



# **Lärsituationens komplexitet för elever som upplever svårigheter i matematik**

***Rutiga Familjen i en ny lärmiljö***

Ann Nilsson

# EXAMENSARBETE

## Lärsituationens komplexitet för elever som upplever svårigheter I matematik

*Rutiga Familjen i en ny lärmiljö*

Ann Nilsson

Examinator:  
Pierre Gander

Institutionen för Ekonomi och IT

Handledare:  
Lena Pareto

Institutionen för Ekonomi och IT

Trollhättan, 2009

**2009:E999**

# DEGREE PROJECT

## The complexity of the learning situation for students experiencing difficulties in mathematics

### *The Squares Family in a new learning environment*

Ann Nilsson

#### Summary

*The Squares Family* is a game developed as a learning aid in mathematics. With its graphical representation of the decimal system, the four basic arithmetic operations and positive and negative numbers together with a learning agent as pedagogical approach, the game's primary purpose is to motivate students in their learning of mathematics. Although the game is strictly based on mathematical rules it attempts to encourage students to play and work with math without experiencing it as mathematics as this is initially not obvious. The game being internationally tested on normal performing students, this project introduced the game to six Swedish students who experience low motivation for and/or difficulties in mathematics. The students from fifth up to seventh grade participated therefore in a three weeks' study.

The ultimate goal of this project is to make suggestions on the integration of the game in the students' learning environment and on the adaptation of it to fit their needs. In order to be able to make such recommendations, following question was raised: How does the learning situation look like for students experiencing difficulties in mathematics?

An attempt to understand the complexity of their learning situation was made through several tests in students' attitude, self-efficacy and understanding of mathematics, through observations of their game playing, interview with their pedagogue and through a questionnaire on their attitude towards the game and their special education in mathematics and in their understanding of traditionally vs. graphically represented mathematical problems. Despite the time limited study it is obvious that the students' difficulties in mathematics are not independent of other factors, as the majority of these students display a negative attitude, a low self-efficacy and a sensibility for disturbances and reactions from their social network.

<b>Publisher:</b>	University West, Department of Economics and Informatics SE-461 86 Trollhättan, SWEDEN Phone: + 46 520 22 30 00 Fax: + 46 520 22 30 99
<b>Examiner:</b>	Pierre Gander
<b>Advisor:</b>	Lena Pareto, HV
<b>Subject:</b>	Media informatics
<b>Number:</b>	2009:E999
<b>Keywords</b>	mathematics, learning difficulties, educational game, learning environment, The Squares Family.
	<b>Language:</b> Swedish
	<b>Date:</b> June 1, 2009

# EXAMENSARBETE

## Lärsituationens komplexitet för elever som upplever svårigheter i matematik

### *Rutiga Familjen i en ny lärmiljö*

Ann Nilsson

## Sammanfattning

*Räkna med Rutiga Familjen* är ett spel utvecklat som läromedel i matematik. Spelets huvudmål är att motivera elever i sitt lärande genom sin grafiska representation av decimalsystemet, de fyra räknesätten, positiva och negativa tal samt genom sin pedagogiska ansats av en lärande agent. För att motivera elever att spela och arbeta med matematik utan att initialt vara medveten om det, är matematiken i spelet trots sin matematiska grund, nedtonad. Spelet som testas internationellt mot normaltpresterande elever, introducerades i detta projekt till sex svenska elever med låg motivation för och/eller svårigheter i matematik. Eleverna som är från femte till sjunde klass deltog i denna undersökning under en tre veckors period.

Projektets huvudmål är att föreslå rekommendationer för matematikspelets integration i undervisningen av elever med matematiksvårigheter och för anpassning av spelet till deras behov. Som utgångspunkt för framtagning av rekommendationerna ställdes följande fråga: Hur ser lärsituationen ut för elever som upplever svårigheter i matematik?

I ett försök att förstå komplexiteten av elevernas lärsituation genomfördes flera tester i deras attityd, självvärdering och matematikförståelse, observationer av deras spelande, intervju med specialpedagogen samt enkät kring deras attityd gentemot spelet och specialundervisningen och kring deras förståelse för traditionellt vs grafiskt representerade matematikuppgifter.

Trots studiens tidsbegränsning är det uppenbart att elevernas svårigheter i matematik hänger samman med andra faktorer, då majoriteten av eleverna uppvisar en negativ inställning, en låg självvärdering samt känslighet för störningar och reaktioner från sitt sociala nätverk.

<b>Utgivare:</b>	Högskolan Väst, Institutionen för Ekonomi och IT 461 86 Trollhättan Tel: 0520-22 30 00 Fax: 0520-22 30 99
<b>Examinator:</b>	Pierre Gander
<b>Handledare:</b>	Lena Pareto, HV
<b>Huvudämne:</b>	Medieinformatik
<b>Nivå:</b>	C-nivå
<b>Rapportnr:</b>	2009:E999
<b>Nyckelord:</b>	matematik, lärsvårigheter, lärspele, lärmiljö, Räkna med Rutiga Familjen.
<b>Språk:</b>	Svenska
<b>Poäng:</b>	15
<b>Datum:</b>	2009-06-01

## **Förord**

Mitt första tack riktas till Lena Pareto. Som handledare har hon gett mig insiktsfulla råd, skapat utrymme för självständigt arbete och varit generös i sina hjälpinsatser. Som spelutvecklare har hennes hjälp med interpretationen av matematikspelets logg varit nödvändig pga. dess komplexitet. Vårt samarbete präglades av positivism och framåtanda. Hon har framförallt gett mig sitt förtroende, som var nödvändigt för att delta i hennes forskningsprojekt och för att använda hennes kontakter.

Jag vill även rikta min tacksamhet till specialpedagogen som deltog i detta arbete. Utan hennes tro i projektet och mitt arbete, utan hennes engagemang i sitt arbete och utan hennes ihärdiga försök att ordna speltillfällen, hade detta arbete inte kunnat genomföras.

Jag tackar även eleverna, som frivilligt har ställt upp att delta i detta projekt. För mig var det en förmån att få träffa eleverna i sin lärmiljö. Även elevernas föräldrar och skolans rektor har genom sitt godkännande visat förtroende för mitt arbete, vilket jag är tacksam för.

Inom ramen för min utbildning har arbetet med Lena Paretos matematikspel *Räkna med Rutiga Familjen* varit högst relevant, eftersom mina arbeten under min utbildning i Digitala Media huvudsakligen har varit pedagogiskt vinklade och spelet förenar matematik och IT i undervisningssyfte.

Slutligen har detta arbete gett mig insiktsfull inblick i min egen förmåga och tro.

Uddevalla, maj 2009

Ann Nilsson

## Innehåll

Summary.....	i
Sammanfattning.....	ii
Förord.....	iii
1 Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och mål.....	2
1.3 Frågeställning.....	2
2 Avgränsningar.....	3
3 Teori och tidigare forskning.....	4
3.1 Perspektiv inom specialpedagogiken.....	4
3.2 Perspektiv på lärandet.....	5
3.3 Matematiksvårigheter.....	9
3.4 Taluppfattning.....	11
3.5 Matematikspelet.....	13
4 Metod och tillvägagångssätt.....	27
4.1 Metod.....	27
4.2 Tillvägagångssätt.....	28
4.3 Planerad analys av resultaten.....	31
5 Genomförandebeskrivning.....	35
5.1 Undersökningen.....	35
5.2 Analysen.....	36
6 Resultat av tester och enkät.....	36
6.1 Elevens matematiksvårigheter – individuellt resultat av matematiktest.....	37
6.2 Elevens attityd - individuellt resultat av attitydtest och enkät.....	37
6.3 Elevens self-efficacy – individuellt resultat av attitydtest och enkät.....	38
6.4 Individuell redovisning av resultat.....	39
7 Analys.....	51
7.1 Individuella elevprofiler – sammanfattning.....	51
7.2 Gruppattityd allmänt och i matematikspelet.....	58
7.3 Elevgruppens sociala kontext.....	60
8 Rutiga Familjen i en ny lärmiljö.....	62
8.1 Elevens sociala nätverk.....	62
8.2 Elevens attityd.....	63
9 Diskussion.....	66
9.1 Resultatens betydelse.....	67
9.2 Reflektioner kring resultaten och dess tolkning.....	67
10 Slutsatser.....	68
11 Rekommendationer till fortsatt arbete.....	69
Källförteckning.....	70

**Bilagor**

A Attitydtest.....	1
B Matematiktest.....	3
C Enkät.....	7
D Elevprofiler.....	11

## 1 Inledning

Matematik är ett högaktuellt samhällsämne. I Skolverkets (2009b) senaste rapport konstateras att TIMSS<sup>1</sup> senaste två mätningar visar att de svenska elevernas kunskap i matematik ligger under genomsnittet jämfört med andra länder. Att regeringen under kommande tre år satsar 525 miljoner kronor på matematik och naturvetenskap (Regeringskansliet 2009a, 2009b) i syfte att bryta denna nedåtgående trend, visar att matematik är en prioriterad angelägenhet.

I sökandet efter förklaringar för låga betyg i matematik är det tänkbart att fokus på matematiksvårigheter har ökat. Googlesökningar gjorda 19:e mars 2009 kan t.ex. ge en idé om problemets omfattning i följande antal träffar: matematiksvårigheter: 35 700, dyskalkyli: 68 900 resp. dyscalculia: 294 000, mathematic learning disabilities: 828 000 resp. mathematic learning problems: 39 700 000.

Bland försöken att förbättra elevernas matematikförståelse kan det tänkas att IT spelar en framträdande roll. Skolverkets regelbundna artiklar (Skolverket 2009a) om satsningar inom temat matematik och IT, visar t.ex. på ett ökat intresse för användning av IT i matematikundervisningen.

Utifrån ämnets aktualitet och angelägenhet samt utifrån det ökade intresset kring IT i matematiksammanhang, undersöker jag i detta examensarbete matematikspelets *Räkna med Rutiga Familjen* potential för elever med matematiksvårigheter.

### 1.1 Bakgrund

Matematikspelet *Räkna med Rutiga Familjen* för grundskoleelever (årskurs 1-6) har som främsta mål att motivera elever och att få eleverna att tycka ”att matte är roligt”, genom att öka förståelsen för matematik och ge elever ett nytt sätt att hantera matematik på (Pareto 2008, s. 4).

Utöver den allmänna målgruppen av grundskoleelever, har spelet utvecklats med fokus på specifika elevgrupper. Dessa grupper är elever med svagt matteintresse, elever med matematiksvårigheter (Pareto 2004, s. 3) och mer specifikt elever med dyskalkyli (Pareto 2005), elever som kan räkna men inte riktigt förstår (Pareto 2008, s. 4) samt flickor (Pareto 2004, s. 3).

Detta examensarbete grundar sig i ett pågående forskningsprojekt, där matematikspelet i skrivandets stund, våren 2009, testas internationellt. Grundskoleelever från åtta klasser i två länder använder under flera månader matematikspelet som kompletterande läromedel. Då dessa elever inte tillhör matematikspelets specifika målgrupper, ämnar detta examensarbete att fokusera på elever som upplever svårigheter i matematik.

---

<sup>1</sup> Trends in International Mathematics and Science Study



Sett utifrån ett relationellt, ekologiskt<sup>2</sup> eller sociokulturellt perspektiv kan antas att elevernas sociala kontext har påverkan på deras lärsituation. Utöver sina matematiksvårigheter är det tänkbart att eleverna, sett utifrån ett känslomässigt perspektiv, dessutom känner sig mycket osäkra och är allmänt negativt inställda. Matematiksvårigheterna samt den sociala och känslomässiga aspekten av elevernas situation kan tänkas leda till en låg motivation och en negativ attityd gentemot matematik. Utifrån matematikspelets mål att motivera, undersöks därför hur spelet bör införas hos elever med matematiksvårigheter och hur spelet ytterligare kan anpassas till eleverna utifrån deras situation och behov.

## **1.2 Syfte och mål**

Examensarbetets mål är att undersökningen som genomförs, resulterar i konkreta rekommendationer för hur matematikspelet bör integreras i undervisningen av och anpassas till elever med matematiksvårigheter. Syftet är att dessa rekommendationer blir ett stöd för spelets vidare utveckling och att denna undersökning blir en grund för vidare forskning. Eftersom undersökningens mål är att få en helhetsbild av en komplex situation, är strävan att den ger en djupare förståelse för elevens situation. Syftet är att denna förståelse ger spelets forskarteam och utvecklare mer insikt i problematiken, samtidigt som undersökningens helhetsbild även kan intressera andra grupper inom pedagogik, specialpedagogik, spelutveckling och andra ”matteintresserade”. Forskning kring matematiksvårigheter vittnar om ämnets komplexitet och behov av ytterligare forskning.

## **1.3 Frågeställning**

Matematikspelet *Räkna med Rutiga Familjen* är ett datorspel som har utvecklats för att användas som komplement till andra läromedel i matematikundervisningen. Spelet introducerar matematik på ett icke- traditionellt sätt, genom att hjälpa eleven att förstå matematik utan siffror och symboler. Spelet bygger på matematiska operationer och regler. Tal är representerade av grafiska objekt och matematiska operationer är animerade simuleringar (Pareto 2004, s. 1, Pareto, Schwartz & Svensson 2009, s. 1). Eleven ska genom egen utforskning och upplevelse själv komma underfund med matematiska regler. Eftersom eleven ska kunna hantera matematik även på traditionellt sätt, introduceras siffror och symboler stegvis, beroende på elevens egen utveckling och förståelse.

Matematikspelet har anammat konceptet av en lärande agent. I motsats till andra lärspele med traditionella pedagogiska agenter, som intar expertrollen och lär eleven, är det i matematikspelet eleven som lär agenten. Grundidén av den lärande agenten har utvecklats av Daniel Schwartz, forskare på Stanford University i Kalifornien, USA.

---

<sup>2</sup> Ekologiskt, som Magne (2003, s. 27-33) menar, där eleven betraktas i sina olika miljöer (se 3.1).

Schwartz forskning kring detta koncept visar att det har motivations- och läreffekter på elever (Blair et al. 2007, s. 7).

Eftersom matematikspelet är avsett för grundskoleelever kan det dock vara svårt för dem att formulera sin kunskap till sin agent. Därför bygger spelet även på teorin att lära genom vägledning. Eleven lär sin lärande agent, men vägleds samtidigt av agenten i sin kunskapsformulering. Konkret följer agenten elevens spelande och ställer frågor till eleven för att lista ut hur eleven tänker. Frågorna hjälper dessutom eleven att själv reflektera över sitt spelande och över hur den kan formulera sin förståelse. (Pareto 2008, s. 42)

En mindre pilotstudie, där grundskoleelever har testat matematikspelets lärande agent, visar att elevernas lärande påverkades positivt, framförallt hos lågpresterande elever (Pareto, Schwartz & Svensson 2009, s.3).

Utifrån pedagogiska perspektiv på lärandet och teorier kring matematiksvårigheter, antas att matematikspelets införande hos elever med matematiksvårigheter bör anpassas efter elevernas situation. Utifrån spelets pedagogiska angreppssätt och examensarbetets mål att ge rekommendationer för matematikspelets vidare utveckling, antas även att matematikspelet *har* potential för elever med matematiksvårigheter och att spelet därmed *kan* modifieras för att tillgodose elevernas behov.

Huvudfrågan som examensarbetet ska svara på formuleras således som följande:

*Hur bör matematikspelet Räkna med Rutiga Familjen integreras i undervisningen av elever med matematiksvårigheter och hur kan spelet anpassas till elevernas behov?*

För att kunna svara på denna fråga formuleras följande fråga:

*Hur ser lärsituationen ut för elever som upplever svårigheter i matematik?*

## **2 Avgränsningar**

För att säkerställa arbetets framgång har jag avgränsat detta arbete i implementeringsavseende. Rekommendationerna som arbetet resulterar i implementeras inte i matematikspelet inom ramen av detta examensarbete. Detta överläts istället åt spelets utvecklare.

### 3 Teori och tidigare forskning

Nedan följer teorier av huvudsakligen pedagogisk karaktär, eftersom matematikspelet är ett pedagogiskt läromedel och elevernas problem är lärsvårigheter.

