

Matematik 2b utifrån Craig Bartons idéer

Arbetsmetoder för att skapa bestående kunskap

Titel: Matematik 2b utifrån Craig Bartons idéer – arbetsmetoder för att skapa bestående kunskap

Juni 2021

En projektrapport publicerad för Uppsala kommun

Författare: Jenny Ritscher, Martina Austad

E-post: jenny.ritscher@skola.uppsala.se, martina.austad@rosendalsgymnasiet.se

Uppsala kommun

Sammanfattning

Efter att ha inspirerats av Bartons bok *Hjärnan i matematikundervisning* och fördjupat kunskaper om spaced repetition, interleaved practise och explicit undervisning med flera gjordes ett försök att omsätta teorierna i praktik under kursen Matematik 2b för att öka måluppfyllelsen och studera minnesåterhämtningen hos elever i testgruppen. Resultatet på en marköruppgift, algebraisk lösning av ett linjärt ekvationssystem, följdes under fem tillfällen under året; vid tre examinationer under kursens gång, vid ett oförberett test innan avslutande repetitionsstart samt vid kursprovet i slutet av kursen. Jämte testgruppen undersöktes resultaten från två kontrollgrupper som istället blockläste kursen och examinerades med kapitelprov. Resultatet visar att minnesåterhämtningen underlättades av de genomförda undervisningsmetoderna, och att testgruppen vid tidpunkten precis före repetitionens start hade ett tydligt försprång gentemot kontrollgrupperna. För de elever som inte tagit proceduren till sig vid första examinationen gav ytterligare explicit undervisning i form av riktat stöd ett bättre utfall än för den del av testgruppen där stöd var frivilligt och i form av räknestuga. För den senare elevgruppen bibehölls resultaten från första examinationen vid kursprovet, men ingen ökning noterades.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Innehållsförteckning	4
Inledning	5
Bakgrund	6
Den kognitiva arkitekturen.....	6
Kognitiv överbelastning	6
Undervisningsstrategi: Explicit undervisning/Direct instructional guidance	7
Undervisningsstrategi: Spaced repetition.....	7
Undervisningsstrategi: Interleaved practice	8
Syfte och frågeställningar	8
Metod	9
Undervisningsmetoder	9
Urval.....	9
Testgruppen	9
Kontrollgrupperna	9
Förutsättningar	9
Studie av marköruppgift	10
Forskningsetiska principer	11
Databearbetning och analys	11
Resultat	12
Testgruppens resultat.....	12
Grupperingarnas resultat.....	13
Kontrollgrupperna	14
Diskussion	15
Hela testgruppen	16
Grupperingarna	16
Grupp 0.....	16
Grupp 1.....	17
Grupp 2.....	18
Kontrollgrupperna	18
Avslutande diskussion.....	19
Referenser.....	21

Inledning

Matematik 2b är en kurs där betygsmedelvärdet bland elever i Sverige är lågt. Statistik från SIRIS från vårterminen 2019 visar att 44,5 % av alla elever i Uppsala kommun på samhällsprogrammet och ekonomiprogrammet fick F i betyg på nationella provet i Matematik 2b. För hela landet var denna siffra drygt 50 %. Vidare är diskrepansen mellan betyget på det nationella provet och kursbetyget stor. I Uppsala kommun fick 31,4 % av eleverna ett högre kursbetyg jämfört med provbetyg på det nationella provet. För hela landet var samma siffra 40,5 %. Att arbeta med kursen och hur den genomförs kändes därför angeläget. Craig Barton beskriver i sin bok *Hjärnan i Matematikundervisningen* (2018) ett antal undervisningsmetoder där Barton tillsammans med sitt kollegium har arbetat med att förbättra och tydliggöra sin undervisning, hitta vanliga missuppfattningar och minska belastningen på arbetsminnet. Enligt boken beskrivs dessa som framgångsfaktorer. Efter inledande litteraturstudier som gav belägg för deras iakttagelser väcktes en önskan om att utforska detta vidare i en svensk gymnasial kontext.

Barton levererar i sin bok *Hjärnan i matematikundervisning* (2018) ett försök till en väl genomtänkt helhetslösning för undervisning i matematik. Under arbetets gång har hans teser studerats och prövats. Undervisningsmetoderna som valts presenteras här i punktform och beskrivs utförligare under rubriken *bakgrund*.

- **Explicit undervisning – varje lektion ska vara noga planerad och ta avstamp i en mycket grundläggande nivå. Syftet är att inte överbelasta arbetsminnet med många svårigheter på en gång.**

Elever är nybörjare och inte experter. Arbetsminnet är begränsat (medan långtidsminnet är obegränsat), vilket medför att elevers arbetsminne lätt fylls upp i lärandeprocessen och överbelastas, vilket leder till att önskat lärande uteblir. Hur kan lärare få elever att tänka intensivt, mycket och länge på rätt saker? (Kirschner, Sweller och Clark, 2006 samt Sweller, 2019)

- **Flervalsfrågor används under lektionerna för ökad elevaktivitet med syfte att upptäcka missförstånd på ett tidigt stadium. (Formativ undervisning)**

Barton (2018) tillhandahåller en arbetsmetod för hur han och kollegiet tillsammans utformar flervalsfrågor tänkta att belysa elevers vanligaste missförstånd. Att konstruera snabba kontrollfrågor är ett arbete som redan påbörjats på Celsiusskolan i ett utvecklingsprojekt av Håkan Nygård och Rikard Önell. Deras arbete vidareutvecklades med Bartons metoder för att passa kursen Matematik 2b.

Barton (2018) hänvisar till flertalet forskare, däribland Rosenshine (2012) som presenterar en rad principer för god undervisning. Bland Rosenshines principer återfinns bland andra dessa fem, som sammanfattar de två ovanstående punkterna:

1. Inled lektionen med en kort sammanfattning av vad eleverna lärt sig tidigare.
2. Presentera ny kunskap i korta steg med övningar efter varje moment.
3. Ställ många frågor och kontrollera samtliga elevers svar.
4. Tillhandahåll modeller.

5. Ledsaga eleverna genom problemlösningen.

- **Uppgifter som testar centralt innehåll från passerade moment (interleaved practice och spaced repetition) genomförs regelbundet och ackumulativa prov, där de tidigare momenten dyker upp igen, genomförs. Syftet med detta är att bygga förståelse och lagra information i långtidsminnet.**

I kapitel 12.3 argumenterar Barton för att utnyttja spridningseffekten (interleaved practice och spaced repetition). Genom att lyfta passerade moment då och då underlättas kunskapslagringen/kunskapshämtningen från långtidsminnet. Detta kan med fördel göras genom snabba frågor i början av en lektion, eller genom kravlösa frågesporter eller hemuppgifter, men han rekommenderar också ackumulativa prov för att hjälpa eleverna att lagra/hämta kunskap ur långtidsminnet.

Bakgrund

Den kognitiva arkitekturen

Den mänskliga kognitiva arkitekturen förser oss med ett generellt ramverk för hur information processas samt i vilka skeden som elever använder sig av avkodning, minne och modifiering av information. Det sensoriska minnet, arbetsminnet och långtidsminnet är exempel på minnesförvaringar som skiljer sig åt i typ, varaktighet samt mängden data som kan förvaras där. Kognitiv arkitektur specificerar också strategier som elever använder för att förflytta information mellan dessa minnesplatser (Reed, 2012). Långtidsminnet är ansett som de centrala och mest dominanta strukturen i den kognitiva arkitekturen. Skicklighet uppnås inom ett område då långtidsminnet innehåller en stor mängd information om just det området, så kallad domänspecifik kunskap (Kirschner, Sweller och Clark, 2006). Syftet med all inläring är att skapa en förändring i långtidsminnet. Detta eftersom inläring definieras som en förändring i långtidsminnet enligt samma artikel. Arbetsminnet är den kognitiva struktur där medvetna processer inträffar. När ny information processas är arbetsminnet begränsat i varaktighet och kapacitet och nästan all information som lagras i arbetsminnet, och som inte repeteras, försvinner inom 30 sekunder. Därför kan interaktionerna mellan långtidsminnet och arbetsminnet vara ännu viktigare än processbegränsningarna (Sweller 2003, 2004). Arbetsminnets begränsningar gäller enbart ny kunskap som ännu inte lagrats i långtidsminnet. Det finns inte heller några kända begränsningar för hur mycket information som kan överföras från långtidsminnet tillbaka till arbetsminnet. Vidare är det känt att problemlösning genererar en stor börda på arbetsminnet och därför är problemlösning något som ska introduceras först efter att ny kunskap lagrats i långtidsminnet. Målet är alltså att ge elever explicit undervisning och därmed guidning i hur information ska manipuleras på ett sådant sätt att resultatet överförs till långtidsminnet.

