eget arbete presentera i stället informationen med hjälp av orörliga bilder som presenterar de olika steg som presenterades i filmen. Dessutom kan du presentera den auditiva informationen genom skrivna punkter i textformat.

*Då elever behöver återkalla fullständiga informationssekvenser belastas arbetsminnet mer än om eleverna ges möjlighet att följa de olika steg var för sig. (Övergående informationseffekt).*

10. Ge eleverna checklistor med lektionsinnehållet i pappersform på lektionerna så att eleverna tydligt vet vad de ska göra och när.

*Att tydligt förmedla för eleverna vad de ska göra och när minskar den kognitiva belastningen då eleverna inte behöver ta reda på det på egen hand.*

11. Använd rutiner, starta och avsluta lektioner på samma sätt.

*När rutiner används, vet eleverna vad de ska förvänta sig och behöver inte behandla ny information vilket skulle hända om rutinerna inte följdes. Att behandla ny information belastar arbetsminnet och användning av rutiner minskar belastningen.*

12. Om det förekommer att elever från andra klasser kommer in i klassrummet under lektionstid, informera klasserna under deras mentorstid om att ett sådant beteende inte är acceptabelt och måste upphöra. Detta kräver samarbete med andra klasslärare.

*Se kommentaren under punkt 3.*

13. Använd arbetsblad i undervisningen istället för att låta eleverna räkna utifrån matteboken och skriva i räknehäftet.

*När information presenteras på samma plats som den ska behandlas på, behöver inte eleverna fördela uppmärksamheten mellan två informationskällor och därmed minskar den kognitiva belastningen. (Delad uppmärksamhetseffekt)*

#### **Åtgärder som inte kräver förberedelser:**

14. Samla in elevernas mobiltelefoner i början på lektionen och lägg telefonerna oåtkomligt för eleverna under lektionstid. Om det krockar med befintliga rutinerövertäg att samla in telefonerna under en annan tidpunkt, exempelvis efter en uppvärmningsuppgift (om sådant finns) eller introducerande genomgång. Se till att inte göra för mycket samtidigt som du samlar in telefonerna för att inte missa någon elev som inte lämnar in.

*Detta för att minska distraktionerna och därmed mängden information eleverna behöver behandla under lektionstid (Redundanseffekt).*

15. Om möjligt uppmana eleverna att använda hörselkåpor för att utesluta störande ljud i undervisningen när passande, till exempel under självständig räkning i matteboken.

*Se kommentaren under punkt 3.*

16. Innan eleverna släpps in i klassrummet fråga dem om de har allt nödvändigt material med sig (penna, sudd, räknehäfte, dator, linjal eller annat) i syfte att de inte ska behöva lämna klassrummet under lektionstid för att hämta materialet. Om något av materialet förses i klassrummet se till att det är lättillgängligt och att eleverna vet var materialet finns och kan hämta vid behov utan att fråga. Det kan vara svårt för eleverna att komma ihåg att materialet finns tillgängligt, påminn dem vid behov. Om det förekommer att vissa elever vandrar till materialet (exempelvis pennvässarna) i syfte att prata med sina kompisar på vägen dit, placera ut materialen (pennvässaren) på deras bord.

*När en elev går från sin plats för att hämta en penna eller ett räknehäfte distraheras hen från sitt arbete och dessutom kan orsaka ytterligare distraktioner om eleven börjar prata med sina kompisar när hen rör sig i klassrummet. Om en elev ber någon annan om en penna eller sudd*

*distraheras båda involverade eleverna från sitt arbete (Redundanseffekt).*

17. Tillåt inte flera elever lämna klassrummet samtidigt utan en tydlig anledning.

*Vissa elever kan välja att spendera lektionstid på annat än det som är planerat av läraren och det kan uppstå konversationer mellan eleverna när de planerar att exempelvis besöka toaletten tillsammans under lektionstid. Detta innebär att eleverna lägger sin uppmärksamhet på annat än lektionsinnehållet, och blir distraherade (Redundanseffekt).*