Teorierna är valda utifrån följande begrepp som härleds från frågeformuleringen: lärande, matematiksvårigheter samt matematikspel. Eftersom eleverna som undersöks ingår i en specialpedagogisk lärmiljö, är det angeläget att först kort belysa två synsätt på elever som upplever lärsvårigheter. Därefter närmas begreppet lärande utifrån olika perspektiv.

Då undersökningens målgrupp upplever matematiksvårigheter och detta kan medföra nedsatt motivation, tas sedan teorier upp kring matematiksvårigheters orsaker och deras innebörd samt kring taluppfattning som är grundläggande i förståelsen för matematik. Slutligen belyses de pedagogiska teorierna och forskningsresultaten som matematikspelet baserar sig på, eftersom de är relevanta för att förstå spelets ansats, tolka undersökningens empiri och föra en diskussion kring den.

#### 3.1 Perspektiv inom specialpedagogiken

Enligt Emanuelsson, Persson och Rosenqvist (2001) finns två perspektiv inom specialpedagogiken, ett kategoriskt och ett relationellt:

- Det kategoriska perspektivet har en medicinsk och psykologisk grund. Individen som upplever problem, ses som en individ *med* svårigheter, eftersom orsakerna tros ligga hos individen.
- Det relationella perspektivet som har en pedagogisk grund, ser individen snarare som en individ *i* svårigheter, eftersom orsakerna till problemen anses vara i individens kontext.

Enligt samma källa (Emanuelsson, Persson & Rosenqvist 2001, s. 128), dominerar det kategoriska perspektivet i specialpedagogiken, även om det relationella perspektivet ökar. Det senare perspektivet ligger närmast ett sociokulturellt perspektiv på lärandet, eftersom både fokuserar på den sociala, kulturella kontexten och samspelet mellan de olika aktörerna.

Olof Magne, som bl.a. forskar kring inläring och specialpedagogik, har skrivit flera böcker om matematik och pedagogiken kring den. Magne (2003, s. 27-33) belyser lärandet från ett s.k. ekologiskt perspektiv, där eleven betraktas i sina olika miljöer, som skolan, kompisgänget och hemmet.

Lärandet anses dessutom ske i ett nätverk där flera faktorer påverkar eleven och elevens lärande. Magne beskriver elevens matematiksvårigheter således som en obalans i ett system (han drar parallell till ett ekologiskt system) uppbyggt av tre faktorer: matematiken, eleven och det sociala nätverket.

- Matematikuppgiftens svårighetsgrad påverkar elevens prestation.
- Eleverna påverkas av sina sociobiologiska förutsättningar<sup>3</sup>, sin grad av tankeverksamhet och sina känslor.
- I det sociala nätverket inkluderar Magne åtta olika element som påverkar. Dessa handlar bl.a. om skolans och läroplanens påverkan på eleven, de sociala gruppernas och könsrollernas effekt på eleven, mm.

Denna ekologiska syn är således även relationell, då elevens svårighet inte ses som en fysisk sjukdom i eleven, men anses bero på någon störning mellan eleven och den sociala/fysiska omgivningen.

### **3.2 Perspektiv på lärandet**

Det relationella perspektivet och Magnes ekologiska perspektiv på eleven och lärandet ligger nära ett sociokulturellt perspektiv. Elevens svårigheter placeras i ett större sammanhang än individen och elevens lärande anses påverkas av uppgiften, av elevens egna förutsättningar, men även av det sociala nätverket som eleven ingår i.

Redan i begreppet sociokulturellt klargörs att den sociala och kulturella aspekten är av central betydelse, vilket är i direkt kontrast med behaviorismen och kognitivismen. Inom behaviorismen (Säljö 2000, s. 50) är endast det yttre beteendet, dvs. det som är observerbart av vikt. Detta innebär dels att lärandet sker som en synlig förändring i elevens yttre beteende och dels att det är kopplat till elevens fysiska erfarenheter. Behaviorismen har dessutom krav på objektivitet och observerbarhet, vilket betyder att allt som handlar om elevens känslor, tänkande, mentala processer, mm. anses vara subjektivt, icke-observerbart och därför irrelevant.

Utifrån tron att betingning är nyckeln till lärandet (Säljö 2000, s. 51) skulle elever med matematiksvårigheter kunna hjälpas genom s.k. operant betingning<sup>4</sup>, där rätt svar förstärks. Som Säljö (2000, s. 52) påpekar återfinns denna form av betingning överallt och i olika form, även i läromedel. I matematikspelet *Räkna med Rutiga Familjen* vinner eleven t.ex. guldstjärnor när eleven väljer bra kort. Stjärnorna är en variant av poängsystem i likhet med andra (data)spel. Guldstjärnorna har dock en dubbelfunktion: att uppmuntra eleven att spela vidare och/eller spela bättre samt att ge eleven feedback på sitt spelande. Återkopplingen kan i sin tur leda till reflektion, där eleven försöker förstå varför en stjärna tilldelas vid ett visst kortdrag. På så sätt kan eleven komma underfund med matematiska regler.

---

<sup>3</sup> Olof Magne ger följande som exempel (2003, s. 32): Medan vissa sjuåringar visar intresse för talteori, kan andra inte ensiffriga tal (fritt omformulerat).

<sup>4</sup> Med operant betingning (Säljö 2000, s. 52) menas att genom belöning förstärka en individs beteende, så att det blir vanligare. Kallas även förstärkningsprincipen. Enligt denna princip minskar beteende som inte förstärks för att till slut helt försvinna.

Idén med guldstjärnorna kan illustreras med följande dialog ur matematikspelets saga:

”Bosse rusade ut till Tilda och berättade för henne om Moster Minus spel. Tilda tyckte det lät spännande med en låtsasvärld och ville absolut prova spelet med en gång. Bosse förklarade att om Tilda la ett blått tre –kort på den röda Minusgården så kunde han ta bort dem om han hade ett blått ta-bort kort med tre rutor. Om sedan lekgården var tom, ja då fick han en stjärna. Tilda funderade ett tag och sa sedan: Om du tar bort två blå från Plus-världen då kan jag lägga till två blå och då får jag en stjärna. Båda barnen hade nu fattat och satte nu igång att spela.”

(Pareto 2008, s. 12)

Även i det kognitivistiska perspektivet (Säljö 2000, s. 55-56) utesluts sociala och kulturella aspekter, eftersom det endast fokuserar på människans intellekt. Påverkad av utvecklingen inom datateknologi, anses i extrema varianter av kognitivismen att människans hjärna är en ”processor”. Det antas dessutom att hjärnan fungerar på samma sätt för alla elever, oavsett social eller kulturell kontext. Individens lärande koncentreras på att optimalt få in information i eleven, få eleven att effektivt lagra den för att sedan kunna plocka fram informationen. Kognitivismen finns dock även inom t.ex. kognitionspsykologin som försöker besvara frågor bl.a. om hur individen löser problem, kommer ihåg, fattar beslut och bedömer risker. Adlers<sup>5</sup> synsätt på matematiksvårigheternas orsak (se 3.3) är t.ex. övervägande kognitivistiskt, där han anser att orsakerna kan ligga i elevens bristande kognitiva förmågor, som t.ex. i förmågan att tänka, tolka, fatta beslut, jämföra, mm. Det är dock inte helt kognitivistiskt, eftersom han inte utesluter att elevens svårigheter även kan finnas i andra områden, som t.ex. i bristande undervisning eller i elevens känslö- eller familjeliv (Adler 2007, s. 33-64). Hans åtgärdsförslag för att hjälpa eleven med matematiksvårigheter (Adler 2007, s. 127-265) kan dock tyckas vara huvudsakligen av kognitivistisk karaktär.

En gren i kognitivismen utgörs av Piagets syn på lärandet: konstruktivismen. Där kognitivismen ser hjärnan som en mottagande informationsprocessor, anser konstruktivisterna att lärandet däremot är en aktiv process. Att eleven aktivt skapar sig en egen tolkning och förståelse innebär att eleven *måste* vara aktiv för att kunna göra egna erfarenheter (Säljö 2000, s. 59-61, 65 & Hedrén 2000, s. 13).

I ett piagetanskt perspektiv konstruerar eleven sin matematiska kunskap således genom att utföra handlingar och abstrahera dem. T.ex. lägger eleven tio stenar i olika mönster för att varje gång komma fram till samma räkneresultat: tio stenar. Eleven abstraherar sedan sina handlingar och konkluderar att summan inte är beroende av ordningen (Engström 1998, s. 87). Detta kallas reflektiv abstraktion. Eleven, vars matematiksvårigheter delvis eller helt beror på en svag analyserande tankeprocess (se 3.3.2), kan då ha svårt att göra abstraktioner utifrån sina handlingar.

---

<sup>5</sup> Adler, Björn är psykolog, neuropsykolog, kognitiv psykoterapeut samt verksamhetschef för DyskalkyliCentrum Sverige (Adler, 2007).

Eleven behöver således få stöd i sitt reflektiva tänkande. I matematikspelet får eleven på olika sätt hjälp i denna process genom bl.a. datorns förklaringar, agentens frågor, self-explanation<sup>6</sup> och möjligheten att observera sin agent (se 3.5.5).

Ett sociokulturellt perspektiv på lärandet innebär att lärandet sker i den sociala interaktionen och i kommunikationen mellan individen och kollektivet genom användning av kulturella element, dvs. fysiska och icke-fysiska element som t.ex. värderingar, kunskap, språk och artefakter<sup>7</sup> (Säljö 2000, s. 13, 29, 37). I meningen att lärandet är en aktivitet, är konstruktivismen således likt det sociokulturella perspektivet (Säljö 2000, s. 65). Skillnaden är dock att konstruktivismen tar avstånd från elevens sociala och kulturella bakgrund. Eleven upptäcker allt på egen hand och lärandet påverkas inte av elevens bakgrund och kontexten som eleven befinner sig i (Säljö 2000, s. 63, 66, 68).

I ett sociokulturellt perspektiv anses däremot att eleven inte upptäcker allt på egen hand, men däremot i interaktion med vuxenvärlden och att denna omvärld dessutom förtolkas<sup>8</sup> för eleven (Säljö 2000, s. 66-67). Det medför att elevens tolkning och förståelse färgas av bl.a. bakgrunden, omgivningen och artefakterna som används i interaktionen. Kommunikation och språk blir således mer centralt än inom konstruktivism, eftersom eleven lär genom interaktion och språket är mer än ett medel att ta in information med.

Säljö beskriver kommunikationens och språkets betydelse på följande sätt:

”Det är genom att kommunicera om vad som händer i [...] interaktion, som barnet blir delaktigt i hur människor i dess omgivning uppfattar och förklarar företeelser. [...] Kommunikation föregår tänkande och att lära sig ett språk är att lära sig att tänka inom ramen för en viss kultur och en viss samhällslig gemenskap.”  
(Säljö 2000, s. 67)

Dock har konstruktivismen en förgrening som kallas socialkonstruktivism. I likhet med konstruktivismen bygger socialkonstruktivismen på övertygelsen att kunskap konstrueras aktivt och individuellt, vilket medför att en elevs kunskap skiljer sig från en annan elevs kunskap, även om de utsätts för samma stimuli (Hedrén 2000, s.12-13). Men socialkonstruktivismen vidgar sitt perspektiv genom att inkludera elevens samspel med andra i sitt skapande av kunskap. Därmed tas avstånd från tron att eleven tillägnar sig kunskap helt på egen hand, medan hänsyn tas till den sociala kontexten som lärandet sker i (Hedrén 2000, s. 16-17).

---

<sup>6</sup> Med self-explanation menas att eleven först behöver förstå och förklara sina handlingar för sig själv innan eleven kan lära sin agent (Pareto 2009b, s. 4).

<sup>7</sup> Med artefakt, redskap eller verktyg menas i ett sociokulturellt perspektiv de fysiska och icke-fysiska verktyg som individen använder i sin förståelse av omvärlden. En fysisk artefakt är t.ex. miniräknaren, en icke-fysisk artefakt är t.ex. språket (Säljö 2000, s. 20, 29, 71).

<sup>8</sup> Förtolkning eller mediering är ett centralt begrepp inom det sociokulturella perspektivet. Såväl i fysiska som i icke-fysiska verktyg/artefakter är kunskap, idéer, regler, uppfattningar, begrepp, mm. inbyggda. Omvärlden medieras således för individen genom dessa artefakter. (Säljö 2000, s. 80-81).

Utifrån ett konstruktivistiskt perspektiv bör eleven som upplever matematiksvårigheter bli hjälpt genom att aktivt hantera matematik. Det kan dock antas att eleven inte helt är passiv, eftersom eleven redan i skol- och hemsammanhang hanterar matematik i viss utsträckning. Det kan dock tänkas att en ökad aktivitet kan påverka elevens motivation och lärande positivt om denna aktivitet resulterar i positiva upplevelser.

Men aktiviteten i sig kommer inte att hjälpa eleven att förstå. Sett utifrån medieringsprincipen, kan det vara så att eleven med matematiksvårigheter inte förstår den traditionella matematiken och dess språk med bl.a. tal, siffror, symboler. Om det traditionella sättet inte uppfattas av eleven kan det vara meningslöst att låta eleven arbeta på detta sätt i förhoppningen att det nöts in. Endast ökad aktivitet leder då inte till ökad förståelse. Utöver aktivitet kan det antas att eleven således bör få hjälp att förstå matematik på ett annat sätt än det traditionella. Matematikspelet använder t.ex. ett icke-traditionellt språk, genom att byta tal och operatorer mot grafiska representationer och animationer.

Hedrén (2000) har i sin forskning följt elever från årskurs 2 till årskurs 5 och studerat deras utveckling inom matematik. Bland eleverna fanns, som Hedrén väljer att kalla dem, några ”svagpresterande” elever. Hans utgångspunkt var att låta alla elever, inklusive de som presterar mindre, hitta egna beräkningsmetoder. Utifrån sin forskning motsätter han sig tron att elever med matematiksvårigheter skulle ha fördel av att lära algoritmer. Enligt honom skulle det tvinga eleverna att använda begrepp som de inte är mogna för. Hedrén tycker däremot att även dessa elever bör använda egna strategier samtidigt som de bör få stöd att vidareutveckla dessa (2000, s. 139).

”Även de elever, som av någon anledning har svårigheter med matematik, kan klara av att med eller utan hjälp hitta metoder, som de kan göra till sina egna. Även dessa elever kan nå långt i förståelse av aritmetiska<sup>9</sup> sammanhang, även om det går långsammare för dem.”

(Hedrén 2000, s. 143)

Detta illustrerar att det traditionella sättet kan skapa problem för elever med svårigheter och att eleverna därför bör tillåtas att själv finna metoder eller strategier, vilket överensstämmer med matematikspelets grund, där eleven utvecklar sin förståelse genom egen utforskning.

Utöver en ökad aktivitet och ett annorlunda angreppssätt kan, enligt socialkonstruktivism och sociokulturalism, även dialogen kring matematik och matematiska uppgifter hjälpa eleven i sin förståelse. Dialogen och interaktionen kan främja den gemensamma och individuella reflektionen. Säljö (2000, s. 111, 114) ser t.ex. detta tänkande som ett kollektivt och kommunikativt arbete mellan elever, där elever genom att samtala/-lyssna gemensamt analyserar och kommer fram till slutsatser. Resonemangen och slutsatserna används sedan vidare av den enskilde eleven.

---

<sup>9</sup> Aritmetik är en ”del av matematiken som behandlar de fyra räknesätten addition, subtraktion, multiplikation och division.” (Nationalencyklopedin 2009)

Dessa perspektiv inbegriper den sociala interaktionen med andra i elevens reflekterande, vilket skiljer sig från Piagets övertygelse att reflektion endast sker individuellt och inom eleven. Utöver individuell reflektion, Piagets s.k. reflektiv abstraktion, främjar matematikspelet även den gemensamma reflektionen genom dialogmöjligheten som uppstår när eleven spelar med andra (elev, agent, pedagog).