Kognitiv överbelastning

I artikeln Cognitive load theory and educational technology (Sweller, 2019) förklaras kognitiv överbelastning. Den primära kunskapen innefattar generiskt kognitiva kunskaper som är avgörande för överlevnad och som inte kan läras ut. Dessa kunskaper är omedvetet

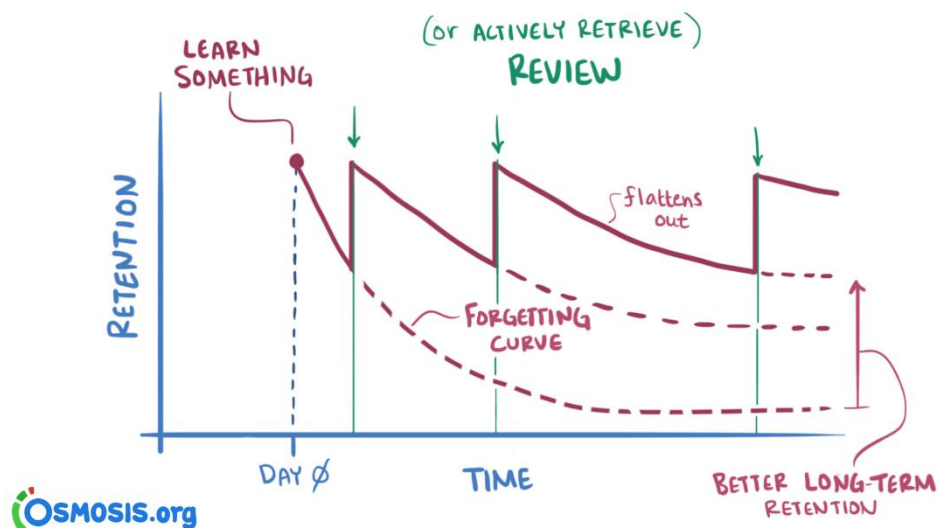
tillägnade och kan till exempel röra sig om att höra och tala sitt eget modersmål, att känna igen ansikten samt att lära sig att anpassa sig till sin egen kultur. Den sekundära kunskapen, å andra sidan, är domänspecifik till sin natur och kräver explicita instruktioner i undervisningssituationer. Exempel på sekundär kunskap innefattar allt som är uppfunnet, till exempel som att lära sig skriva och räkna. Teorin om kognitiv överbelastning använder den kognitiva arkitekturen som skildras ovan för att beskriva hur komplex information kan brytas ned och utformas i syfte att minska belastningen på arbetsminnet. En kognitiv överbelastning skapas när många nya begrepp samlas i arbetsminnet under ett och samma tillfälle. Genom att reducera överflödig information och störande moment i en uppgift eller i en klassrumssituation kan den domänspecifika kunskapen som man avser att förmedla bli tydligare. Det leder i sin tur till ett ökat lärande. Teorin om kognitiv överbelastning ger viktig kunskap om hur instruktioner ska ges utifrån vad som är känt om den mänskliga kognitionens uppbyggnad. Inom evolutionspsykologi används begreppen biologisk primär respektive sekundär kunskap.

Undervisningsstrategi: Explicit undervisning/Direct instructional guidance

I artikeln *Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivism, discovery, problem-based, experimental, and inquiry-based teaching* (Kirschner, Sweller och Clark, 2006) fastslås att det är en skillnad i hur inläringen sker mellan nybörjare och experter. Författarna argumenterar för att det bästa sättet på vilket nybörjare lär är genom en stark styrning av varje delsteg i koncepten och processen som leder fram till förståelsen för ett begrepp. I denna process bakas även inlärningsstrategier in som är kompatibla med hur den mänskliga hjärnan processar varje ny typ av information. Metoder för inläring som är mer konstruktivistiska i sin grund, som till exempel problembaserat lärande, visar sig fungera bättre för personer som redan inledningsvis besitter en viss domänspecifik kunskap, det vill säga personer som närmar sig experter i sitt kunnande.

Undervisningsstrategi: Spaced repetition

Genom att återkommande lyfta passerade moment, som precis håller på att falla i glömska, tränas och underlättas kunskapshämtningen från långtidsminnet. Detta upplevs ofta av elever som obekvämt och utmanande, men är en önskvärd svårighet menar Bjork (2014). Även om elever presterar bra under övning, (vilket de lätt förväxlar med att de lärt sig) är det inte självklart att långtidsminnet förändras och lärande sker. För att säkerhetsställa lärande på längre sikt behöver elever lyfta tillbaka kunskap från långtidsminnet till arbetsminnet för att sen omlagra kunskapen. På så sätt stärks och förbättras kunskapsscheman, vilka är användbara till att foga ny kunskap till i långtidsminnet.



Figur 1 Skiss över hur spaced repetition ökar bibehållandet av erhållen kunskap.

Undervisningsstrategi: Interleaved practice

Ytterligare vinster, utöver de repetitiva, ses med *interleaved practice* menar Taylor & Rohrer (2010). Enligt Rohrer (2015) kräver matematisk problemlösning två steg. Först behöver eleven koppla ett problem till sitt sammanhang och välja procedur. I steg två behöver eleven kunna genomföra proceduren. I de flesta matematikböcker introduceras begrepp och procedurer och därefter följer tillhörande övningsuppgifter som befäster de nya begreppen och procedurerna (blockläsning). Det innebär att eleverna redan fått uppgifterna placerade i sitt sammanhang och de behöver inte reflektera över vilken procedur de behöver använda vilket leder till att de endast tränas i det andra steget. I slutet av kapitlen ges sedan några blandade övningar där steg 1 övas, liksom det inför större slutprov ofta erbjuds repetition. Rohrer (2015) jämförde sådan blockläsning med repetition med interleaved practice, där eleverna fick några få övningar efter genomgång och resterande övningar blandades in i andra avsnitts uppgifter. Rohrer visar på förbättring av resultat både på kort och lång sikt (dagen efter repetitionen samt en månad efter repetitionen). På kort sikt var skillnaden mindre markant än på lång sikt. Förmågan att utröna vilken procedur en uppgift hör ihop med och att med framgång lösa dem på lång sikt ökar om övningsuppgifter från olika avsnitt blandas snarare än om liknande uppgifter presenteras i block och med avslöjande avsnittsrubrik.

Syfte och frågeställningar

Grunden för arbetet med detta projekt är att utveckla vår undervisning och öka våra elevers måluppfyllelse. Vi vill, inspirerade av Bartons idéer, pröva om ovan beskrivna undervisningsmetoder (explicit undervisning, interleaved practice och spaced repetition) underlättar minnesåterhämtningen och därmed förbättrar elevers kunskaper på sikt och inte bara för stunden. Arbetet syftar som helhet till att skapa bestående kunskaper i elevernas långtidsminnen samt att undersöka om de beskrivna undervisningsmetoderna förstärker detta.

Frågeställning:

Hur ser minnesåterhämtningen ut under kursens gång av ett passerat moment efter att elever undervisats med explicit undervisning, spaced repetition och interleaved practise?

Metod

Följande stycken beskriver de arbetsprocesser som använts, hur urvalet gått till samt metoder för insamling av resultat.

Undervisningsmetoder

Inför kursens delområden har kursinnehållet diskuterats av rapportförfattarna med avseende på vanliga elevmisstag. Dessa diskussioner har baserats på samtal med kollegor och tidigare erfarenheter hos det utvidgade kollegiet, bland annat från diskussioner som förts i facebook-gruppen "Matematik 2b: diskussionsgrupp för lärare". Utifrån detta arbete har explicit undervisning utformats, vars mål var att i möjligaste mån undvika kognitiv överbelastning. När nya begrepp har introducerats har genomgångarna inledningsvis påmint om förkunskaper för att sedan stegvis bygga upp begreppen. Socratica-tester har använts som diagnostiska frågor för att direkt kunna belysa vanliga missförstånd samt ge både elever och undervisande lärare direkt återkoppling på elevernas förståelse av lektionerna. Passerade moment har återkommit i form av exit tickets, hemuppgifter eller inbakade i socratices, enligt bilaga 3, i syfte att stärka elevernas långtidsminne (spaced repetition).