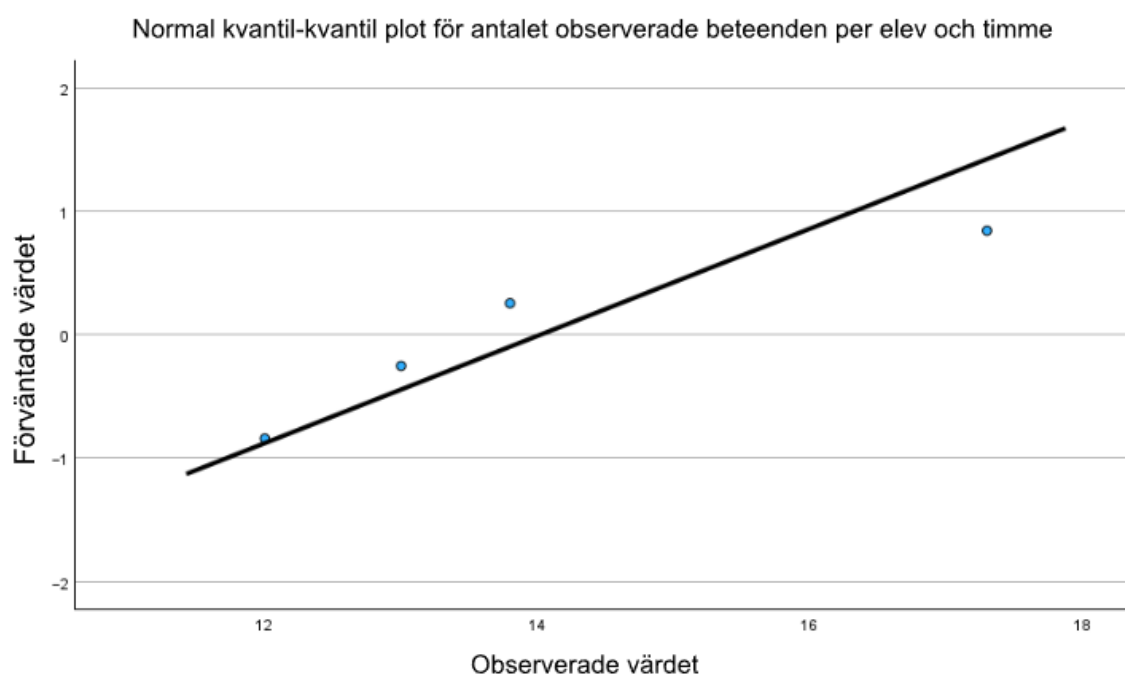
## Bilaga 8: Resultat för Normalfördelningstesterna

Resultaten för normalfördelningstesterna framtagna med hjälp av SPSS för datan från Del 1 av undersökningen.