### **3.3 Matematiksvårigheter**

Litteratur vittnar om att matematiksvårigheter är svårdefinierbara, både vad gäller orsak och åtgärder. I sin bok beskriver Adler (2007, s. 33) att matematiksvårigheter kan yttra sig på olika sätt och ha olika orsaker. Dessutom kan de olika typerna av svårigheter förekomma blandad. Orsakerna, enligt Adler, kan vara känslomässiga blockeringar, allmänna eller specifika kognitiva svårigheter eller oförmågan att räkna. Andra orsaker är bl.a. utebliven eller bristande undervisning eller familjrelaterade problem.

#### **3.3.1 Känslomässiga blockeringar**

Negativa känslor motarbetar lärandet i två bemärkelser: dels kan de påverka minnesförmågan, så att information kopplad till dessa känslor är svårare att minnas (Adler 2007, s. 37), dels kan de leda till en minskad motivation att lära sig. Minnesförmågan är komplex och påverkas av olika faktorer. Angående minnesförmågan ger Reisberg (2007, s. 235-238) dock en annan bild av känslornas påverkan. Mycket förenklad kan sägas att Reisberg menar att känslor är en viktig faktor för att komma ihåg och att de, i motsats till Adlers åsikt, ofta hjälper oss att minnas. Reisberg påpekar dock att det som blir ihågkommen återger inte helt det som skedde.

Enligt Adler (2007, s. 37-46) förväntar sig elever som regelbundet har upplevt misslyckande i matematik, att de ständigt kommer att misslyckas i ämnet. Detta känns igen i det som Gunnar Sjöberg (2006, s. 106) beskriver som ”matematikångest”, s.k. math anxiety, i sin avhandling om elever i matematikproblem. Han påpekar dock att det råder oenighet om detta är en orsak till eller en följd av problemen. Denna oenighet kan dock tyckas vara av mindre betydelse, medan det viktiga är att ångest och stressen den medför är befintliga och återkommande, vilket kan leda till mindre motivation. Även Magne (2003, s. 32) belyser i sin bok om undervisningen i matematik att effekten av positiva och negativa känslorna är en viktig faktor som påverkar lärandet.

Enligt Adler (2007, s. 37-46) kan eleven dessutom ha tendens att bekräfta den negativa trenden av misslyckanden, eftersom den är lättare att hantera pga. sin trygghet än att konfronteras med förändringarnas ovisshet. Å andra sidan kan framgång upplevas mycket starkt, dock behöver eleven bli medveten om sina negativa känslor och därifrån sikta mot positiva känslor. Konkret betyder detta att eleven behöver uppleva positiva känslor i sitt arbete med matematik.



### **3.3.2 Allmänna och specifika kognitiva svårigheter**

Allmänna kognitiva svårigheter är oftast svårigheter som inte begränsar sig till ämnet matematik, eftersom dessa beror på svårighet att tänka, förstå och tolka processer. I matematik yttrar sig dessa i allmänna matematiksvårigheter, där eleven behöver mer tid att tänka och arbeta (Adler 2007, s. 47-49, 62).

Att eleven underpresterar i flera områden beror dock inte per automatik på allmänna kognitiva orsaker. Det kan bero på specifika kognitiva problem, som enligt Adler (2007, s. 49-64) kan kategoriseras i följande:

– Perceptionsprocesser innebär att ta in sinnesintryck och information, bearbeta och tolka dem. Eleven kan ha svårt att skriva/läsa tal/siffror, läsa tabeller, att arbeta med/jämföra/rita geometriska figurer, att stänga ut irrelevanta auditiva/visuella intryck och att föreställa sig en ändring i perception, t.ex. att fantisera att ett känt föremål har bytt färg, form, mm.

Enligt författaren (Adler 2007, s. 52) kan automatisering hjälpa eleven genom att siffror/tal känns igen per automatik och därmed inte belastar eleven kognitivt. Dock påpekar han att automatisering inte räcker när eleven t.ex. behöver analysera, eftersom det kräver en medveten handling.

– Minnesprocesser innebär att lagra information, bibehålla och komma ihåg den. Första steget i minnesprocessen är att eleven medvetet behöver kunna rikta sin uppmärksamhet. Sedan är arbetsminnet viktigt för t.ex. huvudräkning, övergångar mellan tiotal, jämförelse av geometriska figurer, mm. (Adler 2007, s. 54). Vikten av att ha en minnesfunktion som är välutvecklad framgår även av Sjöbergs forskning (2006, s. 98-99). Sjöberg (2006, s. 98) menar att minnesfunktion och framförallt arbetsminnet som belastas vid matematikövningar, belastas i större utsträckning hos elever som upplever problem i matematik. Denna överbelastning hos elever med lärsvårigheter bekräftas av Adler (2007, s. 54). Sista steget i minnesprocessen är långtidsminnet, som består av flera andra minnen. Automatiserad kunskap, kunskap om siffror, kunskap om fakta (hur räknesätten används, hur tal avläses), information om en själv och ens egna prestationer lagras där. I långtidsminnet är det prospektiva minnet viktigt för att planera och strukturera. Stress kan t.ex. störa detta minne.

– Tankeprocesser är kognitiva händelser, som att t.ex. tänka, analysera och reflektera (Adler 2007, s. 25). Tankeprocesser i matematiksammanhang betyder dessutom mycket mer än att lösa ett matematiskt problem. Tanken innebär språklig kommunikation med andra och sig själv, i ord eller i bild. I tänkandet ligger också förmågan att fantisera och föreställa sig. Tankarna påverkar dessutom välbefinnandet och utvecklingen positivt eller negativt, beroende på tankarnas karaktär.

– I språkliga processer är språket viktigt för att förstå skillnad mellan grund- och ordningstal och kunna använda dessa korrekt, t.ex. ett och först. Språket är viktigt för förståelsen av begrepp som stor, större, störst, begrepp som handlar om positionering (mellan, sist), motsatsbegrepp (hög vs låg) samt antal, mängder, mm.

### 3.3.3 Oförmågan att räkna – Akalkyli

Denna svårighet (Adler 2007, s. 63) innebär att eleven inte kan göra en koppling mellan tal och antal, vilket vanligtvis beror på språkstörningar.

### 3.3.4 Andra orsaker

Känslomässiga blockeringar förekommer ofta när eleven även har kognitiva svårigheter. Svårigheterna leder ofta till misslyckande som i sin tur resulterar i bristande motivation (Adler 2007, s. 63-64).

## 3.4 Taluppfattning

Ett grundläggande begrepp inom matematik är taluppfattning. I litteraturen anses taluppfattningen vara en grundförutsättning för att utvecklas inom matematiken. Hedrén (2000, s.7), belyser t.ex. att en god taluppfattning är nödvändig för att huvud- och överslagsräkna samt för att kunna bedöma rimligheten i ett beräkningsresultat.

Litteraturen kring taluppfattningen ger intryck att begreppet är svårdefinierbart. För sin formulering av innebörden av termen *taluppfattning*, tar Hedrén (2000, s.25) t.ex. stöd i olika forskares syn på matematik. Begreppet taluppfattning definierar han som en individs förståelse för tal, uppfattning av tal och uppfattning av samband mellan tal (2000, s.10). Enligt honom innefattar begreppet taluppfattning följande:

- Att förstå talets betydelse, dvs. dess positionsvärde i heltal och decimala tal och att förstå talets storlek. T.ex.: siffrans position avgör talets värde som i t.ex. 756 står 7 för 700 medan den i 657 står för 7 (i decimalsystem med bas 10).
- Att förstå talets relativa storlek.
- Att förstå de olika sätt att uttrycka tal på, dvs. att ett tal kan avbildas som heltal, decimaltal eller bråk och ändå betyda samma (t.ex.  $9 = 9,0 = 27/3$ ) och att sätta samman tal på olika sätt (t.ex.  $12 = 3 + 3 + 3 + 3 = 4 \times 3 = 15 - 3$ ).
- Att känna till talets delbarhet, som t.ex. i uppgiften  $3 \times 14$  ser eleven att 14 är lika med två gånger 7 och kan därför beräkna  $3 \times 7 = 21$  och  $21 \times 2 = 42$  (Hedrén 2000, s. 132).

- Att ha förmågan att inse vilka tal som är lämpligast att använda i olika situationer.
- Att känna till att operationer med tal har relativa effekter.
- Att förstå och att kunna använda räknelagarna: kommutativitet, där  $5 + 3 = 3 + 5$  eller  $5 \times 3 = 3 \times 5$ , associativitet, där  $(5 + 3) + 6 = 5 + (3 + 6)$  eller  $(5 \times 3) \times 9 = 5 \times (3 \times 9)$  och distributivitet, där  $5 \times (3 + 6) = (5 \times 3) + (5 \times 6)$ .
- Att ha referens i vardagen, dvs. i föremål och situationer, t.ex. kunna använda pengar, frukt eller kottar för att beräkna.

Hedréns taluppfattning vittnar om elevens förståelse för tal, något som återfinns i Barbara och Robert Reys (1995, s. 28-29) artikel om number sense, där de betonar att taluppfattning är ett kunnande. Att det finns likheter beror på att Hedrén delvis grundar sin uppfattning på Reys arbete. Medan Hedrén ger en mer konkret bild av begreppet, ger Reys en mer nyanserad bild av det. Både Barbara som Robert Reys har undervisat och forskat i bl.a. begreppet taluppfattning och de anser att en elev med god taluppfattning har en känsla för tal, för talens användning samt har en strävan att hantera tal på ett undersökande sätt. För att förtydliga hur Reys (1995) kännetecknar taluppfattningen illustreras den med hjälp av exemplen som, med begränsad omformulering, är tagna ur deras artikel om number sense.

Taluppfattning kan enligt Reys kännetecknas av att eleven

- löser ett problem först utifrån helheten, sedan i detalj. T.ex.: vid beräkning av  $12 + 29 + 8$ , kan eleven tänka i en annan ordning  $12 + 8 + 29$  för att addera 12 och 8.
- söker efter relationen mellan tal och operationer utifrån uppgiftens sammanhang. T.ex.: vid köp av 4 böcker för 39 kr styck, kan eleven med 200 kr se att pengarna räcker, eftersom varje bok kostar mindre än 50 kr, som är en halv hundralapp.
- använder egna strategier utifrån sin förståelse för samband mellan tal, tal och omvärld och löser uppgiften utifrån den mest effektiva representationen av uppgiften. T.ex.: om åtminstone 75 % av en klass med 30 elever behöver komma överens om ett förslag, innan det kan bli definitivt. En elev kan tänka att 75 % är 50 % plus 25 %, eller hälften plus hälften av hälften. Så att 15 + 8, eller 23 elever måste samtycka.
- bedömer storlek av tal genom att använda stödpunkter. T.ex.:  $\frac{2}{5}$  av 49 är mindre än hälften ( $\frac{1}{2}$ ) av 49.
- ser orimligheter i uträkningar. T.ex.: insikten att  $3,2 \cdot 4,8$  omöjligt kan bli 153,6. Svaret är ungefär  $3 \cdot 5$  eller 15, så att det måste handla om ett fel på decimaltecknets placering.

Denna uppräknings av egenskaper som kännetecknar taluppfattningen hos en elev, bekräftar att taluppfattning inte är ett specifikt område inom matematik, utan snarare en insikt i tal, talbetydelse och samband som eleven har och utvecklar.

På ungefär samma linje befinner sig Unenge, Sandahl och Wyndhmans (1994, s. 112-114) åsikt om att taluppfattning är att ha en god uppfattning om tal, talens storlek och sambanden dem emellan. Författarna som bl.a. baserar sig på sin egen forskning menar dessutom att brister i taluppfattning är grundorsaken till matematiksvårigheter. I sin korta redovisning av taluppfattning lägger de även fram två teser. Den första tesen lyder att införa symboler för tidigt kan försvåra elevens utveckling i matematik, en uppfattning som delas av Malmer<sup>10</sup> (2002, s. 108). Den andra tesen är att elevens förmåga att kunna skriva tal och koppla det till dess ord inte nödvändigtvis betyder att eleven uppfattar även talet.

### **3.5 Matematikspelet**

För att underlätta förståelsen av teorierna som matematikspelet *Räkna med Rutiga Familjen*<sup>11</sup> tar stöd i, ges först en introduktion till spelet utifrån dess relevans för elever med matematiksvårigheter. Denna information bygger på spelets handledning (Pareto 2008) som ges till pedagoger. Sedan beskrivs matematikspelets inbyggda spel som är aktuella i undersökningen. Eftersom vissa av dessa spel innebär interaktion med en lärande agent, belyses även teorier kring agents roll och rollens påverkan på elevens lärande och motivation, innan matematikspelets teoretiska grunder klargörs.

#### **3.5.1 Matematikspelets uppbyggnad**

Matematikspelet *Räkna med Rutiga Familjen* är ett dataspel framtaget som komplement till det traditionella undervisningsmaterialet. Spelets mål är att målgruppen, elever 7-12 år, lär sig att tycka om matematik och utvecklar en förståelse för den. Spelet har flera inbyggda spel som har ett specifikt syfte och en egen svårighetsgrad. Matematikspelet tränar de fyra räknesätten addition, subtraktion, multiplikation och division samt positiva och negativa tal.

Spelet är uppbyggt kring en sagovärld, som både motiverar eleven och förklarar spelets grafiska modell. Eleven interagerar med denna grafiska modell som består av ett brädspel, spelkort, rutor och rutlådor.

Färgsättningen i hela matematikspelet är valt utifrån två motsatta färger som knyter an till termometern: rött för positivt och blått för negativt. När spelen kräver flera färger allteftersom antal enheter ökar från ental upp till tusental, används färger som är kallare varianter av rött resp. blått.

---

<sup>10</sup> Malmer har bred pedagogisk erfarenhet som klasslärare, speciallärare, skolledare och metodiklektor i specialpedagogik vid Lärarhögskolan i Malmö (Malmer, 2002).

<sup>11</sup> Spelet finns på <http://rutigafamiljen.se> (Pareto, 2009a).

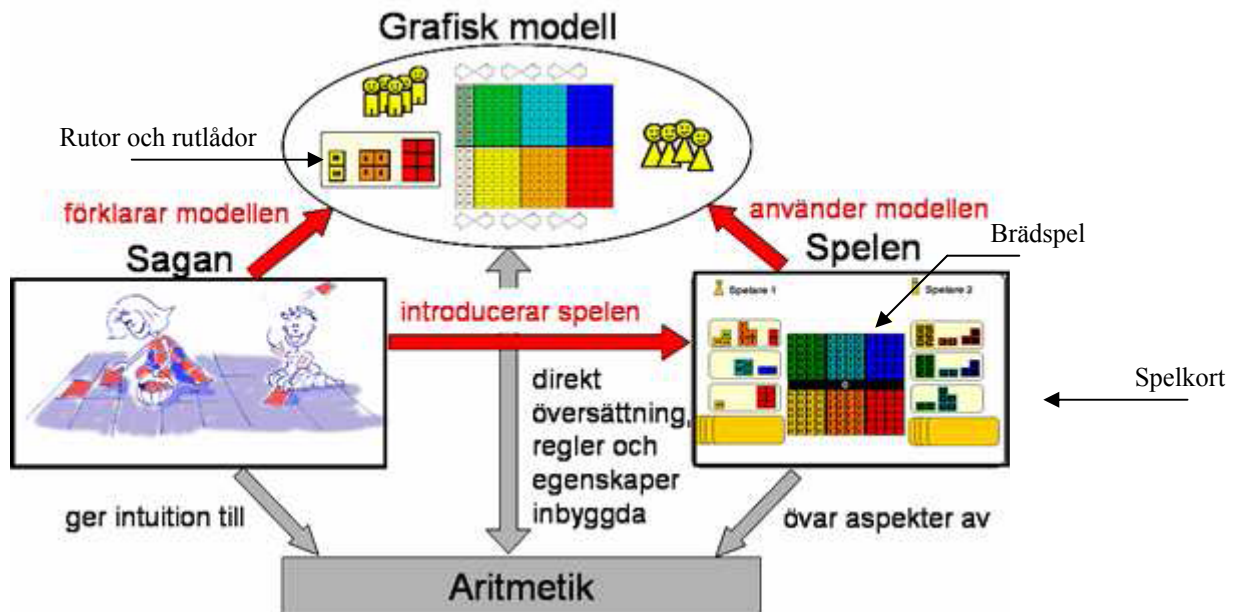


Bild 1. Idévärlden bakom Rutiga Familjen (Pareto 2008, s. 2).