Examinationerna under kursens gång har varit ackumulerande, där passerade områden åter lyfts i syfte att stimulera upphämtningen av information från långtidsminnet till arbetsminnet. Dessa examinationer ses tillsammans med rekommenderade hemuppgifter, i form av blandade övningar, som interleaved practice.

Urval

Testgruppen

Tre klasser på samhällsvetenskapliga programmet på två olika gymnasieskolor (skola 1 och skola 2) i en mellanstor stad i Sverige undervisades enligt projektets strategier under året. Det totala antalet elever i dessa klasser uppgick till 97 stycken. Testgruppen som studien är baserad på består av 93 elever, då fyra av eleverna avbröt studierna i förtid.

Kontrollgrupperna

På skola 2 fanns ytterligare två parallellklasser med jämförbara förutsättningar som examinerades utifrån kapitel, det vill säga blockvisa examinationer. Dessa klasser fungerade som kontrollgrupper.

Förutsättningar

Covid 19 och fjärrundervisning gav tyvärr klasserna lite olika förutsättningar, liksom skolornas olikheter. Samtliga klasser läste kursen under ett år, fördelade på tre pass i veckan.

Skola 1 hade under hösten fjärrundervisat sina klasser var tredje vecka, och däremellan haft två veckor skolförlagd undervisning. I de fall läraren sett ett stödbehov schemalades den specifika eleven på ytterligare ett matematikpass i veckan. Stödet fortgick så länge läraren ansåg att behovet av stöd fanns kvar. Klasserna i skola 2 fjärrundervisades varannan vecka under vecka 34-43, för att sedan ha fjärrundervisning var tredje vecka, resterande undervisning var skolförlagd. Skola 2 erbjöd inget obligatoriskt stöd, men frivillig studiecoaching tre gånger i veckan. På skolförlagda veckor fanns även en speciallärare med i klassrummet vid en av tre lektioner. Totalt fyra veckor runt jullovet undervisades samtliga klasser helt på distans för att sedan åter gå in i alternerande fjärr- och skolförlagd undervisning under vårterminen.

Studie av marköruppgift

Ekvationssystem behandlas tidigt i kursen och är för eleverna något nytt. Proceduren kräver förkunskaper i ekvationslösning och är kognitivt krävande då redan standardlösningen kräver ett flertal lösningssteg. Tidigare erfarenheter säger att ett rakt uppställt ekvationssystem i stil med systemet i figur 2 nästan alltid förekommer på de nationella proven i matematik 2b och ses som en av de centrala procedurerna i kursen.

$$\text{Lös ekvationssystemet } \begin{cases} y + 2x = 8 \\ y - 4x = 26 \end{cases} \quad \text{algebraiskt}$$

Figur 2 Typexempel för marköruppgift. Ett rakt uppställt ekvationssystem, lämpligt att lösa med både substitutionsmetod och additionsmetod.

Resultatet på uppgiften är därför intressant att följa och lyfts ut som indikation på måluppfyllelse, och används som en markör för elevernas kunskapsutveckling och minnesåterhämtning. Kursens övriga centrala innehåll behandlas i undervisningen på samma sätt som avsnittet om ekvationssystem, och det antas att eleverna följer jämförbar utveckling vad gäller övrigt centralt innehåll.

Eleverna i testgruppen genomförde tre större delexaminationer samt ett oförberett testtillfälle, där de mötte en uppgift i stil med ekvationssystemet i figur 2. Marköruppgiften som eleverna fått lösa har varit olika till utseende men haft liknande svårighetsgrad under samtliga tillfällen.

Fyra veckor innan kursprovet fick eleverna genomföra oförberett test där de återigen mötte marköruppgiften för att visa vilken kunskap som fanns kvar inför repetitionen och slutet av kursen. Detta oförberedda test genomfördes också i kontrollgrupperna. Dessa två grupper hade under året examinerats i form av kapitelprov och inte stött på marköruppgiften sedan det första provet som skrevs under hösten. I slutet av kursen var avsikten att skriva ett nationellt prov, där denna typ av uppgift är vanligt förekommande. Då nationella prov inte erbjöds detta år skrev eleverna istället ett kursprov, framtaget av Skolverket.

För marköruppgiften tilldelas eleven maximalt 2 poäng i enlighet med bedömningsmallar för de senaste nationella proven. Ett poäng ges för ansats som påvisar att uppgiften placerats i rätt sammanhang och att rätt procedur valts. För att poänget skall delas ut har rättningsmallarna på senare år krävt att eleven skall redovisa en korrekt ekvation i en variabel. Denna poäng kommer fortsättningsvis kallas *Procedur*. Ytterligare ett poäng ges om eleven löser uppgiften korrekt. Denna poäng benämns *Korrekt svar*.

Poängutvecklingen för varje elev i testgrupperna följdes över året och analyserades på tre nivåer.

1. På populationssnivå. Hela testgruppens resultat sammanställs.
2. I nivågrupperingar. Efter första examinationen placerades elever i en av tre grupper utifrån resultatet. Grupp 0: de som erhöll 0 poäng på uppgiften, grupp 1: de som erhöll 1 poäng och grupp 2: de som erhöll två poäng på uppgiften redan vid första examinationen.
3. Elevernas resultat på marköruppgiften på första provet samt inför avslutande repetition och efter kursprov analyserades och jämfördes med två kontrollgrupper som inte arbetat med ackumulerande prov, utan istället kapitelprov.

Forskningsetiska principer

Vetenskapsrådet (2002) presenterar fyra krav på forskning; informationskravet, samtyckeskravet, konfidentialitetskravet och nyttjandekravet. Informationskravet handlar om att alla som deltar i ett projekt ska informeras om vad deltagandet innebär, att det är frivilligt att delta samt att de när som helst kan dra sig ur undersökningen. Samtyckeskravet innebär att varje deltagare måste ge sitt samtycke till att delta i studien och att deltagaren har rätt att bestämma över sitt deltagande. Konfidentialitetskravet innebär att de uppgifter som samlas in om deltagare ska hanteras på ett sådant sätt att ingen obehörig får tillgång till uppgifterna och att publicerat material inte ska kunna användas för att identifiera deltagande personer. Till sist handlar nyttjandekravet om att de uppgifter som samlas in under projektets gång inte får användas till annat än forskningsändamål. För att tillgodose dessa fyra krav informerades eleverna skriftligt (se bilaga 2) och muntligt om att resultatet på deras examinationer studeras och anonymt bokförs i en studie och de fick ge sitt tillstånd med sin namnteckning eller välja att avstå. En beroendeställning mellan undervisande lärare och elever är här inte möjlig att undkomma varför frivilligheten har poängterats samt att inga negativa följder kan tillkomma genom att avstå.

Databearbetning och analys

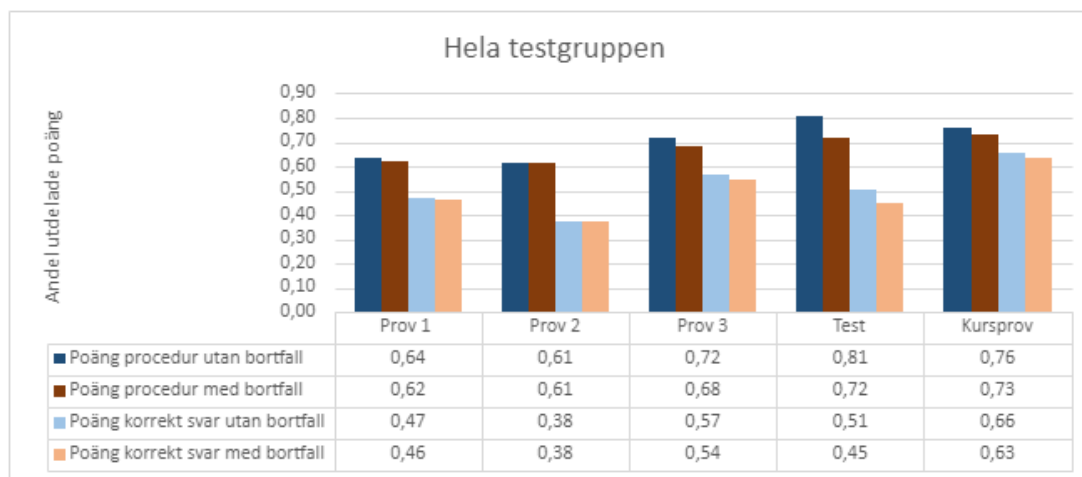
Alla elever har inte deltagit i alla examinationer. Resultaten har därför undersökts i två separata fall. I fall 1: *utan bortfall* har bortfallet helt bortsetts ifrån. I fall 2: *med bortfall* har eleverna som inte lämnat in uppgiften räknats som att eleven i fråga erhållit noll poäng på

marköruppgiften. Anledningen till detta är att elever som uteblir från examinationer oftare är de elever som inte känner att de behärskar området än tvärtom.