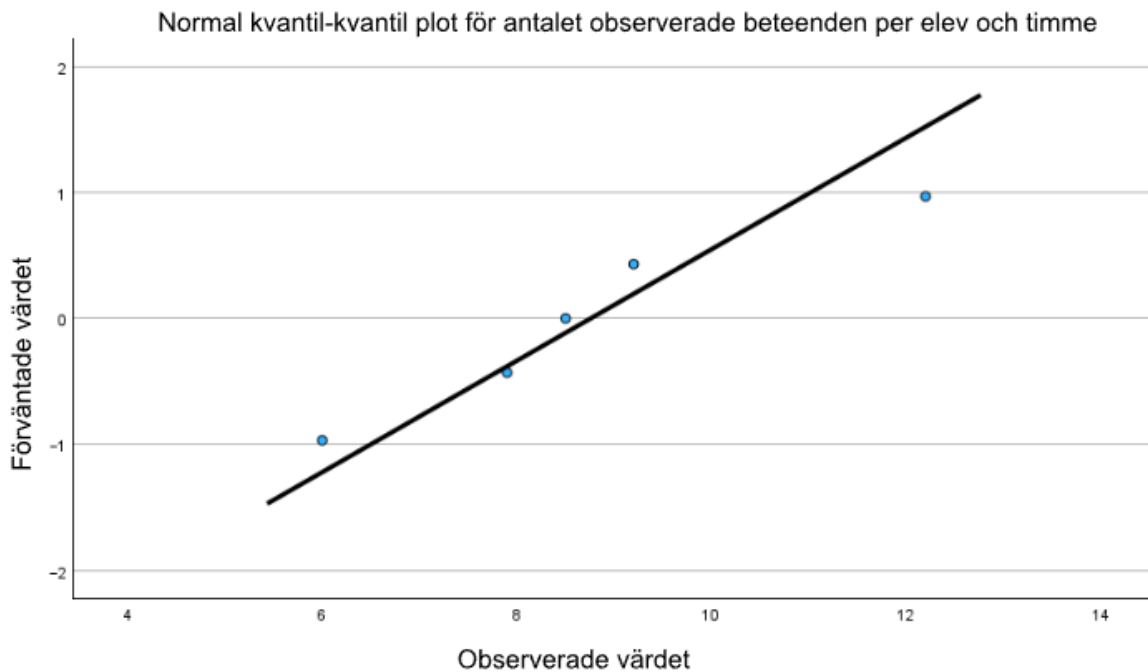
**Tabell 15:** Shapiro-Wilk testet

Klass	Signifikans (p)
A	0,407
B	0,819

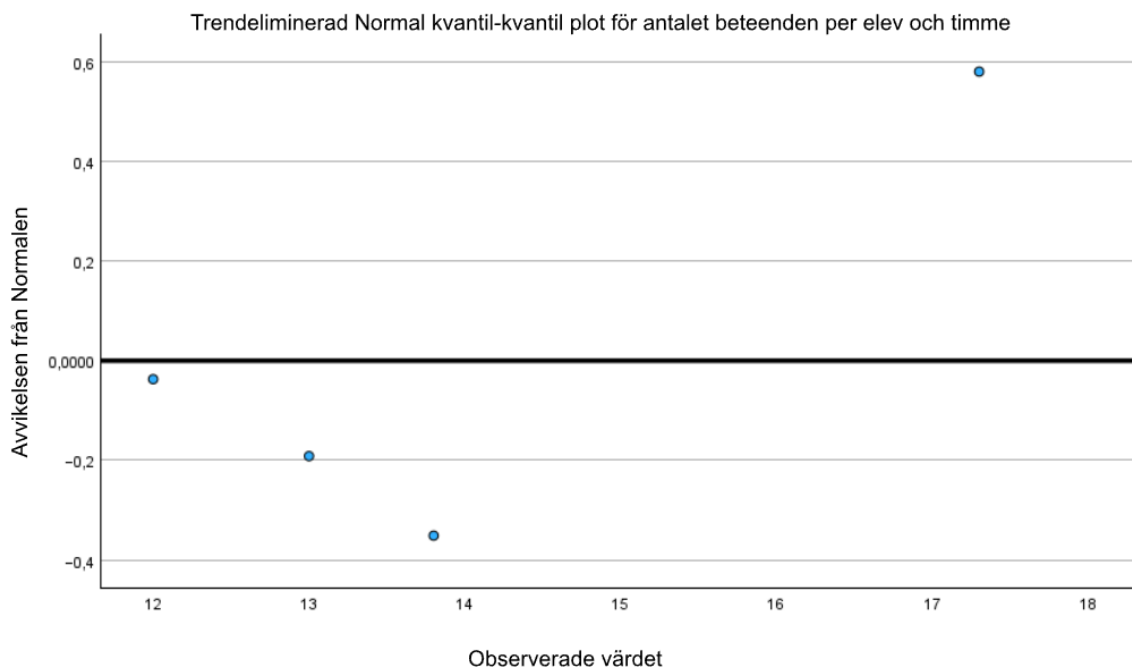
**Figur 4:** Normal kvantil-kvantil plot för klass A



**Figur 5:** Normal kvantil-kvantil plot för klass B



**Figur 6:** Trendeliminerad Normal kvantil-kvantil plot för klass A



**Figur 7:** Trendeliminerad Normal kvantil-kvantil plot för klass B