### 3.5.2 Matematikspelet för elever som upplever svårigheter i matematik

Det kan antas att elever som har svårigheter med matematik, upplever matematik som svårt, tråkigt eller både och. De tre alternativen leder med stor sannolikhet till att eleven tappar motivationen att arbeta med matematik. Alltså kan antas att eleven primärt behöver motiveras, oavsett orsak. Eftersom matematikspelet är helt grafiskt och utesluter all traditionell representation av siffror, tal och operatörer, kan eleverna spela matematikspelet utan känsla av att faktiskt arbeta med matematik.

Grundskoleelever som upplever att matematik är svårt, har antagligen svårigheter med specifika områden i grundskolematematik, dvs. decimalsystemet, de fyra räknesätten eller taluppfattningen. Hur kan då matematikspelets grafiska representation hjälpa eleverna i sin förståelse för matematik?

#### – Decimalsystemet

Utan att arbeta med explicita tal, tränar eleven decimalsystemet i matematikspelet. De olika enheterna avgränsas och markeras tydligt, för att betona skillnaden dem emellan. De vitmarkerade områdena med nio rutor som ska fyllas in resp. tömmas, uppmanar till att tänka *när* övergång sker mellan enheter. Siffrans värde förtydligas genom att betona dess position i talet och övergångar animeras för att visualisera *hur* övergångar mellan enheter sker.

#### *Matematikspelets representation av enheter, siffror och tal*

Matematikspelet är baserat på decimalsystemet med bas tio och indelning i ental, tiotal, hundratal och tusental. På spelbrädet representeras enheterna som område att fylla in respektive tömma.

Områdena har olika färger och olika antal streck (noll för ental, en för tiotal, två för hundratal, osv.) för att förtydliga skillnaderna mellan enheterna. Det aktuella talet som ska fyllas in/tömmas ramas in av vit kant.

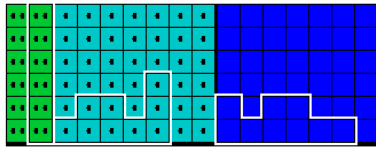


Bild 2. Spelbrädet med **hundratal**, **tiotal** och **ental**, här ska talet **699** fyllas in.

Siffror har ersatts av rutor och rutlådor:

	100-tal:	10-tal:	1-tal:	
<b>Positiva tal:</b> (över mittlinjen)				Representation av talet <b>649</b>
<b>Negativa tal:</b> (under mittlinjen)				Representation av talet <b>-677</b>

Bild 3. Decimalsystemet med rutor och rutlådor (Pareto 2008, s. 27).

Ental är rutor och tio rutor fyller en låda, tiotal. Tio lådor packas ner i en större låda, hundratal och tio sådana blir en låda som är störst, tusental. Tusental representeras som hundratal, dock med tre svarta streck och i en annan färg.

Dessutom kan enheterna inte blandas. Det vill säga att genom att endast rutor av en viss färg kan läggas på ett område av en viss färg. T.ex. kan röda entalsrutor endast läggas på brädets blå entalsområde och inte på det gråblå streckade tiotalområdet.

### Positionering

Storleksmässigt är alla rutor lika stora oavsett siffrans värde. T.ex. är en entalsruta lika stor som en tiotalruta, trots att de värdemässigt skiljer sig. Detta är i analogi med den traditionella representationen där t.ex. siffran 7 i 77 ser likadan ut trots att siffran 7 står för tiotal och ental. Men ju större talet är, ju mer det går åt vänster, åter i analogi med det traditionella sättet: talet 798 är större och mer åt vänster än talet 98. Dessutom skiljer sig rutornas värde i färg och antal streck.



Bild 4. Siffran 7 har olika värden beroende på sin placering i talet.



Bild 5. Större tal går åt vänster.

Större tal växer till vänster och mindre tal minskar till höger. Det förtydligar att enheter till vänster är större än de till höger, hundratal är större än ental t.ex.

### Övergångar mellan enheter

Vid addition packas rutorna ner i större lådor, medan vid subtraktion rutorna packas upp. Dessa olika handlingar av ner- och upppackning sker dessutom i motsatt riktning, dvs. att nerpackning som genererar större enheter är en handling åt vänster (mot tio-, hundra-, tusental), medan upppackningen som skapar mindre enheter går åt höger (mot ental).

Syftet är att komma ifrån den traditionella lärmotoden, som bygger på siffror, symboler och automatisering av beräkningar samt att få eleven att inse att beräkningar är handlingar, där saker bl.a. läggs till och tas bort.

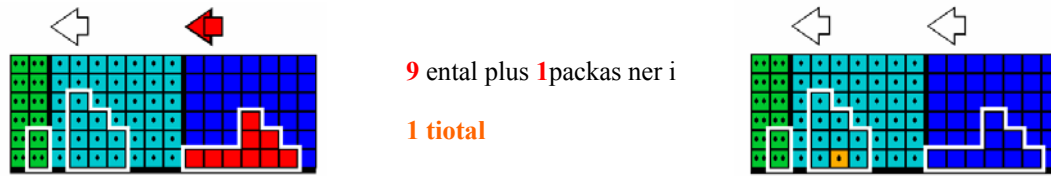
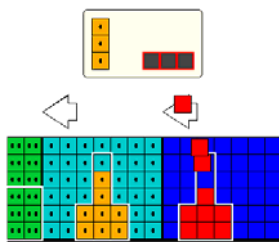


Bild 6. Addition är en handling t vänster (Pareto 2008, s. 27).



Övergång förtydligas genom nerpackning och upppackning av rutor. Dels blir operationen en handling, dels visualiseras hur en övergång sker.

Bild 7. Animation förtydligar att övergång sker och åt vilket håll den sker.

### – De fyra räknesätten

I matematikspelet hanteras addition, subtraktion, multiplikation och division som handlingar utförda av spelaren. Att addera blir således att lägga till, att subtrahera är att ta bort, att multiplicera är att upprepad lägga till och att dividera är att upprepad ta bort. Syftet är att eleven skall få en känsla för operationer genom att visualisera att operationer är handlingar som görs.

Eftersom addition och subtraktion är huvudfokus i spelen som är relevanta för undersökningen, utelämnas multiplikation och division, för vidare läsning hänvisas till spelets handledning (Pareto 2008).

#### *Addition och subtraktion tränas*

Dessa räknesätt tränas i spelen som är aktuella i denna undersökning. Spelen, deras mål samt syften presenteras utförligt under "Aktuella spel i undersökningen" (se 3.5.3).

#### *Grafisk representation av räknesätten*

De fyra räknesätten representeras av flickor och pojkar:

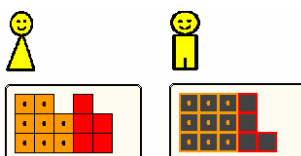


Bild 8. Flickan representerar addition, medan pojken representerar subtraktion.

Att flickan adderar och pojken subtraherar är resultatet av spelets genusperspektiv, vilket inte tas hänsyn till i denna undersökning.

Grafiskt förtydligas addition och subtraktion på olika sätt. Vid addition är spelbrädet tomt, eftersom det ska fyllas in, medan det är fullt vid subtraktion, eftersom det ska tömmas. Att fylla in resp. tömma är således handlingarna bakom plus och minus.

Rutorna på korten är fulla vid addition och tomma vid subtraktion. Slutligen förtydligar övergångspilarna ner- och upppackningens riktning. Det blir således tydligt att addition skapar större tal åt vänster och vice versa vid subtraktion

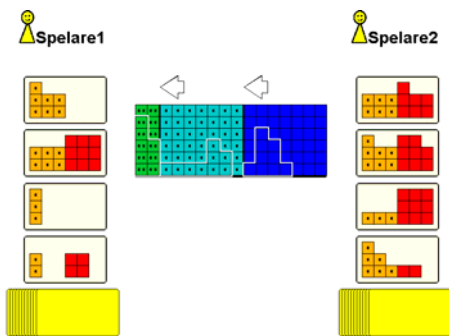


Bild 9. Addition vid spelets början.

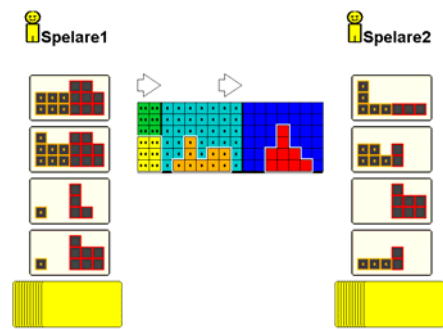


Bild 10. Subtraktion vid spelets början.

## Taluppfattningen

Som det framkom under tidigare (se 3.4) finns en gemensam tendens att betrakta taluppfattning som en insikt i tal och talstorlek samt förmåga att kunna ”leka” med tal. Nedan belyses några av gemensamheterna utifrån matematikspelet:

- Matematikspelet främjar utforskning, då eleven genom egen upplevelse själv ska hitta strategier och komma underfund med matematiska regler.
- Spelet främjar helhetsbedömningen av uppgifter och strategiskt tänkande. För att optimera poänginsamlingen resp. minimalisera förluster, behöver eleven bedöma vilket kort som är det bästa utifrån sammansättningen på spelbrädet, sina kort och motpartens kort. Det kräver att eleven tänker hypotetiskt och strategiskt.
- Ersättningen av alla traditionella matematiksymboler har som mål att underlätta förståelsen för matematiken.
- I representationen av tal ligger fokus på mängder, vilket hjälper till att utveckla en känsla för tal och talstorlek. Målet är att undvika att samband mellan siffran och dess representation skapas, genom att representera samma tal på olika sätt. Det är antalet rutor som avgör talets storlek, inte dess sätt att vara spritt över ytan. På detta sätt fokuseras på mängden av rutor och inte på formationen.

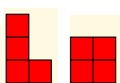


Bild 11. siffran 4 på två olika sätt.

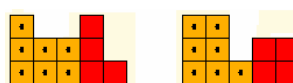


Bild 12. siffran 74 på två olika sätt.



– För att sedan förstärka uppfattning av tal och talstorlek, kopplas den grafiska representationen med talens och operatorernas traditionella representationer gradvis. Vilken nivå som visas avgörs av spelaren respektive pedagogen. De olika nivåerna är:

1. Inga siffror eller symboler visas på kortet/spelbrädet, endast rutor.
2. Beräkningen visas med siffror och symboler på spelbrädet.
3. Utöver beräkningen på spelbrädet, visas siffror på kortet tillsammans med de grafiska rutorna, varpå kopplingen mellan dem två tydliggörs.
4. Utöver beräkningen på spelbrädet, visas endast siffror på korten.

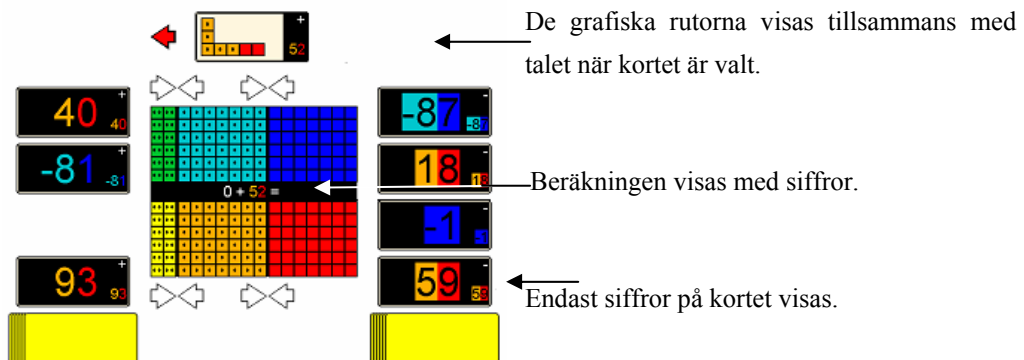


Bild 13. Fjärde nivån (Pareto 2008, s. 29).

- Matematikspelet stödjer genom sin grafiska utformning förståelsen för siffrornas positionsvärden och därmed även talets storlek (se 3.5.2).
- Genom sin hantering av positiva och negativa tal främjar matematikspelet upptäckandet av teckenlagar, som t.ex.  $-(-) = +$ .

### 3.5.3 Aktuella spel i undersökningen

I spelet finns tre kategorier spel. En kategori för addition och subtraktion, en för upprepad addition och subtraktion samt en för multiplikation och division. I kategorin addition och subtraktion, som är aktuell i undersökningen, finns spelen ”Inom repet” och ”Få bort alla” som båda kan spelas upp till tio, hundra och tusen. Spelen ”Inom repet” upp till hundra och tusen har en aktiverad agent. Nedan följer en beskrivningen av spelen (Pareto 2008, s. 46-48) som är aktuella i undersökningen.

– **Inom repet upp till 10 (Pareto 2008, s. 46-47)**

Målet är att eleven fyller området exakt, dvs. att området på brädet är ifyllt och att kortet som lades inte har några rutor kvar. Omvänt gäller när eleven spelar minus: området ska då vara helt tomt.

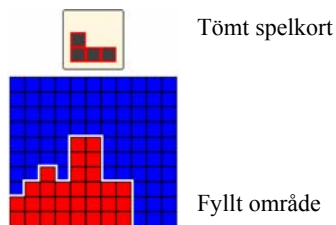


Bild 14. Området är exakt fyllt, vilket ger en poäng (Pareto 2008, s. 46).

*Spelet i undersökningen*

Spelet är tänkt för de yngsta eleverna. Syftet är att träna motoriken, mushanteringen och taluppfattningen, genom att dra och släppa rutor från kortet till brädet. På detta sätt ”känner” eleven att större tal kräver flera flyttningar. I denna undersökning är spelet aktuellt som introduktion till matematikspelet och dess grafiska modell, men även som ”uppvärmningsspel” under spelsessionerna.

*Spelregler*

Båda spelarna måste spela med samma räknesätt, dvs. med plus eller minus. Poäng i form av guldstjärnor vinnas av spelaren som fyller/tömmer området exakt utan att ha rutor kvar på sitt kort. Spelaren som lägger sista kortet och fyller området utan att tömma sitt kort helt på rutor förlorar, medan den andra spelaren vinner. Spelet slutar när området är helt ifyllt resp. tomt.

– **Inom repet upp till 100 eller upp till 1000 (Pareto 2008, s. 46-48)**

Beroende på det valda räknesättet, plus eller minus, är målet att fylla eller tömma så många vitomringade områden som möjligt. Det vill säga att eleven ska sträva efter att få så många övergångar mellan enheterna som möjligt. För varje övergång, för varje ner- eller upppackning alltså, får eleven poäng.

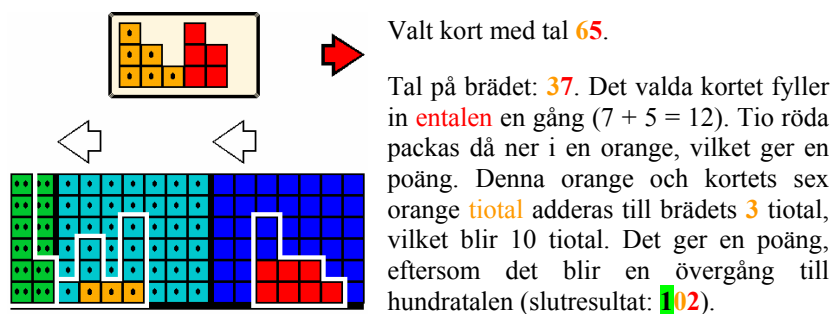


Bild 15. Inom repet upp till 100 (Pareto 2008, s. 48). Exempel med större tal, där kortvalet ger två övergångar och poäng.

*Spelet i undersökningen*

Syftet är att träna decimalsystemet, siffrornas placering och taluppfattningen.