Resultat

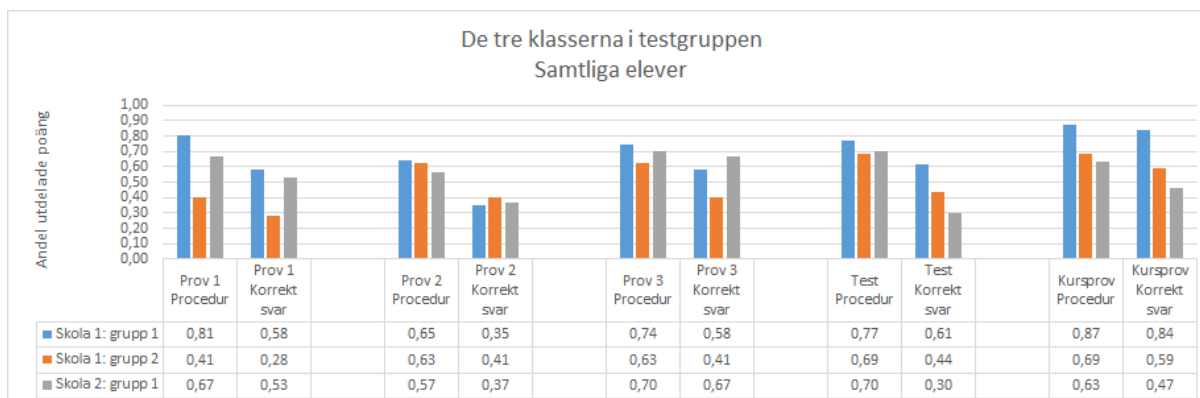
Testgruppens resultat

Under kursens gång har eleverna stött på olika men liknande versioner av marköruppgiften under totalt fyra examinerande och ett oförberett tillfälle. Eftersom marköruppgiften poängsattes med totalt två poäng, *procedur* och *korrekt svar*, är diagrammen uppdelade efter elevernas respektive poängskörd på uppgiften.



Figur 3 Hela testgruppens poängfördelning på marköruppgiften på respektive prov. De två mörkare staplarna visar procedurpoängen och de två ljusare staplarna redovisar hur stor andel av testgruppen som även erhållit korrekt svar. Om bortfallet utesluts eller ges noll poäng anses inte påverka diskussionen nämnvärt.

För testgruppen som helhet ses en svag positiv utveckling under kursens gång vad avser poäng nummer 1 (proceduren). Den andra poängen (korrekt svar) sjunker något till prov 2, för att återigen öka till prov 3. För det oförberedda testet är skillnaden med och utan bortfall som störst. Testresultatet visar återigen en något lägre andel med rätt svar. På kursprovet är procedurpoängen utdelad i lika stor utsträckning som på det oförberedda testet innan repetitionen, men poänget för rätt svar delas ut i högre utsträckning. I figur 4 är testgruppen uppdelad efter sina klasser (endast med bortfallet redovisade som noll poäng).



Figur 4 En uppdelning av testgruppen där elever grupperas efter skola och klass.

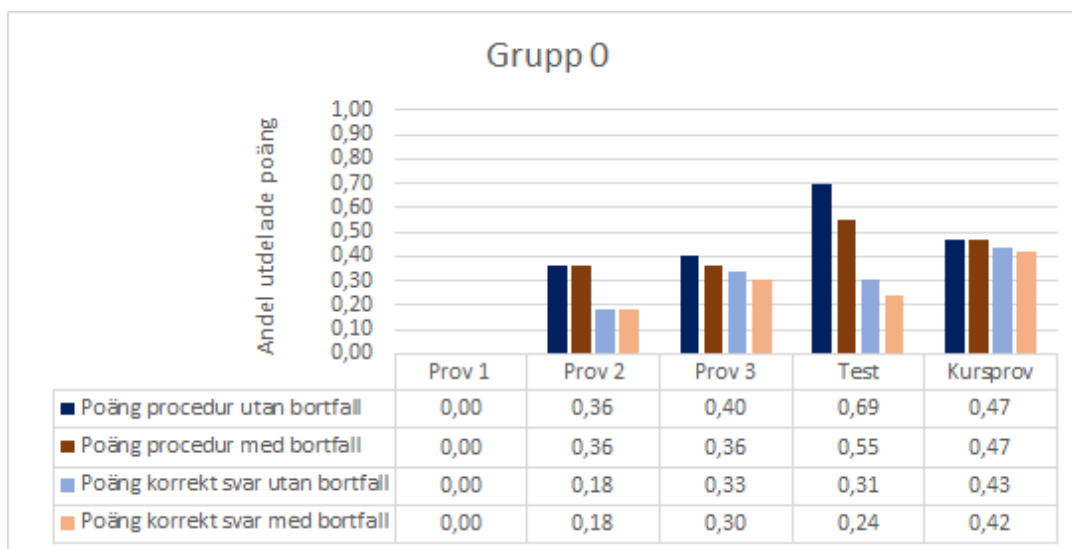
I figur 4 redovisar de två första staplarna i varje gruppering resultat från klasser på skola 1 och den tredje stapeln visar resultatet från en klass på skola 2. Klasserna på skola 1 visar en ökad andel erhållna poäng medan klassen på skola 2 har en svag nedgång jämfört med resultatet från prov 1 vid kursprovet.

Grupperingarnas resultat

Utifrån sin poängskörd på marköruppgiften på prov 1 grupperades eleverna för vidare analys.

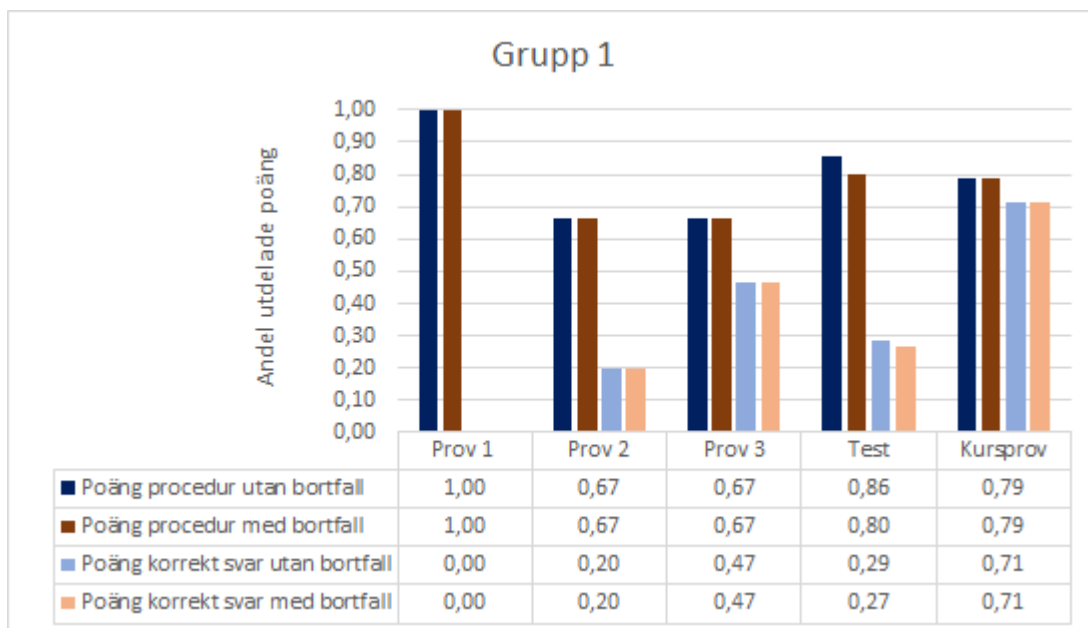
- Grupp 0 (elever med 0 p på marköruppgiften i prov 1) bestod av 33 elever.
- Grupp 1 (elever med 1 p på marköruppgiften i prov 1) bestod av 15 elever.
- Grupp 2 (elever med 2 p på marköruppgiften i prov 1) bestod av 45 elever.