Eleven tränar att förstå hur decimalsystemet med ental, tiotal, hundratal och tusental är uppbyggd och fungerar. T.ex. när nio röda rutor (= siffra **9**, ental) är fyllda i området och eleven lägger till två röda rutor (**9 + 2**), så packas tio röda rutor i en orange låda (siffra **10**, tiotal,) medan en röd ruta blir kvar. Resultatet av denna handling som är addition av  $9 + 2$ , blir således en orange låda (**10**) och en röd ruta (**1**), vilket överensstämmer med den traditionella beräkningen  $9 + 2 = 11$ . För minus gäller motsvarande, där lådor packas upp.

Eleven tränar siffrornas position, där lådor som ligger till vänster är ”större” än de som ligger till höger. Större i den meningen att en låda till vänster innehåller tio rutor från den högra sorten. T.ex. en orange låda till vänster om en röd ruta betyder att den orange lådan innehåller tio röda rutor och därmed är större än en röd ruta. Traditionellt representerad är en orange låda till vänster lika med siffran 10 (tiotal) och en röd ruta till höger lika med siffran 1 (ental).

Eleven övar upp sin taluppfattning genom att träna att lägga till talet nio resp. ta bort till talet noll.

*Spelregler*

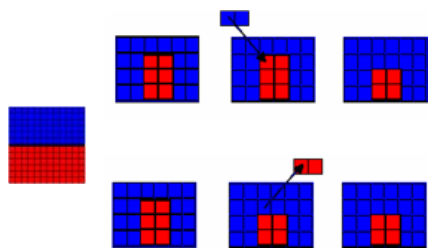
Båda spelarna måste spela med samma räknesätt, dvs. med plus eller minus. Guldstjärnor vinnas för varje gång spelaren packar ner eller upp en låda. Spelet slutar när alla områdena är helt ifyllda, dvs. ental, tiotal, hundratal resp. tusental eller när korten inte kan läggas pga. att respektive område är fullt.

– **Få bort alla upp till 10 (Pareto 2008, s. 46-48)**

Målet är att brädet ser tomt ut som på nedanstående bild. Eleven ska tömma spelbrädet, så många gånger som möjligt.

*Spelet i undersökningen*

Syftet är att introducera eleven till negativa (en)tal och att få eleven att inse att negativa och positiva tal är varandras motsatser.



Plusvärlden med positivt tal **6**, där ett kort med det negativa talet **-2** läggs till, resulterar i plusvärlden med det positiva talet **4** som är resultatet av  $6 + (-2)$ .

Plusvärlden med positivt tal **6**, där ett kort med det positiva talet **2** dras ifrån, resulterar i plusvärlden med det positiva talet **4** som är resultatet av  $6 - 2$ .

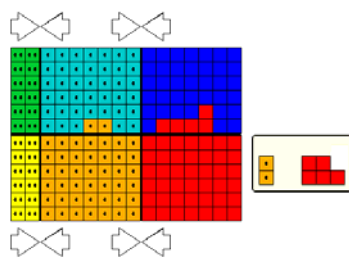
Bild 16. Ett tomt spelbräde samt positiva och negativa tal som varandras motsatser (Pareto 2008, s. 25).

### Spelregler

Spelarna kan spela med var sitt räknesätt, dvs. med plus eller minus. Det är dock lättare att förstå att talen är varandras motsatser, när båda spelarna väljer samma räknesätt. Poäng vinnas av spelaren som varje gång exakt tar ut rutorna som är på brädet med sitt kort. Spelet slutar när korten är slut.

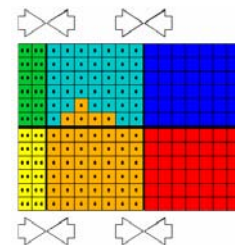
#### – Få bort alla upp till 100 eller upp till 1000 (Pareto 2008, s. 49-51)

Målet är att nå värdet noll så ofta som möjligt genom att tömma enheterna. En enhet kan tömmas på olika sätt. Eftersom sätten är många och avancerade, tas de två uppenbaraste sätten upp. Det första sättet är att generera ner- eller uppäckning som exakt tömmer enheten som rutorna packas ifrån.

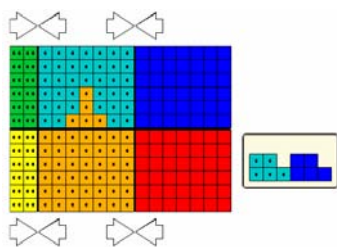


25 på brädet och 25 på kortet.  
Att addera kortet till brädet resulterar i 50 på brädet och ger en poäng, eftersom entalen tömdes helt.

Bild 17. Nollställning genom nerpackning.

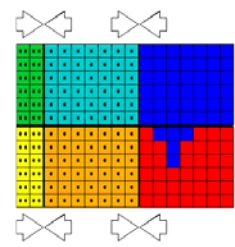


Det andra sättet är att ta ut rutorna exakt med dess motsats.



50 på brädet och -55 på kortet.  
Att addera kortet till brädet resulterar i -5 på brädet och ger en poäng, eftersom tiotalen tömdes helt.

Bild 18. Nollställning genom addition av motsat siffra.



### Spelet i undersökningen

Detta spel kan ses som en blandning av Inom repet upp till 100 resp. 1000 och Få bort alla upp till 10. Eleven tränar å ena sidan decimalsystemet med ner- och uppäckning av rutor och å andra sidan positiva och negativa tal. Utöver att förstå att positiva och negativa tal är varandras motsatser, är syftet att förstå att addera alltid är att lägga till och att subtrahera är alltid att ta bort, oberoende av talets tecken.

### Spelregler

Spelaren vinner en poäng för varje exakt tömning per enhet. Tömmer spelaren t.ex. både entalen och tiotalen med ett drag, får spelaren två stjärnor. Spelet slutar när korten är slut.

### 3.5.4 Pedagogiska agenter

En pedagogisk agent är en karaktär i en lärapplikation/spel som användaren kan interagera med. Hur denna agent ser ut och vad dess uppgift är, beror på kontexten den befinner sig i.

Baylor och Kim som har utfört studier kring en pedagogisk agents roll, påpekar att det är viktigt att den tänkta rollen uppfattas av användaren som den är tänkt. Det gäller i högsta grad för pedagogiska agenter som utvecklas i lärsyfte (Baylor & Kim 2003, s. 1).

#### – **Roller**

Såväl Baylor och Kim (2003) som Gulz och Haake (2005) tar upp flera agentroller som har ett lärsyfte. Medan Baylor och Kim urskiljer en expert, en motivator och en mentor, gör Gulz och Haake skillnad mellan en uppgiftsfokuserad<sup>12</sup> och en uppgifts- och relationsorienterad<sup>13</sup> agent:

– En formell, professionell och informerande expert liknar Gulz och Haake's (2005, s. 2) uppgiftsfokuserad agent, som håller sig strikt till den aktuella uppgiften och ger kortfattad faktainformation på ett objektivet sätt.

– En motivator fokuserar däremot endast på att uppmuntra användaren på flera sätt: genom sin entusiasm, genom att uppmuntra användaren att fullfölja uppgiften och genom att ställa frågor så att användaren reflekterar över sina egna upplevelser (Baylor & Kim 2003, s. 2).

– En mentor liknar Gulz och Haake's (2005, s. 2) uppgifts- och relationsorienterad agent som både hjälper användaren i sin uppgift och utvecklar en social relation för att motivera användaren.

Moreno (2005, s. 515) skriver om ytterligare en roll, där den pedagogiska agenten ger förklarande respons, s.k. explanatory feedback (se 3.5.5). Novisen, som är användaren får då som vägledning förklarande feedback från agenten.

#### – **Rollernas påverkan på elevens motivation och lärande**

Studien som Baylor och Kim (2005, s. 15) genomförde kring en agents olika roller och vilken påverkan dessa har på elevens motivation och lärande, visar att agenter som motivator eller mentor ökade användarnas s.k. self-efficacy<sup>14</sup>. Dock räckte agentens motivation inte för att leda till bättre läroresultat.

---

<sup>12</sup> Fritt översatt från "strictly task oriented".

<sup>13</sup> Fritt översatt från "task and relation oriented".

<sup>14</sup> "Perceived self-efficacy refers to beliefs in one's capabilities to organize and execute the courses of action required to produce given attainments" (Bandura 1997, s. 3). "[...] self-efficacy is the degree to which one feels capable of performing a specific task at certain designated levels" (Bandura 1986 se Baylor & Kim 2005, s. 10). Det vill säga i vilken grad eleven uppskattar att ha förmågan att kunna utföra en uppgift på en viss nivå.

Arbete med agenter som var expert eller mentor ledde däremot till bättre lärresultater och uppfattades av testpersonerna dessutom som underlättande för lärandet. Mentorn har således effekt på två fronter: motivation och lärandet.

Författarna (Baylor & Kim 2005, s. 16) diskuterar utifrån sina studier vilken agentroll som lämpar sig bäst i specifika sammanhang. En expert skulle enligt dem bl.a. lämpa sig vid introduktion av nytt material, en motivator skulle lämpa sig i en miljö, där deltagandet är viktigare än själva kunskapsinsamlingen och en mentor skulle passa i sammanhang där både motivationen och lärandet är eftersträfvade resultat.

Dock visar en annan studie (Baylor & Ebbers 2003, s. 3-4) att en mentor med dubbelfunktionen att motivera och informera är svårare att lära ifrån än från två separata agenter med var sin roll. En separat agent för var sin roll, en expert för att informera resp. en motivator för att motivera ledde dessutom i Baylor och Ebbers (2003) studie delvis till bättre lärresultat, dock utan att ha effekt på motivationen.

#### – **Agenten i matematikspelet**

Som Pareto (2009b, s. 9) diskuterar, är rollen av matematikspelets agent svår att definiera, eftersom den traditionella relationen mellan den undervisande agenten och den lärande eleven har suddats ut. Dessutom leder den spelspecifika interaktionen mellan eleven och agenten till författarens egen fråga om vem som lär vem och om hur eleven egentligen uppfattar agentens roll. Eftersom eleven och agenten har en komplicerad interaktion i sitt lärande och denna interaktion leder till att båda lär från varandra, är det svårt att besvara frågan om vem som lär vem. Grunden är att agenten och eleven har bytt roll med varandra, där matematikspelets agent är en lärande agent, s.k. teachable agent, som eleven lär (Blair et al. 2007, s.1, Pareto 2009b, s. 4). Målet är att genom att engagera eleven i sin agent, motivera eleven att spela (Pareto 2009b, s.5) och att aktivt arbeta med matematik.

Agenten som lär genom att observera elevens spelande, uppmanar eleven till reflektion över spelet genom att ställa frågor. Reflektionen som eleven manas till hjälper eleven att tänka över sitt spelande och hjälper eleven därmed i sitt lärande. För att hjälpa eleven att formulera sin kunskap föreslår agenten i sin tur svarsalternativ på de ställda frågorna. De förklarande svaren som agenten sedan får, s.k. explanatory feedback<sup>15</sup>, leder i sin tur till att agenten lär av dem.

---

<sup>15</sup> Explanatory feedback skiljer sig från corrective feedback. Explanatory feedback förklarar medan corrective feedback korrigerar, rättar till.

Agenten lär även genom att spela själv och bli rättad av eleven, genom s.k. corrective feedback. Agenten ställer sedan frågor kring elevens rättelse och efterlyser åter förklarande feedback från eleven. Samtidigt hjälper agenten eleven i sin kunskapsformulering genom svarsalternativen. Eleven som i sin tur har observerat agenten för att kunna rätta den i sitt spelande, får feedback över sitt eget spelande och därmed över sin egen förståelse genom agentens spelande (se 3.5.5). Agenten som lär av eleven hjälper således samtidigt eleven att reflektera över sitt spelande och att artikulera sin spel- och därmed matematikförståelse.

Utöver att hjälpa eleven att förklara sitt spelande, ger agenten även ”vanliga” kommentarer. Det finns tre nivåer av kommentarer/frågor som ändrar sig i karaktär allteftersom spelet framskrider. På den första nivån<sup>16</sup> ger agenten endast bekräftande och motiverande kommentarer. På den andra nivån<sup>17</sup> ställer agenten frågor kring elevens kortval efter att eleven har spelat och sett resultatet av sitt val. Den tredje nivån<sup>18</sup> skiljer sig från de två tidigare nivåerna. Istället för att ge kommentar eller ställa frågor *efter* att eleven har spelat, ställer agenten en hypotetisk fråga när eleven har valt ett kort, dock *innan* eleven har spelat och sett resultatet av sitt val.

Även om spelet har en lärande agent istället för en traditionell pedagogisk agent som lär eleven, kan tidigare nämnd forskning kring agentens roll vara aktuell pga. sin fokus kring agentens motiverande effekter och läreffekter. Enligt forskningsresultaten från Baylor och Kim (2005) skulle således en agent med en mentorroll vara mest lämplig för elever med matematiksvårigheter, eftersom både motivation och lärande antas behöva förbättras. Medan Baylor och Ebbers (2003) studieresultat ifrågasätter en sådan mentors dubbla roll.

Utöver att agentens roll är i motsats till Morenos (2005, s. 515) agentroll, där agenten ger förklarande återkoppling till eleven, ger de olika nivåerna i agentens kommentarer och frågor en antydning av hur agenten kan uppfattas: på den första nivån som en motivator, då agenten uppmärksammar att eleven vinner stjärnor, på den andra och tredje nivån som en expert, då agenten föreslår svar. Ett tredje alternativ är att agenten uppfattas som en mentor med den dubbla uppgiften att motivera och att ”indirekt” förklara genom svarsalternativ.

---

<sup>16</sup> T.ex.: ”Va, bra, vi fick en stjärna!”

<sup>17</sup> T.ex.: ”Bra, men varför fick vi en stjärna den här gången? Stjärnan fick vi för att...

- jag vet inte, det var nog tur.
- de orange rutorna packades och 3 rutor är kvar.
- de röda rutorna på brädet och kortet packades ihop.
- det sammanlagda resultatet av alla rutor blev 439.”

<sup>18</sup> T.ex.: ”Du valde kortet med värdet 94. Varför det? Därför att...

- ... det kan jag inte svara på.
- det sammanlagda värdet av alla rutorna på kortet är 94.
- de orange och de röda rutorna kommer att behöva packas.
- de orange rutorna och de gula rutorna blir 10 eller fler.”

### **3.5.5 Matematikspelets teoretiska grund**

Matematikspelet grundar sig i teorier som i sin tur finner stöd i forskning. Nedan följer teorier som är relevanta för undersökningen.

#### – **Learning-by-doing**

Den pedagogiska teorin om learning-by-doing (Egidius 2003, s. 64-67), där eleven lär sig genom att själv göra eller testa har inte som mål att sysselsätta eleven för att utveckla praktiska färdigheter. Dewey menar däremot att syftet med learning-by-doing är att det praktiska arbetet ska leda till vetenskaplig insikt (Dewey 1998, s. 60-62) och till förståelse av teorin (Egidius 2003, s.65), vilket är ganska överensstämmande med Piagets konstruktivism som fokuserar på lärandet genom aktivitet (se 3.2). I spelet kan eleven själv interagera och spela med/mot en annan deltagare: datorn, en annan elev eller pedagogen. Under sitt spelande hanterar eleven kort med rutor, som föreställer en mängd eller ett tal. Att t.ex. låta eleven dra och släppa rutorna, hjälper således eleven att själv bygga upp sin känsla för mängd och talstorlek, då det krävs mer ”flyttarbete” för större antal rutor än för mindre (Pareto 2008, s. 38).

#### – **Learning-by-observation**

I lärteorin learning-by-observation lär eleven genom att iaktta någon annan som utför en uppgift. Detta sätt anses vara passivt och mindre lämpligt för lärandet än den mer aktiva learning-by-doing, där eleven lär genom att utföra uppgiften själv. Dock påpekar Okita och Schwartz (2006, s. 509) att vi ofta lär oss genom att naturligt observera beteende i t.ex. sociala sammanhang. Dessutom har elever, som är divergerare i sin lärstil, stor observationsförmåga och dessa elever föredrar vanligtvis att titta på när någon annan utför en uppgift än att själv utföra den (CFL 2007). Utgående från teorin learning-by-observation finns spelalternativet där eleven lär sig genom att observera agentens spelande med/mot en annan deltagare: datorn, en annan agent, eleven själv.