I grupp 0 ses en ökning av förståelse för proceduren under kursen, med en avslutande nedgång på kursprovet. Detta ses i figur 5 nedan. Bortfallet är påtagligt i denna grupp.



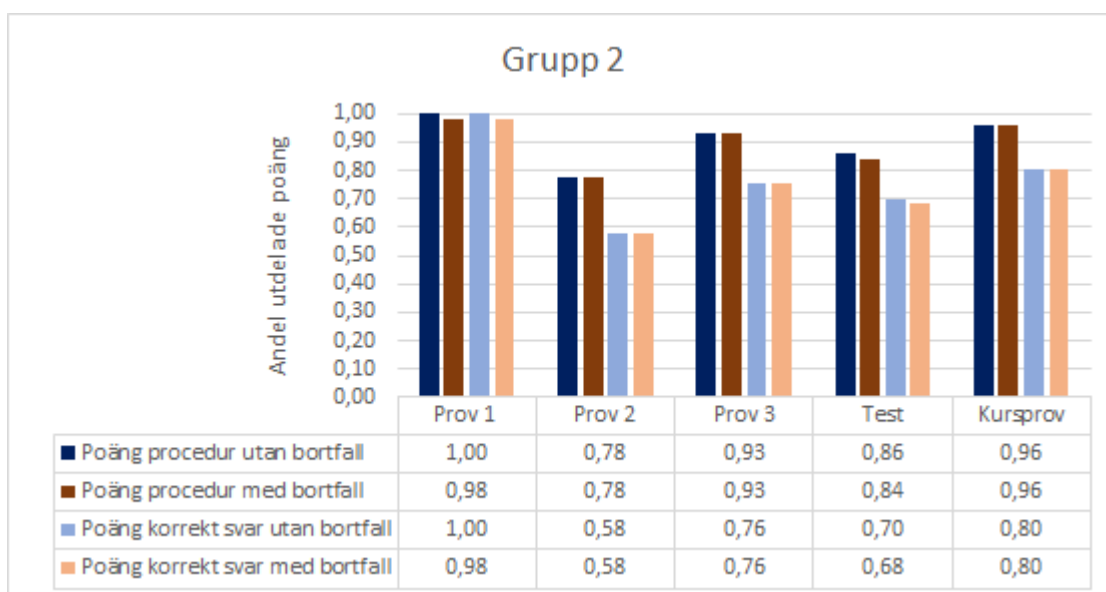
Figur 5 Poängfördelning för grupp 0 på marköruppgiften på respektive prov.

Figur 6 nedan visar att i grupp 1 sjunker andelen procedurpoäng mellan prov 1 och prov 2, för att återigen stiga mot slutet av kursen. Poänget för korrekt svar delas ut mer och mer frekvent på de examinerande tillfällena. Bortfallet är inte lika påtagligt i denna grupp.



Figur 6 Poängfördelning för grupp 1 på marköruppgiften på respektive prov. Om bortfallet utesluts eller ges noll poäng anses inte påverka diskussionen nämnvärt.

Även för grupp 2 sjunker andelen utdelade poäng mellan prov 1 och prov 2 för att sedan återhämta sig något. Bortfallet är inte påtaglig i denna grupp. Se figur 7.

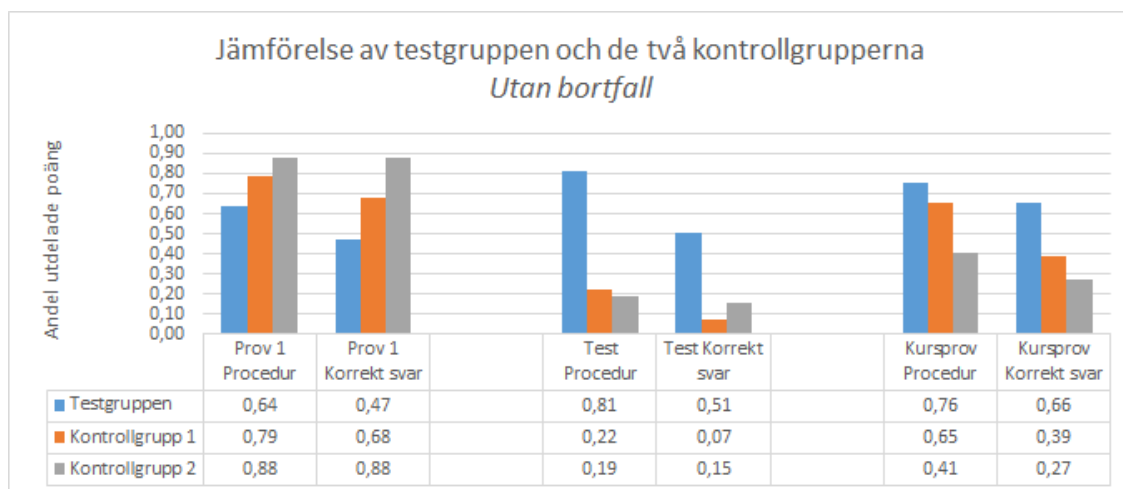


Figur 7 Poängfördelning för grupp 2 på marköruppgiften på respektive prov. Om bortfallet utesluts eller ges noll poäng anses inte påverka diskussionen nämnvärt.

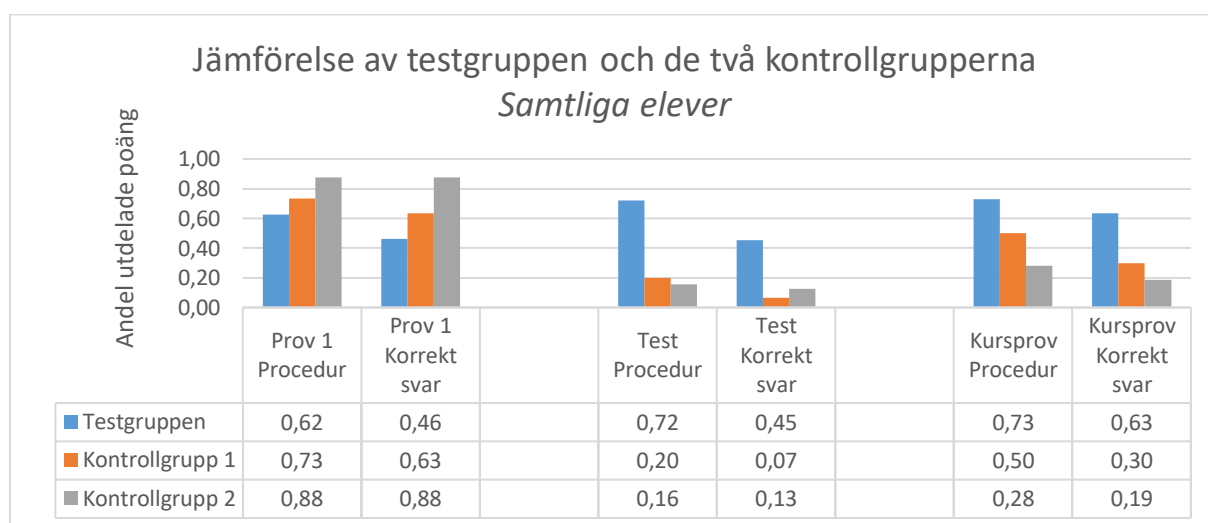
Kontrollgrupperna

Förutom testgrupperna genomförde även två kontrollgrupper prov 1, det oförberedda testet innan repetitionen inleddes samt kursprovet. I följande diagram, figur 8 och 9 ses andelen elever som fått poäng 1 respektive poäng 2 på marköruppgiften vid de tre olika

tillfällena. De grå staplarna är något missvisande på prov 1, då eleverna i kontrollgrupp 2 hade en provfråga som var annorlunda formulerad och endast bedömdes med 1 eller 0 poäng. Eleverna har, för att deras resultat skall kunna jämföras med testgruppen, tilldelats noll poäng eller båda poängerna. I figur 8 är bortfallet uteslutet och i figur 9 har bortfallet erhållit noll poäng på uppgiften.



Figur 8 En jämförelse mellan testgruppen och kontrollgrupperna. De frånvarande eleverna undantas och ses som bortfall. De blå staplarna visar testgruppens resultat. De orangea och grå staplarna visar kontrollgruppernas resultat vid jämförbara tidpunkter.



Figur 9 En jämförelse mellan testgruppen och kontrollgrupperna. Frånvarande elever redovisas som att de erhållit noll poäng. De blå staplarna visar testgruppens resultat. De orangea och grå staplarna visar kontrollgruppernas resultat vid jämförbara tidpunkter.

Diskussion

Vid inledningen av projektet var tanken att de tre undervisningsmetoderna skulle användas kursen igenom. Tidigt i kursen stod det dock klart att explicit undervisning, som metod för att minska kognitiv överbelastning, var högst prioriterat. Detta eftersom att mycket var nytt för eleverna. Fjärrundervisningen sänkte tempot och skapade avbrott i lektionsflödet. I det här skedet prioriterades spaced repetition bort då fokus behövde ligga på att arbeta med

tydlighet, relationsskapande och att låta eleverna se en röd tråd i undervisningen. Efterhand kunde sedan spaced repetition infogas i undervisningen på ett mer påtagligt och naturligt sätt då tillräckligt många moment passerats och de tidigare momenten börjat falla i glömska.

Hela testgruppen

Matematik 2b erbjuder en stor utmaning med mycket nytt stoff, något som eleverna är fullt upptagna med att ta in och bearbeta, främst under den första halvan av kurs tiden.

Resultatmässigt ses det i avsaknad av utveckling mellan prov 1 och prov 2 enligt figur 3. Det framgår att poäng 2 (korrekt svar) sjunker mellan prov 1 och prov 2 vad avser testgruppens resultat. Det är en påtaglig effekt av stoffträngsel och ett arbetsminne som maximerats.

Kunskap om ekvationssystem har ännu inte befästs och inte sällan blandas korrekt metod ihop med slarvfel eller algebraiska fel. Under andra halvan av kursen, när eleverna i högre utsträckning tvingas bearbeta passerade moment, i kombination med att nya moment tas upp, ses en uppåtgående trend vad gäller de båda poängen. Slarvfelen minskar och metoden landar allt mer hos eleverna. Det oförberedda testet visar att förståelsen för proceduren finns kvar trots avståndet i tid till senaste examineringen. Det noteras till och med en svag ökning i denna stapel. Poängen för korrekt svar är det inte lika många som får. En anledning till det skulle kunna vara att eleverna inte upplevde testet som särskilt viktigt och därför inte fokuserade hela vägen genom uppgiften.

Vid analys av figur 4 träder skolornas olikheter fram. Skola 1 som har obligatoriskt stöd där det finns behov av det samt kontakt med vårdnadshavare i större utsträckning vid F-varningar, visar ökad andel utdelade poäng. På skola 2, där stödpassen är frivilliga, bibehålls resultaten men ökningen uteblir. Från detta dras slutsatsen att spaced repetition och interleaved practise hjälper minnesåterhämtningen för eleverna. Däremot hjälper dessa metoder inte de elever som ännu inte förstått proceduren. Utifrån detta dras slutsatsen att riktat stöd skulle kunna vara en framgångsfaktor.

Grupperingarna

Grupp 0

Då testgruppen bryts ner i grupperingar efter första examinationens resultat ser mönstren lite annorlunda ut. I grupp 0, illustrerad i figur 5, ses en tydlig positiv utveckling av förståelse för proceduren under hela året. Här ses flera av eleverna "vakna till" efter resultatet på den första examinationen. Stödinsatser och extra individuella genomgångar av metoden gör att tekniken tillslut förstås hos ytterligare några i gruppen. Deras utveckling till prov 2 lyfter testgruppen i stort och de andra gruppernas nedgångar ses därför inte på populationsnivå. Poängen för det korrekta svaret är däremot svårare att uppnå för denna grupp. Ofta är det något delsteg som går fel då den kognitiva belastningen är mycket hög. Det ses framför allt på det oförberedda testet, där det finns en fortsatt utveckling av procedurkunskaper, medan andelen elever som får den andra poängen (rätt svar) sjunker. Att testet inte anses lika viktigt som ett examinerande tillfälle spelar säkerligen också en stor roll. Då testet bestod av bara en uppgift och säkrare klasskamrater lämnade in snabbare är det troligt att vissa elever

från denna grupp hastat igenom beräkningen och därmed gjort misstag de skulle undvikit på ett examinerande prov. Att procedurpoängen däremot delas ut i så stor omfattning på det oförberedda testet men att andelen sedan går ner på kursprovet, kanske kan förklaras med det något mindre strikta upplägget i klassrummen vid testet, än det vid provsituationerna. Även om eleverna på testet fick olika ekvationssystem att lösa fick de då bara en enda uppgift, och små kommentarer från klasskamrater kan hjälpa elever att hamna på rätt spår och komma igång. Troligen är testets utformning en större felkälla i denna grupp jämfört med övriga grupper. En handfull av eleverna från denna grupp upplever under året denna kurs som övermäktig och väljer att allt oftare utebli från undervisningen. Det förklarar att bortfallet på t.ex. det oförberedda testet är större i denna grupp än i de två andra grupperna. Nedslående är att i slutet av kursen är det fortfarande 25 % som inte får metodpoängen, och 12 % som inte fått den någon gång under kursens gång, trots explicit undervisning, spaced repetition, interleaved practice och stödinsatser. Dessa elever återfinns på båda skolorna och ytterligare undervisning i form av riktat, obligatoriskt stöd räcker inte heller för dessa elever. Hur når vi denna grupp elever? Elever från grupp 0 har i regel problem med aritmetik och algebraiska beräkningar, något som används mycket i marköruppgiften. Ett antagande är därför att ett extra fokus på dessa moment redan under matematik 1b, som är elevernas första kurs i gymnasiet, kan gynna ett ökat lärande i matematik 2b. Från och med 1 juli 2021 kommer Skolverket reviderade kursplaner att gälla, vilket medför att funktionsavsnittet får ett större utrymme redan i matematik 1b.

Grupp 1

Vår uppfattning om denna grupp är att det är den spretigaste skaran elever. Till stor del är det elever som liknar de i grupp 0, det vill säga saknar grundläggande kunskaper i aritmetik och algebra, men proceduren har förståtts i ett tidigare skede, kanske redan i helklass-situationen utan stödåtgärder. Här finns också elever som memorerar metoder och jobbar hårt med sina studier, men inte riktigt får ihop helheten och som får det jobbigare att minnas proceduren när det blir fler att välja på. I gruppen finns även elever som har goda matematikkunskaper, men som gör slarvfel på just denna uppgift under prov 1 och är jämförbara med eleverna i grupp 2. Gemensamt för eleverna i grupp 1 är ändå att de någon gång förstått proceduren för ekvationssystemslösning. Till prov 2 och 3 är det 30 % av gruppen som tappar procedurpoängen, vilket ses i figur 6. Stoffträngseln i kursen blir påtaglig och gruppen fokuserar mer på det nya stoffet till proven. Den korta repetitionen inför proven räckte inte för att lyfta de passerade momenten till samma nivå som tidigare. Fram till prov 2 var heller inte metoden med interleaved practise någon betydande del av testgruppens undervisning, något som enligt Rohrer (2015) kan hjälpa elever att bli bättre på problemlösningens första steg; att placera uppgiften i rätt sammanhang. Under våren fick interleaved practise ett större utrymme och inför den avslutande repetitionen är gruppen åter på en liknande nivå som grupp 2 vad gäller procedurpoängen. Svårigheterna med att hitta de korrekta svaren är dock påtagliga. Här är arbetsminnet hårt ansträngt och ofta är det någon detalj som går fel. Till prov 3 är andelen utdelade poäng 2 ändå uppe på 47 %, men sjunker sedan igen till 27 % på det oförberedda testet, samtidigt som procedurpoängens andel fortsätter att stiga. Troligtvis är det liksom i grupp 0 ett utslag av

testets karaktär och genomförande som gör sig gällande. Dessa elever som tidigt tagit till sig proceduren hinner sen upprepade gånger uppmärksammas på att kontrollera sitt svar med prövning, och vid kursprovet när eleverna upplever att det verkligen gäller är samstämmigheten för de två poängen större än tidigare. Det är kanske mest framträdande för grupp 1, men ses även i de andra två grupperna. Kan man proceduren vid kursprovet har man också i stor utsträckning lärt sig lösa ekvationssystemet och kanske även att kontrollera sin lösning.