#### – **Learning-by-teaching i kombination med learning-by-observation**

Forskning (Okita & Schwartz 2006) visar att kombinationen av learning-by-teaching och learning-by-observation, kan ge bättre lärresultat än learning-by-doing.

Enligt teorin om learning-by-teaching lär eleven genom att lära ut sina kunskaper till någon annan. I sin forskning låter Pareto, Schwartz och Svensson (2009, s. 2) eleven lära sin agent, medan Okita och Schwartz (2006, s. 510) i sin forskning låter eleven lära en annan elev. Principen är dock densamma för lärandets tre faser:

1. Eleven förbereder sig först, vilket innebär att eleven behöver tänka över sin egen förståelse och sina kunskaper. Eftersom eleven ska lära ut, behöver eleven även kunna formulera denna förståelse och kunskap för sig själv, s.k. self-explanation (Pareto 2009b, s.4).



2. Eleven lär sedan sin agent, vilket ställer krav på elevens kommunikativa färdigheter för att förmedla den artikulerade kunskapen.

I Okita och Schwartz (2006, s. 512-514) forskning, där en elev lär en annan elev, visar resultaten att eleverna som lärde ut hade måttligt bättre lärresultat än elever som arbetade själva med uppgiften. Detta resultat är kanske inte förvånande när man antar att dialogen kan ha haft en positiv verkan på elevernas lärande. Dock bör lärresultaten ha en annan förklaring, eftersom det dialektiska utbytet mellan elever som lär ut och elever som blir lärda, har varit begränsat under testerna. Eleverna som lärde ut fick t.ex. endast gensvar i form av ”jag förstår” eller ”det visste jag inte” (Okita & Schwartz 2006, s. 513).

3. Eleven observerar slutligen sin agent och bedömer agentens agerande.

Okita och Schwartz (2006, s. 512-514) studerade i sin forskning läreffekterna av att låta en elev, som hade lärt en annan elev, observera denna elev medan den löser uppgifter. Forskningsresultaten visar att learning-by-teaching följt av learning-by-observation hade starka läreffekter på eleven som lärde ut. En förklaring kan finnas i den kognitiva avlastning som observation innebär. Learning-by-doing kräver att eleven löser problemet, bedömer resultatet av lösningen och avväger en eventuellt bättre lösning. När eleven istället observerar sin elev lösa problemet, kan eleven koncentrera sig på den senare reflektiva delen av denna kognitiva process (Okita & Schwartz 2006, s. 514). Eftersom både Sjöberg och Adler bekräftar att arbetsminnet belastas extra hos elever med svårigheter i matematik (se 3.3.2), kan antas att denna kognitiva avlastning kan hjälpa eleverna i sin minnesfunktion och i sin koncentration. Andra elever som endast observerade utan att ha lärt den de observerar, visar viss läreffekt, dock i mindre grad. Detta tyder på att det, utöver den kognitiva avlastningen som observationen medför, kan finnas ytterligare en förklaring för observationernas läreffekt. En förklaring kan vara att elever har större ansvarskänsla och engagemang för sin egen elev (Okita & Schwartz 2006, s. 514).

Kombinationen av learning-by-teaching och learning-by-observation yttrar sig i matematikspelet på följande olika sätt (Pareto, 2009, s. 5 & Pareto 2008, s. 42-43):

– Eleven låter agenten titta på – agentmode ”titta på”. Eleven spelar medan agenten lär sig genom att observera elevens spelande och ställa frågor om elevens kortval. Svarar eleven dessutom korrekt på frågorna, lär sig agenten bättre än den gör genom att endast observera.

– Eleven låter agenten spela själv – agentmode ”spela själv”. Agenten spelar utifrån det som den har lärt sig. Det innebär att om eleven låter agenten spela själv utan att ha lärt den först, gör agenten endast slumpmässiga val.

– Eleven observerar agenten som provar på och bedömer sedan agentens spelande – agentmode ”prova på och få ok”. Agenten spelar och eleven bekräftar eller förkastar varje kortval som agenten gör.

Vid förkastning behöver eleven ge agenten s.k. corrective feedback (Pareto 2009b, s. 5) genom att rätta till valet och själv välja ett annat kort. Sedan behöver eleven motivera detta val, genom att svara på agentens fråga kring det aktuella kortet, s.k. explanatory feedback (Pareto 2009b, s. 5).

#### – **Learning-by-guiding**

Som tidigare diskuterats är agentens roll diffus, eftersom både eleven och agenten lär från varandra. Appliceras denna tankegång på spelets lärteori om learning-by-guiding, kan följande fråga ställas: vem vägleder vem i sitt lärande?

Enligt Pareto (2009b, s. 5-6) innebär learning-by-guiding att eleven vägleder agenten genom corrective och explanatory feedback. Samtidigt som det kan tyckas att även agenten vägleder eleven dels i elevens spelande genom att ställa frågor och uppmana till reflektion, dels i elevens kunskapsformulering genom att föreslå svarsalternativ (se 3.5.4).

Det finns således ett inbördes beroende mellan eleven och agenten:

För att eleven ska kunna lära agenten, krävs att eleven kan formulera sin kunskap. Det betyder således att eleven först identifierar mönster i sitt spelande och sedan förklarar sitt spelande, vilket kräver att eleven generaliserar. Det kan antas att spelets yngre målgrupp kan ha svårt att förklara och formulera sin kunskap (Pareto 2009b, s. 1-2, 5) och därmed ha svårt att instruera sin agent. Annan forskning (Moreno & Mayer 2005 se Pareto 2009b, s. 1) bekräftar att mindre erfarna elever behöver strukturerad vägledning samt tekniker för reflektion för att främja sitt lärande. Således behöver agenten hjälpa eleven att förklara genom att föreslå svar på sina egna frågor.

För att agenten ska kunna lära från eleven, behöver den observera elevens spelande, bli korrigerad av eleven när den själv spelar och få förklaring från eleven vad spelandet eller korrigeringen beror på.

## **4 Metod och tillvägagångssätt**

Nedan beskrivs först den metod som valts för undersökningens genomförande, sedan följer det planerade tillvägagångssättet för undersökningen.

### **4.1 Metod**

För att svara på frågeställningen, strävar denna undersökning efter en djupare förståelse för elevernas lärsituation. Eftersom ett kvalitativt angreppssätt lämpar sig för att gå in på djupet hos några få undersökningsenheter (Holme & Solvang 1997, s. 14, 82), bedöms det som mest relevant för undersökningen.

En sådan kvalitativ studie med ett systemperspektiv som ger en helhetsbild av situationen och ett aktörsperspektiv som ger en djupare insikt av enskilda företeelser, är intensiv (Holme & Solvang 1997, s. 79) och materialet som den producerar omfattande (Holme & Solvang 1997, s. 146). Av denna anledning undersöks några få elever som interagerar med ett fåtal spel som är inbyggda i *Räkna med Rutiga Familjen*.

Trots att undersökningen huvudsakligen är av kvalitativ karaktär, kan det finnas spår av kvantitativ metod, t.ex. när matematiktestet och spelloggar analyseras. Denna undersökning är även induktiv i sin ansats, där mer generella slutsatser och rekommendationer framställs utifrån insamlade data (Holme & Solvang 1997, s. 57).

#### *Val av elever*

Sex grundskoleelever har valts ut för att studeras i sin lärmiljö. Eleverna, två killar och fyra tjejer från femte, sjätte och sjunde klass går i samma skola i Göteborg. Åldrarna varierar mellan 10 och 14 år. Eleverna får stöd i matematik hos den aktuella specialpedagogen sedan hösten 2008 två gånger i veckan, där varje session varar mellan 40 och 50 minuter. En av tjejerna får även specialundervisning i engelska hos specialpedagogen.

Eleverna har inte valts ut enligt statistiska kriterier eller för sin representativitet av målgruppen, eftersom undersökningens mål inte är att generalisera (Backman 2008, s. 59). Målet är däremot att få en djupare förståelse för elevernas matematiksvårigheter genom att koncentrera undersökningen kring några elever med svårigheter i matematik. I samråd med lärarna har specialpedagogen valt eleverna pga. ett uttalat starkt ointresse för matematik och/eller matematiksvårigheter. Ingen av dem har dock en särskild diagnos.

Tillstånd för elevernas deltagande och videoinspelning av dem under observationerna samt tillstånd för intervju med specialpedagogen och audioinspelning av den, bekräftades skriftligt av elevernas föräldrar. Utöver ett inloggningsnamn, kön och ålder, samlas inga personuppgifter in. Undersökningsmaterialet analyseras endast i forskningssyfte och är inte underlag för bedömning i skolsammanhang. Om sekvenser ur videomaterialet behöver användas för visning i forskningssammanhang, görs detta enbart efter godkännande av berörda parter för den/de aktuella sekvensen/-erna.

Eleverna har inte spelat matematikspelet *Räkna med Rutiga Familjen* tidigare. De introduceras därför till spelet av specialpedagogen under det första observationstillfället.

## **4.2 Tillvägagångssätt**

För att förstå elevens situation på djupet, samlas data med hjälp av olika insamlingsmetoder. De olika källorna ger olika perspektiv på situationen samtidigt som flera aspekter av situationen kan täckas in. Undersökningen genomförs på följande sätt.

#### **4.2.1 Samtal**

Undersökningen tar avstamp i ett samtal med elevernas specialpedagog. Målet är att inleda projektet och bygga upp ett förtroende med pedagogen. Det är också ett tillfälle att förbereda undersökningen i samråd med pedagogen, samtidigt som det är en möjlighet att få en första inblick i elevernas situation.

#### **4.2.2 Tester**

Innan spelperioden påbörjas, svarar eleverna skriftligt på två tester. En attitydtest (se appendix A) som har målet att ge en uppfattning av elevernas förhållningssätt till och självuppfattning av matematik. En matematiktest (se appendix B) med uppgifter anpassade till årskurs fems kunskapsmål för att testa elevernas matematikkunskaper och deras matematiska tänkande. Testerna har framtagits av matematikspelets forskarlag i samband med tidigare elevstudier och har godkänts av specialpedagogen.

Innan testerna genomförs, får pedagogen ett brev med instruktioner bl.a. om hur de kan introduceras, om vikten att betona att de inte är för skolans/lärares bedömning, eftersom det kan påverka elevens svar på attitydfrågor eller öka elevens prestationskrav i matematiktestet.

#### **4.2.3 Observationer**

För att studera hur eleverna agerar och interagerar observeras eleverna och specialpedagogen under tre arbetspass, där eleverna spelar några spel. Eftersom dialog är en informativ källa och spelets pilotstudie har visat att elever som spelar i par blir mer engagerade och för mer diskussion, arbetar eleverna i par under observationerna. Dessutom är det naturligt för eleverna, eftersom de brukar arbeta i par hos specialpedagogen. Paren sätts samman av pedagogen.

Varje par observeras enskild under tre arbetspass om c:a 40 minuter. Observationerna sker en gång i veckan över en period av tre veckor. Utöver observationerna arbetar eleverna med matematikspelet i sina andra arbetspass med specialpedagogen och för dem som vill, på sin fritid i hemmet. Den första observationen sker vid elevernas introduktion av spelet, den andra ungefär i mitten av spelperioden och den sista vid slutet av den.

Observationerna är av icke-deltagande karaktär, eftersom det är interaktionen mellan eleverna, spelet och pedagogen som är av intresse. Konkret antas den rollen av den som forskar och iakttar från avstånd, vilket kan minska påverkan av denna ovanliga närvaro på den sociala miljön (Holme & Solvang 1997, s. 114). För att täcka in så mycket som möjligt under observationstillfällena och återkomma till dessa under analysen (Aspers 2007, s. 107), videofilmas sessionerna (inkl. audio). För att komplettera videomaterialet och ytterligare förstärka helhetsbilden förs anteckningar över stämningar, tankar, frågor, mm.

Pramling Samuelsson och Lindahl (1999), som har erfarenhet av att videofilma yngre barn i bl.a. forskningssyfte, belyser hur videokameran kan påverka den observerade. En eventuell stimulering kan leda till att den observerade gör sitt bästa inför kameran, medan stress emellertid kan begränsa den observerade i den mån att den kan uppfattas som oengagerad (Pramling Samuelsson & Lindahl 1999, s. 40). För att minska kamerans påverkan, har i samråd med handledaren som också har erfarenhet av videoinspelningar av barn, bestämts att videokameran placeras bakom det arbetande elevparet. Därmed registreras datorskärmen och elevernas kroppsspråk.

#### **4.2.4 Enkäter**

Efter observationsperioden svarar varje elev på en tredelad enkät (se appendix C). Målet med enkätens första del är att få inblick i elevens attityd gentemot specialundervisningen och matematikspelet samt i elevens självvärdering i allmän och i matematikspelets kontext. Den andra respektive tredje delen har som mål att ge insikt i elevens matematikförståelse i allmän och i spelets kontext samt i elevens uppfattning av spelets agent. Enkätfrågorna baseras på analysen av attitydtestet, matematiktestet och observationerna.

#### **4.2.5 Djupintervju**

Spelperioden avslutas med en intervju med specialpedagogen. Målet är att få en djupare förståelse av elevens situation genom hennes syn på eleverna: deras attityd gentemot matematik, matematikspelet och specialundervisningen. Målet är även att få hennes syn på spelets potential för elever med matematiksvårigheter. Intervjun är tematisk och öppen, där det naturliga samtalet följs medan en struktur ligger till grunden för det (Aspers 2007, s. 137). Temat är baserat på bl.a. företeelser och frågor som har dykt upp under observationerna. I intervjun deltar även spelets utvecklare Lena Pareto, med avsikten att skapa sig egen uppfattning om pedagogens syn om spelet och sammanhanget spelet ingick i.

#### *Om respondenten*

Respondent för denna undersökning är elevernas specialpedagog. Ursprungligen är hon högstadielärare i matematik och musik. Hon har sedan utbildat sig i ämnena fysik, biologi, kemi och teknik för att sedan utbilda sig till specialpedagog.

Som specialpedagog har hon varit verksam i den aktuella skolan sedan hösten 2008. Hon undervisar med fokus på kärnämnen matematik, svenska och engelska. Specialpedagogen har introducerats till matematikspelet av Lena Pareto, spelets utvecklare. Pedagogens identitet anonymiseras, genom att varken hennes eller skolans namn ingår i undersöknings- och publikationsmaterial.

#### **4.2.6 Spelloggar**

Data av elevernas spelande samlas in via matematikspelets logg, oavsett om eleven spelar under sina arbetspass med specialpedagogen eller på sin fritid i hemmet. Målet är att utifrån loggen få insikt över hur eleven spelar.

### **4.3 Planerad analys av resultaten**

I analysen studeras eleven över tid genom sin spelaktivitet. Nedan redovisas först analysens utgångspunkt i parametrarna attityd och förståelse, där data inhämtas från flera källor. Sedan beskrivs hur empirin analyseras under datainsamlingens gång.

#### **4.3.1 Parametrar**

Eftersom empiri samlas in på olika sätt, har den tendens att vara omfattande. För att fokusera på vad undersökningen vill komma fram till, tas utgångspunkt i frågeställningens andra fråga:

*Hur ser lärsituationen ut för elever som upplever svårigheter i matematik?*

För att kunna besvara frågan, fokuseras på två parametrar: elevens attityd och elevens förståelse. Även om denna analys skiljer motivationen och lärandet åt, bör noteras att dessa egentligen är starkt kopplade till varandra. Ett tänkbart samband kan t.ex. vara att en ökad motivation främjar lärandet.

Analysen av empirin tar stöd i s.k. triangulering (Taylor & Bogdan 1998, s. 80 & Kullberg 2004, s. 83-84), där flera källor används för att belysa en företeelse från olika perspektiv och därmed främja en djupare förståelse för den.

#### **– Motivation - Parameter: elevens attityd**

För att få inblick i elevens attityd ställs två frågor:

1. Hur förhåller sig eleven gentemot matematik, specialundervisningen och matematikspelet?

För att besvara frågan, finns det flera källor att tillgå. Attitydtestet ger direkt information om elevens attityd. Dessutom kan sättet på vilket eleven besvarar matematiktestet återspegla elevens attityd. Är eleven t.ex. mån att ge snabba svar oavsett om dessa är korrekta eller inte eller vill eleven hellre ge korrekta svar.

Observationerna ger en övergripande bild av elevens attityd genom språket, kroppsspråket, engagemanget i dialogen och i handlandet. Enkäten ger ytterligare information kring elevens förhållningssätt till matematik, specialundervisningen och matematikspelet. Specialpedagogen som har erfarenhet med eleverna, bidrar i intervjun med sin åsikt om elevernas attityd. Spelloggen kan slutligen ge information om hur eleven spelar. T.ex. gissar eleven eller försöker eleven att spela på bästa sätt?

2. Hur bedömer eleven sin egen förmåga att klara av en specifik matematikuppgift, som är utformad på traditionellt resp. på icke-traditionellt sätt?

Flera källor ger information om elevens självvärdering, s.k. self-efficacy<sup>19</sup>. Attitydtestet ger en konkret bild av hur eleven bedömer att kunna lösa traditionella matematikuppgifter. I enkäten kan de traditionella och det icke-traditionella representationssätten avvägas mot varandra för att få en bild av elevens självvärdering i båda fallen. Observationerna ger en övergripande bild av hur eleven bedömer sin förmåga genom sitt språk, sitt kroppsspråk och sitt engagemang.

– **Lärande - Parameter: elevens förståelse**

Elevens matematikförståelse kan betraktas utifrån två frågor:

1. Hur är elevens matematikförståelse?

För att få insikt i elevens förståelse för matematik, används flera källor. Matematiktestet ger en bild av elevens svårigheter i ämnet. I testet är frågorna huvudsakligen representerade på traditionellt sätt. Enkäten ger därför ytterligare information av elevens sätt att hantera såväl traditionellt som icke-traditionellt representerade matematikuppgifter. I observationerna kan dialogen ge en bild av elevens förståelse. I intervjun kan specialpedagogen ge sin syn på elevens svårigheter i matematik. Spelloggen ger information om elevens spelande och eventuell utveckling i det.

2. Hur uttrycker sig eleven kring matematik?

Inblick i elevens matematikspråk kan inhämtas från några källor. I attitydtestet besvarar eleven med egna ord fråga 8, där det eventuellt kan avläsas om eleven behärskar vissa begrepp. Även i matematiktestet finns fråga 7 som besvaras med egna ord. I både testerna kan även iakttas om eleven har svårt att se skillnader i frågeformuleringar, eftersom även detta kan ge antydning om elevens språkbehärskning. Enkäten kan ge insikt i elevens dialog med agenten. Om t.ex. eleven uppfattar agenten som motiverande och/eller som förklarande. Observationerna ger en bild av elevens språkanvändning och av elevens dialogföring med spelkamraten och pedagogerna.

Intervjun kan återge specialpedagogens syn på hur dialog brukar ske och om det har varit annorlunda i spelsammanhang. I spelloggen kan det finnas information kring elevens förståelse av agentens multiple-choice frågor. Om elevens sätt att besvara dessa frågor beror på språk och begrepps-förståelse, bör diskuteras, eftersom svaren kan ha andra orsaker, som t.ex. ivrighet, ointresse, mm.

---

<sup>19</sup> ”Perceived self-efficacy refers to beliefs in one’s capabilities to organize and execute the courses of action required to produce given attainments” (Bandura 1997, s. 3). “[...] self-efficacy is the degree to which one feels capable of performing a specific task at certain designated levels” (Bandura 1986 se Baylor & Kim 2005, s. 10). Det vill säga i vilken grad eleven uppskattar att ha förmågan att kunna utföra en uppgift på en viss nivå.

### **4.3.2 Analys**

De olika källornas empiri analyseras under insamlingens gång. Det övergripande målet är att de olika analyserna ger en helhetsbild av elevernas lärsituation.

#### **– Analys tester**

Analys av attitydtestet ger en bild av elevens inställning gentemot matematik (del I) och av elevens self-efficacy (del II). Matematiktestet analyseras på två nivåer för att få en bild av elevens svårigheter. Först rättas elevernas svar utifrån facit, sedan analyseras testet utifrån frågornas karaktär: vilken sorts frågor besvaras rätt, fel eller inte alls.

Analysen av testerna utgår från följande frågor:

1. Vilken attityd har eleven gentemot matematik?
2. Vilka matematiksvårigheter vittnar matematiktestet om?
3. Hur formulerar eleven sig kring matematik?

#### **– Analys av observationer**

Observationernas mål är att producera videomaterial och anteckningar för att dokumentera elevernas aktion och interaktion i spelsammanhang. Som Pramling Samuelsson och Lindahl (1999, s. 56) påpekar i sin beskrivning av vad analys av videomaterial innebär, är frågor det första steget att ta för att förstå och reflektera kring videomaterialet.

Frågorna som ställs till materialet har därför som mål att ge insikt i elevens attityd gentemot matematik, specialundervisningen och spelet, i elevens självvärdering och matematikförståelse. Analysen av videomaterialet tar dessutom hänsyn till dialogens olika komponenter: det verbala i vad som sägs och hur det sägs, det kroppsliga i kroppsspråket och tonläget samt det faktiska handlandet i vad som görs och hur det görs.

Heikkilä och Sahlström (2003), som studerade 13 doktorsavhandlingar där barnperspektivet undersöks med hjälp av videoinspelningar, diskuterar i sin artikel vad videoinspelningar innebär för analys av barn ur ett barns perspektiv. Författarna påpekar bl.a. att det är nödvändigt att göra urval i videomaterialet, eftersom sådant material ger upphov till mycket information (Heikkilä & Sahlström 2003, s. 31). Videomaterialet analyseras därför utifrån avsnitt, där ett skeende uppmärksammas.



Det kan t.ex. vara en svårighet som eleverna stöter på eller en intensiv dialogföring där elever diskuterar något, mm. Avsnitten analyseras utifrån följande stödfrågor:

- Vad handlar det uppmärksammade videoavsnittet om?
- Hur är elevens inställning till det uppkomna?
- Hur går de egna försöken till?
- Vem riktar sig eleven mot?
- Hur reagerar spelkamraten och pedagogen?
- Hur reagerar eleven på spelkamraten och pedagogen och ev. sättet att hantera det uppkomna på?
- Hur formuleras problemet och lösningen av de olika aktörerna?
- Sker problem-/lösningformulering i monolog eller dialog?
- Hur interagerar eleverna under spelet (Williams, Sheridan & Pramling Samuelsson 2000, s. 50-55) genom peer tutoring, där en elev är expert medan den andra är novis eller genom cooperative learning, där eleverna samarbetar under strukturerade former, t.ex. genom att få uppgifter från pedagogen eller genom peer collaboration, där båda elever är nybörjare och arbetar tillsammans?
- Hur används förklaringen/lösningen av eleverna i uppgiften?
- Är eleven nöjd/missnöjd över sin prestation? Hur yttrar det sig och varför?

Om avsnitten innebär interaktion med en agent, kan följande frågor vara relevanta:

- Vad grundar eleven sig på för att välja agentmode?
- Hur uppfattar eleven agentens roll?
- Hur reagerar eleven på agentens feedback (tre olika nivåer)?
- Hur reagerar eleven på agentens spelande?
- Drar eleven slutsatser från agentens agerande resp. från sina egna/spelkamratens handlingar?
- Har eleven svårighet att svara på multiple-choice frågorna?
- Hur hanteras denna svårighet?

– **Analys av enkäter**

Analysen av enkäterna har som mål att ytterligare fördjupa förståelsen för elevens attityd och förståelse genom att besvara följande frågor.

1. Hur är elevens attityd gentemot specialundervisningen och matematikspelet?
2. Hur värderar eleven sin förmåga att lösa uppgifter i allmän och i spelets kontext?
3. Hur är elevens matematikförståelse i specifika uppgifter som visas traditionellt respektive grafiskt?
4. Hur uppfattas spelets agent av eleven?

– **Analys av djupintervju**

Intervjun analyseras utifrån pedagogens perspektiv med fokus på två frågor:

1. Hur uppfattar pedagogen elevernas attityd gentemot matematik, matematikspelet och specialundervisningen?
2. Vilken syn har pedagogen på spelets potential för eleverna?

Analysen av pedagogens åsikter kompletteras sedan med och ställs mot analysen av elevernas åsikt i enkäterna och analysen av observatörens tolkningar av observationerna.

– **Analys av spelloggar**

Elevernas speldata som ger information om elevens spelande analyseras i syfte att bekräfta eller motsäga uppgifter, tolkningar eller antaganden som dyker upp i samband med övriga analyser.

## **5 Genomförandebeskrivning**

Eftersom undersökningen involverar unga människor i en organisation, kan även den bästa planeringen inte vara en garanti mot oförutsedda omständigheter som påverkar undersökningen.

### **5.1 Undersökningen**

Begränsade möjligheter i elevernas tillgänglighet påverkade undersökningens ordning. Tre attitydtester gjordes kort efter spelintroduktionen istället för innan. Intervjun genomfördes som planerat på spelperiodens sista dag, dock innan elevernas sista spelobservation. Eftersom observationsmaterialet redan var informationsrikt, prioriterades enkäten och genomfördes den innan elevernas sista observation för att garantera att dem skulle hinna med den.

Varje observationstillfälle varade dessutom något kortare än planerat, ungefär 30 till 35 minuter, med undantag av en elevs tredje observation som efter enkäten endast spelade i 13 minuter pga. en bokning. Även antal observationerna påverkades i den mån att de nio planerade observationerna i verkligheten reducerades till sex: två elevpar observerades tre gånger som planerat, en elev observerades två gånger, medan den sista eleven observerades endast en gång. I samråd med specialpedagogen delades de två sistnämnda eleverna efter den första spelsessionen för att skapa mer arbetsro. En av dessa elever har sedan varit frånvarande, varav en gång av personliga skäl. För övrigt har tekniska problem förhindrat eleverna att spela matematikspelet i hemmet.

Eftersom analys av det första speltillfället visade att det var svårt att uppfatta elevernas spelande, flyttades under den andra och tredje observationen kamerafokusen närmare dataskärmen. Även om det inte var det primära målet, var det angeläget att tydligt se och förstå hur de spelade.

Min roll som icke-deltagande observatör höll inte till hundra procent, då pedagogen ibland behövde teknisk hjälp och eleverna vid några tillfällen ställde direkta frågor till mig angående möjligheten att se spelstatistik och videomaterial.

Under den tredje observationen deltog spelutvecklaren Lena Pareto, för att skapa sig en egen bild av elevernas spelande, vilket var oplanerat.

## **5.2 Analysen**

Analysen av det första observationstillfället gjordes inte enligt det planerade tillvägagångssättet, där avsnitt som uppmärksammas skulle analyseras utifrån förbestämda frågor. Däremot transkriberades sessionen grovt för att bekanta mig med alla inblandade och situationen, för att senare med mer säkerhet kunna särskilja viktiga avsnitt ur materialet och således kunna besvara analysfrågorna.

## **6 Resultat av tester och enkät**

Nedan redovisas resultat från matematiktesterna, attitydtesterna och enkäterna. Med hänsyn till garanterad sekretess till elever, föräldrar och skola, används i denna redovisning en bokstav för varje elev.

Testernas och enkäternas resultat redovisas för varje enskild elev. Målet är att analysen av resultaten mynnar ut i en individuell elevprofil. Det medför att redovisningen inte följer undersökningens kronologi helt.

För att underlätta förståelsen av diagrammen och eftersom samma källor används för att visa olika resultat, förklaras tillvägagångssättet innan redovisning av de individuella resultaten sker.

## 6.1 *Elevers matematiksvårigheter – individuellt resultat av matematiktest*

För att kunna analysera matematiktestet delades frågorna in i olika kategorier. En matematikuppgift kan dock spridas över flera kategorier. Kategorierna är:

+	addition	>	stora tal, dvs. från hundratal och uppåt
-	subtraktion	\$	pengar
x	multiplikation	10	decimalsystem med bas 10
/	division	7	decimalsystem med bas 7
+ = x	samband mellan addition och multiplikation, t.ex. $3 \cdot 8 = 8+8+8$	?	bedömning av största tal
0	strategi för att upptäcka jämna tiotal	log	logiskt tänkande
00	strategi för att upptäcka jämna hundratal	kun	kunskapsformulering
000	strategi för att upptäcka ämna tusental	över	övergångar
neg	negativa tal	ord	operatorer som ersatts av ord som t.ex. ”lägga till”

I varje elevs diagram visas totalt antal rätt och antal felaktiga svar samt antal obesvarade frågor inom varje kategori, eftersom det återger en helhetsbild av elevens svarande. Där eleven inte har svarat, visas ett nollresultat.

Observera att kategorierna ”log” och ”kun” utgår från redovisningen, eftersom matematiktestets fråga 7 (underfråga ja/nej och varför, se Appendix B) ger för lite underlag för att konkludera något kring elevens förmåga att tänka logiskt och att formulera sin kunskap.

## 6.2 *Elevers attityd - individuellt resultat av attitydtest och enkät*

Attitydtestet och enkäten redovisas i tre diagram för varje elev. I det första diagrammet visas hur eleven förhåller sig till att arbeta med matematik. Utöver elevens attityd gentemot matematik ingår även attityden gentemot specialpedagogiken. Diagrammet återger svaren på attitydtestets fråga 1-4 och (se appendix A) enkätens fråga 1-2 (se appendix C). I det andra diagrammet redovisas resultatet av elevens intresse i matematik och i matematikspelet. Diagrammet återger svaren på attitydtestets fråga 7 (se appendix A) och enkätens fråga 3-4 (se appendix C). Det tredje diagrammet visar hur eleven förhåller sig till samarbete i allmänhet och i spelkontext. Diagrammet återger svaren på attitydtestets och enkätens fråga 5-6 (se appendix A resp. C).

I diagrammen där resultaten redovisas först i allmänhet och sedan i spelsammanhang, är ordningen baserad på situationens logik. De flesta elever besvarade attitydtestet innan spelperioden påbörjades för att få en allmän och opåverkad bild av deras intresse respektive samarbete, medan alla elever svarade på enkäten efter avslutad spelperiod, för att få en uppfattning över deras intresse och samarbete i spelsammanhang. Att resultaten visas allmänt respektive i spelsammanhang i samma diagram har inte som syfte att jämföras, dock att visualisera elevens intresse i olika situationer. Eftersom frågorna 5 och 6 i attitydtestet och enkäten är ganska likt formulerade, kan dock elevens tendenser i de olika situationerna försiktigt jämföras utifrån dessa situationer. I den grafiska presentation av resultaten används samma skala som testernas skala. Där inget resultat syns i diagrammet, har eleven svarat neutralt, dvs. noll på skalan.

### **6.3 Elevens self-efficacy – individuellt resultat av attitydtest och enkät**

I denna redovisning visas två diagrampar och ett diagram. I diagramparen visualiseras först elevens självvärdering i traditionellt representerade uppgifter. Sedan jämförs elevens svar på samma enhets- och additionsuppgifter representerad på traditionellt respektive grafiskt sätt. Trots att självvärderingen saknas för uppgifter med negativa tal, visas en jämförelse av uppgifter i det sista diagrammet, eftersom eleverna frekvent spelade spel med positiva och negativa tal. Uppgifterna som jämförs har besvarats i enkäten. Observera även att jämförelserna gäller *en* matematikuppgift, vilket inte leder till statistiskt hållbart resultat. Avsikten är dock att visa en tendens mellan elevens självbedömning och det verkliga resultatet av elevens prestation i olika representationer, med undantag av det sista diagrammet.

I det första diagramparet handlar uppgiften om enheter i decimalsystemet i attitydtestets fråga 10 (se appendix A) och enkätens fråga 9-10 (se appendix C). I följande diagrampar visas resultatet av en uppgift i addition, attitydtestets fråga 9 (se appendix A) och enkätens fråga 12 a och 15 (se appendix C). Sista diagrammet representerar enkätens fråga 11 och 14 (se appendix C), som handlar om negativa tal. I den grafiska presentation av resultaten används samma skala som testernas skala. Där inget resultat syns i diagrammet, har eleven svarat noll på skalan. Diagrammen som redovisar specifika matematikuppgifter har skalan -1, 0, 1 för fel svar resp. inget svar och korrekt svar.