Grupp 2

Denna grupp består av elever som tidigt greppade proceduren och klarade av att hantera de algebraiska och aritmetiska svårigheterna som omgärdar marköruppgiften. Man ser dock i figur 7 att till prov 2 är det många, cirka 40%, som inte klarar av att få den andra poängen (korrekt svar). Andelen som får första poängen är fortsatt hög, 78 %, men även här kan ett tapp ses. Stoffträngsel och ett stort tidsglapp emellan examinationstillfällena har troligen lett till att de som lyckades memorera proceduren vid det första provtillfället men inte riktigt förstod vad de gjorde tappade den kunskapen till prov 2. I detta avseende finns det elever vars resultat påminner om resultaten i grupp 1.

I både grupp 1 och 2 får samtliga elever den första procedurpoängen på prov 1. Resultaten sjunker sedan för båda grupperna vid prov 2, men återhämtar sig snabbare i grupp 2 jämfört med grupp 1. Detta kan ses i prov 3 i figur 6 och 7. Vid en ny jämförelse vid testet noteras att grupperna återigen ligger på samma nivå vad avser procedurpoängen. I denna grupp återfinns dock en tydligare stabilitet och arbetsminnet verkar inte lika belastat, då andelen korrekta svar är högre. Ytterligare höjning av resultatet ses dessutom vid den sista examinationen i kursens slut. Eleverna i denna grupp som inte får poäng 1 på kursprovet har gjort inledande misstag som gör att ekvationen i en variabel inte blir korrekt, men de har ändå en god idé om uppgiftens sammanhang och om proceduren.

Kontrollgrupperna

Efter kursens första moment genomfördes en första mätning av marköruppgiften och i figur 8 och 9 redovisas resultatet. Hos testgruppen låg rättsvarsfrekvensen för poäng 1 på dryga 60 %, vilket var 11-16 %-enheter under de båda kontrollgrupperna. Ca 50 % av testgruppen erhöll redan från början poäng 2, medan i kontrollgrupperna var resultatet 17-42 %-enheter högre. Att den övre intervallgränsen är så pass mycket högre kommer troligen av den annorlunda poängsättningen i den ena kontrollgruppen. Vid tidpunkten för prov 1 har undervisningsmetoderna ännu inte gett någon fördel för testgruppen gentemot kontrollgruppen. Eftersom ingen studie av elevernas förkunskaper gjordes kan det inte sägas något om vilken nivå de låg på vid kursens inledning. Metoderna behöver därför inte heller vara till deras nackdel. Något som kan tilläggas var att metoden med spaced repetition, det vill säga att bygga in eventuellt glömda moment av naturliga skäl ännu inte påbörjats i detta skede av kursen.

Efter prov 1 kan man konstatera att testgruppen har ett utgångsläge som ligger under kontrollgrupperna. Inför repetition och kursavslut testades marköruppgiften igen och nu går det att se stora skillnader i förmåga att lösa ekvationssystem. Andelen av testgruppen som tog den första poängen på marköruppgiften har ökat från dryga 60 % till dryga 70 %. För kontrollgrupperna, som inte kommit i kontakt med ekvationssystem sedan det första provet, har samma procentsatser sjunkit drastiskt. Andelen av kontrollgrupperna som tog den första poängen på marköruppgiften har minskat från 73 % till 20 % (kontrollgrupp 1) och från 88 % till 16 % (kontrollgrupp 2). Kontrollgrupperna har nu, cirka ett halvår senare, svårt att koppla uppgiften till rätt sammanhang och kommer inte igång i lika hög utsträckning som då de först lärde sig proceduren. Testgruppen, som förutom explicit undervisning och diagnostiska frågor även fått arbetat med spaced repetition av olika standarduppgifter under dessa månader, har nu enklare att identifiera rätt sammanhang samt påbörja en lösningsprocedur. Under repetitionen efter det oförberedda testet hinner några av kontrollgruppernas elever hitta tillbaka till färdigheterna de visade tidigt i kursen, men långt ifrån alla kommer upp i sin tidigare visade nivå.

Avslutande diskussion

I samtliga grupper noteras att arbetet med minnesåterhämtningen under kursens gång spelar en stor roll. Detta blir inte minst tydligt vid jämförelsen med kontrollgrupperna där resultatet på prov 1 och resultatet på testet skiljer sig markant åt jämfört med testgruppen. Kapitelprov avlastar visserligen arbetsminnet för stunden, men skapar å andra sidan inte de kopplingar mellan arbetsminnet och långtidsminnet som utvecklas då passerade moment aktualiseras på nytt. Resultatet på testet visar att testgruppen har ett försprång inför den avslutande repetitionen till kursprovet och det är ett försprång som den avslutande repetitionen inte hinner överbrygga.

Tidsaspekten är något som ofta diskuterats under projektet gång. Den ordinarie kursen går snabbt. Varje momentväxling kräver att eleverna är fokuserade och mottagliga för instruktioner. Explicit undervisning kräver tid och det är också önskvärt att eleverna får träna och befästa kunskap. Det är därför lockande att låta elever arbeta vidare även de sista fem minuterna och inte momentväxla ännu en gång. Att prioritera interleaved practise och spaced repetition är därför ibland en viljehandling. Resultatet visar att metoden förenklar minnesåterhämtningen och gör den avslutande repetitionen mindre krävande. Med stödinsatser, där ytterligare explicit undervisning ges till elever i behov av det utvecklar fler elever en förståelse för kursens matematik. Så är dock inte fallet för alla elever under året. Av våra 93 elever tar 11 av dem aldrig en enda poäng på marköruppgiften. Anledningarna skiftar och dessa elever kräver helt andra åtgärder. Vissa elever hade behövt möta matematik på en ännu mer grundläggande nivå än vad som ryms i kursens ramar för att kunna ta till sig det nya stoffet. Förekunskaperna är inte lagrade i långtidsminnet och har inte blivit självklar domänspecifik kunskap. Dessa elever fyller därför arbetsminnet med helt andra saker än de önskade för att procedurer i matematik 2b skall bli befästa. Några elever har hög frånvaro av olika skäl och har inte tagit del av all undervisning. När de sen kommer

tillbaka efter frånvaro har de luckor som de inte lyckas fylla och vidare undervisning bygger i luften. Upplevelse av meningslös undervisning på fel nivå föder ytterligare frånvaro och den onda spiralen är ett faktum.

Som i all pedagogisk forskning är det oerhört svårt att isolera en eller flera specifika åtgärder samt analysera effekterna av dessa. Troligen har resultatet påverkats av ett flertal andra faktorer såsom lärarens förmåga till relationsskapande, vårdnadshavarkontakt, F-varningar, stödinsatser samt elevernas motivation och mående. De spontana diskussionerna i klassrummet, relationerna, kontrollen samt tempot i momentväxlingar har blivit lidande av fjärrundervisningen orsakad av covid-19. Dock är förutsättningarna lika i kontrollgrupperna. Många faktorer har gjort att resultatet ser ut som det gör och det är inte möjligt att med säkerhet påstå att det är de systematiskt genomförda undervisningsmetoderna som gett effekt. Att repetition är ett bra sätt att lära sig är däremot inget nytt och det går därför även fortsättningsvis att påstå att undersökta undervisningsmetoder är till elevernas fördel för minnesåterhämtningen.

Referenser

Barton, C (2018) *Hjärnan i matematikundervisningen*, Natur & Kultur, Stockholm, Första utgåvan, ISBN 978-91-27-82371-6

Bjork, E. L. & Bjork, R. A. (2014). Making things hard on yourself, but in a good way: creating desirable difficulties to enhance learning. In M. A. Gernbacher & J. Pomerantz (Eds.), *Psychology and the real world: essays illustrating fundamental contributions to society (2nd edition)* (pp. 59–68). New York: Worth.

Kirschner, P. A. & Sweller, J. & Richard E. Clark (2006) Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching, *Educational Psychologist*, 41:2, 75-86, DOI: 10.1207/s15326985ep4102_1
https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/s15326985ep4102_1

Rohrer, D & Dedrick, R. F. & Stershic, S. (2015) Interleaved Practice Improves Mathematics Learning, *Journal of Educational Psychology*, 107(3), 900-908

Sweller, J. (2003) Evolution of human cognitive architecture. In B. Ross (Ed.) *The psychology of learning and motivation*. (Vol. 43, pp. 215-266). San Diego, CA: Academic.)

Sweller, J. (2004) Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 9-31.

Sweller, J (2019) Cognitive load theory and educational technology. *Education Tech Research Dev*, 68, pages 1-16 (2020) <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09701-3>

Taylor, K & Rohrer, R. F. (2010). The Effects of Interleaved Practice. *Appl. Cognit. Psychol.* , 24, 837–848. <https://doi.org/10.1002/acp.1598>

Reed S.K. (2012) *Human Cognitive Architecture*. In: Seel N.M. (eds) *Encyclopedia of the Sciences of Learning*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_328

Rosenshine, B (2012) Principles of instruction: research-based strategies that all teachers should know, American educator, 36O, s. 12-39

Digitala referenser:

Relation mellan nationella kursprov och kursbetyg i ma2b för Riket, vt19, SIRIS. Skolverket.

(https://siris.skolverket.se/reports/rwservlet?cmdkey=common&geo=1&report=gy_relation&p_flik=G&p_lankod=&p_skolkod=&p_hmantyp=&p_termin=VT19&p_kommunkod=&p_hmankod=)

Resultat på kursprov i ma2b vt19 för Uppsala, SIRIS. Skolverket.

https://siris.skolverket.se/reports/rwservlet?cmdkey=common&geo=1&report=gy_kursprov&p_flik=G&p_hmantyp=&p_termin=VT19&p_lankod=03&p_kommunkod=0380&p_skolkod=&p_hmankod=&p_prov=MATMAT02B

Figur 1: Skiss över spaced repetition.

Osmosis (2021) Spaced repetition https://www.osmosis.org/learn/Spaced_repetition

Vecka	Huvudområde	Repetition av	Kommentar
34	Uppstart Igång med kunskapsmatrisen (30 min)	Algebra och aritmetik från kurs 1b	
35	Kapitel 1 – Algebra och linjära modeller Negativa tal Prioriteringsregler Tal i bråkform Algebraiska uttryck Ekvationer Koordinatsystem		
36	Funktioner	Förenkla ett uttryck	
37	E-test Räta linjens ekvation	$f(x)$	
38	Räta linjens ekvation		
39	E-test Grafisk lösning av ekvationssystem	Ange k- och m-värde från graf	tors (+fre) utvecklingssamtal
40	Ekvationssystem algebraisk lösning		
41	Speciella ekvationssystem Tillämpningar Rep		
42	Kapitel 2 – Algebra och icke-linjära modeller Polynom Kvadrerings- och konjugatregler	(Minus framför parentes) Räta linjen mellan två punkter	
43	Rep Prov 1 21/10 + Uppföljning av prov		Uppföljning ev nivågrupperad?
44	Höstlov		
45	Faktorisering Andragradsekvationer	Grafisk lösning	
46	Andragradsekvationer Komplexa tal	k-värde	Ons rep eller s. 103
47	Tillämpningar och problemlösning	Algebraisk lösning ekvationssystem	
48	Andragradsfunktioner	$f(x)$	48
49	Tillämpningar		

50	Rep Prov 2 tors 10/12 (t.o.m. kap 2.3)		
51	Uppföljning av prov Potenser	Kvadreringsregler	

2	Potensekvationer och exponentialfunktioner		
3	Exponentialfunktioner och Logaritmer	roten ur	
4	Tillämpningar och grafer + rep	andragradsfunktioner	
5	Reserv + mindre test		
6	Kapitel 3 – Geometri Vinklar	linjär funktion problem	
7	Likformighet, Topptriangelsatsen och transversalsatsen	pq	
8	Lov		
9	Kongruens	Logaritm	
10	Koordinatgeometri	Konjugatregel	
11	Rep + Prov kap 1+2+3 Torsdag		
12	Kapitel 4 – Statistiska modeller Felkällor	Randvinkel	
13	Påsklov		
14	Lägesmått Spridningsmått	likformighet	
15	Spridningsmått Normalfördelning	exponentialfunktioner	
16	Modellering	ekvationssystem	
17	Test		
18	Rep		
19	Rep		
20	Rep + Nationellt prov torsdag 20/5		

Information till forskningspersonerna

Under året 20/21 bedriver Martina Austad (Rosendalsgymnasiet) och Jenny Ritscher (Celsiuskolan) ett forsknings- och utvecklings-projekt i Utbildningsförvaltningen, Uppsala kommuns regi. Vi vill fråga dig om du vill delta i detta genom att bidra med utvalda resultat från kursens prov samt ditt kursbetyg?

I det här dokumentet får du information om projektet och om vad det innebär att delta.

Vad är det för projekt?

Projektets syfte är att undersöka kunskapsupphämtning och måluppfyllelse i kursen matematik 2b och sker inom ramen för klassens ordinarie undervisning. Information hämtas endast ur ändå gjorda examinationer, ditt nationella prov och ditt kursbetyg och din undervisning påverkas inte av deltagande i studien.

Vad händer med mina uppgifter?

Projektet kommer att samla in resultat från utvalda uppgifter på genomförda examinationer du skriver, och de kommer att jämföras med ditt nationella prov och ditt kursbetyg. Resultaten kommer inte att kunna härledas till ditt namn och ditt namn kommer inte nämnas i rapporten.

Dina svar och dina resultat kommer att behandlas så att inte obehöriga kan ta del av dem.

Hur får jag information om resultatet av studien?

Rapporten kommer att publiceras på Uppsala kommuns hemsida.

Deltagandet är frivilligt

Ditt deltagande är frivilligt och du kan när som helst välja att avbryta deltagandet. Om du väljer att inte delta eller vill avbryta ditt deltagande behöver du inte uppge varför, och det kommer inte heller att påverka bedömningen av dina kunskaper eller ditt betyg.

Om du vill avbryta ditt deltagande ska du kontakta din undervisande lärare.

Samtycke till att delta i studien

Jag har fått muntlig och skriftlig information om studien och har haft möjlighet att ställa frågor. Jag får behålla den skriftliga informationen.

- ☐ Jag samtycker till att delta i studien *Ökad förståelse i matematik 2b* och att uppgifter om mig behandlas på det sätt som beskrivs i informationstexten.

Plats och datum	Underskrift

Bilaga 3 Lista över socratives för Matematik 2b

Innehåll	soc-nummer	Kommentar
100 negativa tal, bråk, algebra	SOC-49500910	Teacher paced efter förkunskapsdiagnos i kunskapsmatrisen. Behandlar sidorna 8-15
100b rep av bråk och räkneordning	SOC-29778841	Denna användes inte av oss. Om klassen behöver mer repetition.
101 koordinatsystem, funktioner	SOC-49331389	Instant feedback som inledning på lektion. Behandlar sidorna 21-27
102 Funktioner $f(x)$	SOC-49551457	Innan arbetet med s. 31 för att hitta de som har luckor från ma1 som behöver hjälp igång.
103 k- och m-värden	SOC-30304876	Instant feedback efter genomgång
104 Råta linjen	SOC-49938655	Avsnitt 1.3 fram till sidan 49.
105 Ekvationssystem grafisk lösning	SOC-38228005	Instant feedback. Görs efter genomgång eller som exit ticket.
201 Polynom och parentesmultiplikation	SOC-51661976	Teacher paced i genomgången
202 Konjugat- och kvadrerings-regeln	SOC-51687565	Instant feedback efter genomgången
203 Enkla andragradsekvationer	SOC-52145440	Instant feedback, men i små avsnitt på kommando i genomgången.
204 pq-formeln intro	SOC-52326457	Instant feedback inför genomgång av normalisering av andragradsekvationer.
205 Andragradsfunktioner	SOC-52882792	Exit ticket efter att eleverna fått utforska $y=ax^2+bx+c$
206 Andragradsfunktioner	SOC-37540271	Instant feedback efter genomgång
207 Potenslagar	SOC-53785988	Instant feedback efter genomgång
208 Logaritmer	SOC-54473971	Instant feedback efter genomgång
209 Logaritmer och exponentialekvationer	SOC-39432195	Som en del av repetitionen av avsnittet
300 Vinklar	SOC-54994931	Instant feedback efter genomgång
301 Randvinkelsatsen	SOC-26755375	Instant feedback efter genomgång
302 Triangelsatserna	SOC-32917062	Teacher paced som intro på andra passet på triangelsatserna (Eleverna har alltså testat satserna lite innan.)
303 Kongruens	SOC-27166007	Sist på lektionen som sammanfattning.
401 Lådagram	SOC-27810793	Instant feedback efter genomgång
402 Normalfördelning och regression	SOC-28177137	Instant feedback efter genomgång
403 Repetition statistik	SOC-28257557	Instant feedback som repetition efter genomarbetat kapitel