## 6.4 Individuell redovisning av resultat

### Killen D

#### Matematiksvårigheter

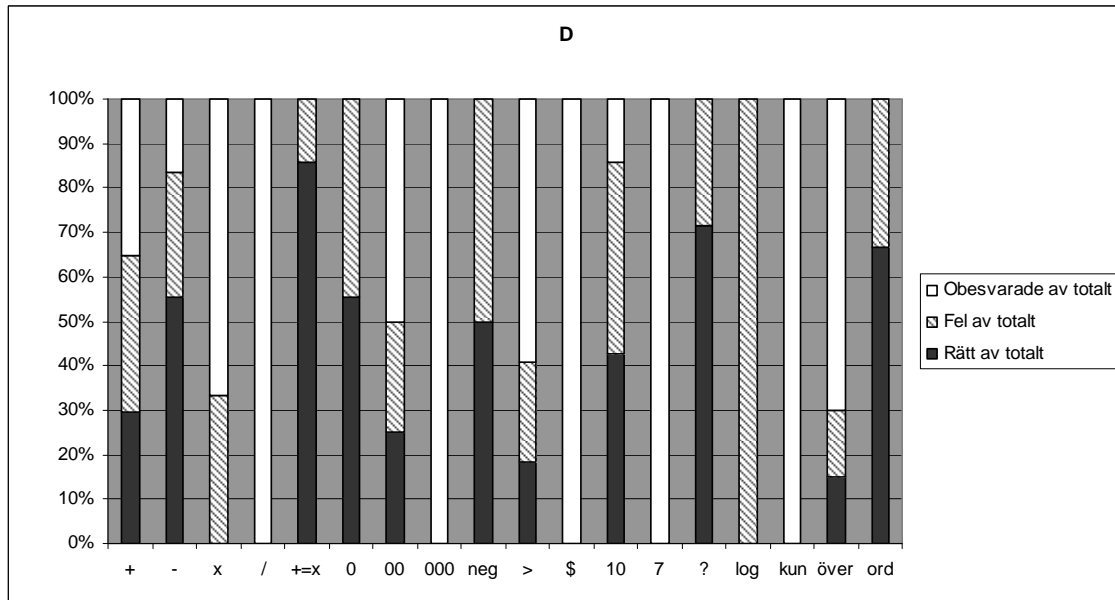


Bild 19. Resultat av matematiktestet ger en bild av D:s matematikförståelse.

#### Attityd

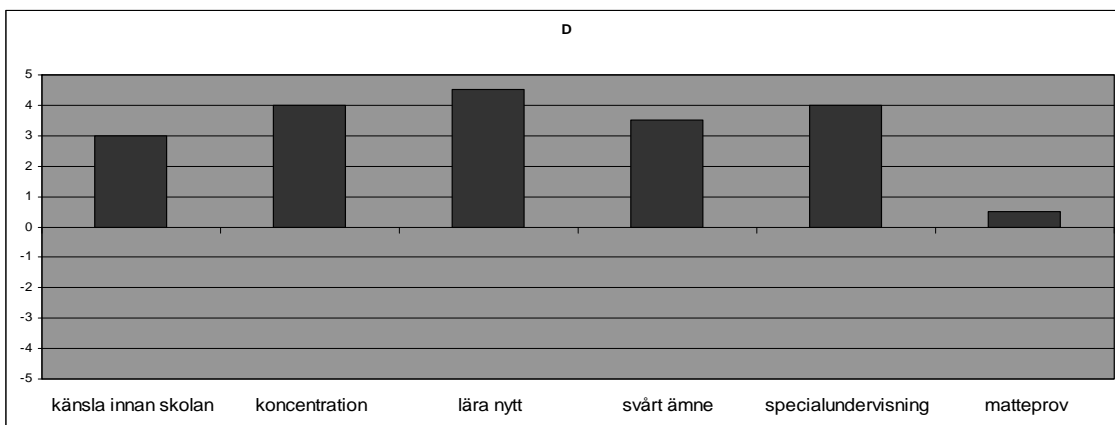


Bild 20. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av D:s attityd för att arbeta med matematik.

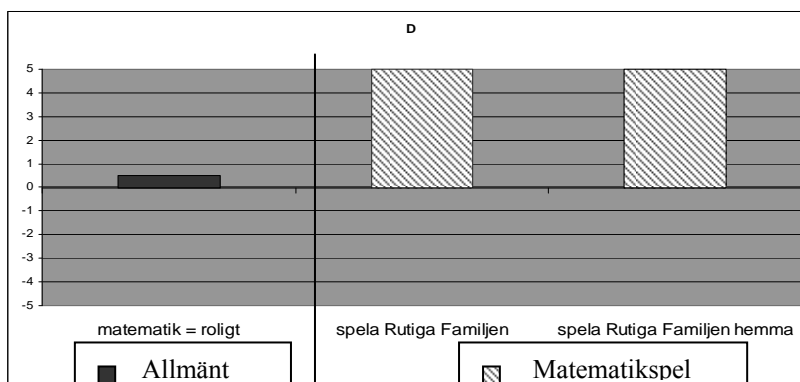


Bild 21. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av D:s intresse för matematik och matematikspelet.

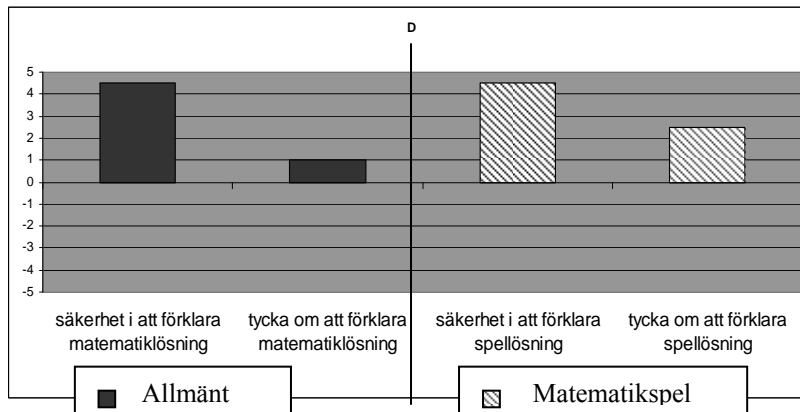


Bild 22. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av D:s attityd till samarbete allmänt och i spelkontext.

### Self-efficacy

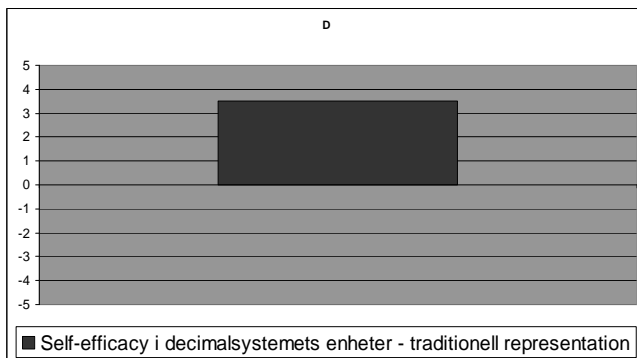


Bild 23. D:s bedömning av att kunna lösa 1 enhetsuppgift som är traditionellt utformad.

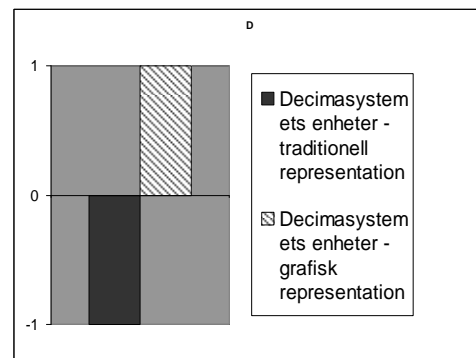


Bild 24. D:s svar på 1 enhetsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

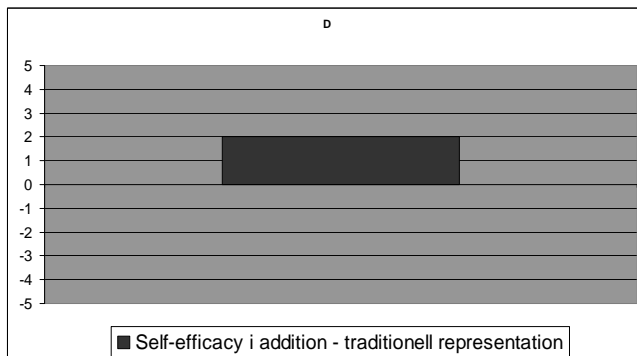


Bild 25. D:s bedömning av att kunna lösa 1 additionsuppgift som är traditionellt utformad.

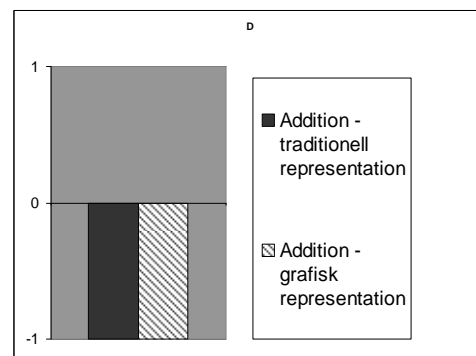


Bild 26. D:s svar på 1 additionsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

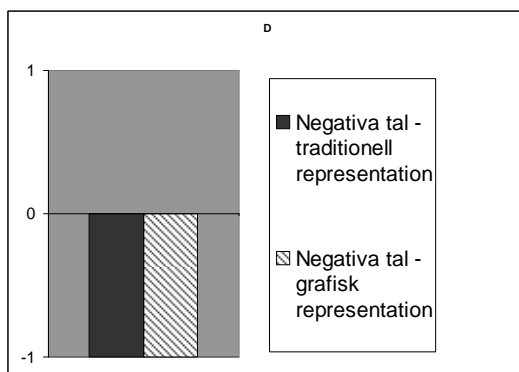


Bild 27. D:s svar på 1 uppgift med negativa tal.

## Killen M

### Matematiksvårigheter

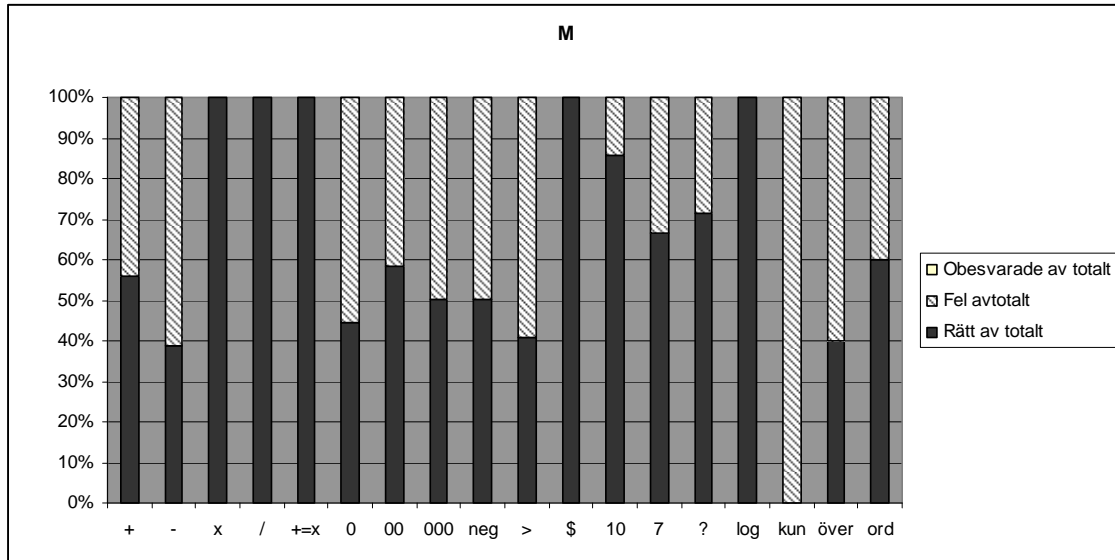


Bild 28. Resultat av matematiktestet ger en bild av M:s matematikförståelse.

### Attityd

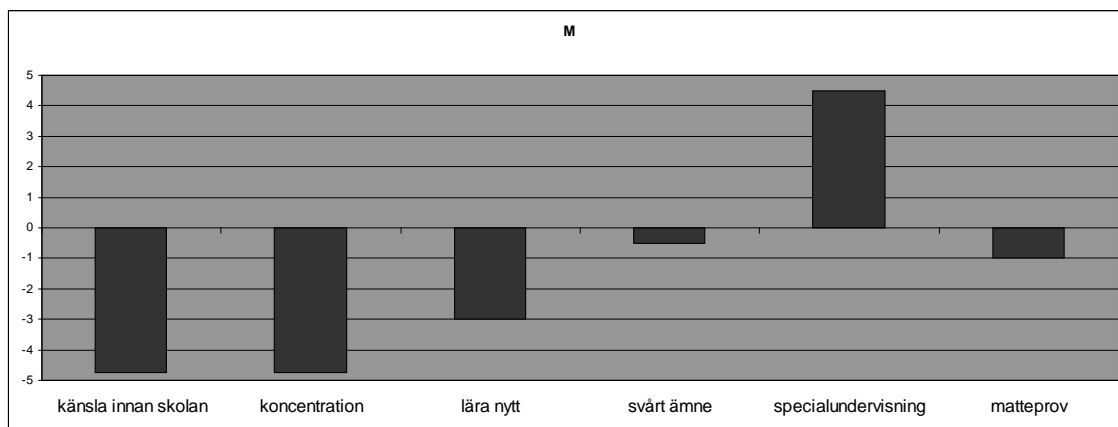


Bild 29. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av M:s attityd för att arbeta med matematik.

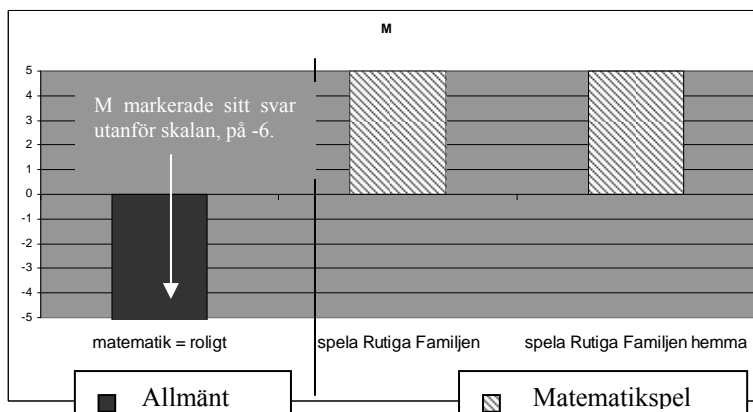


Bild 30. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av M:s intresse för matematik och matematikspelet.



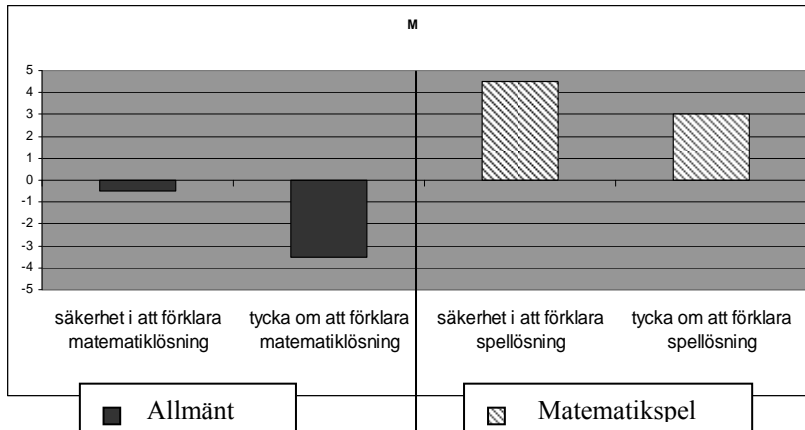


Bild 31. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av M:s attityd till samarbete allmänt och i spelkontext.

### Self-efficacy

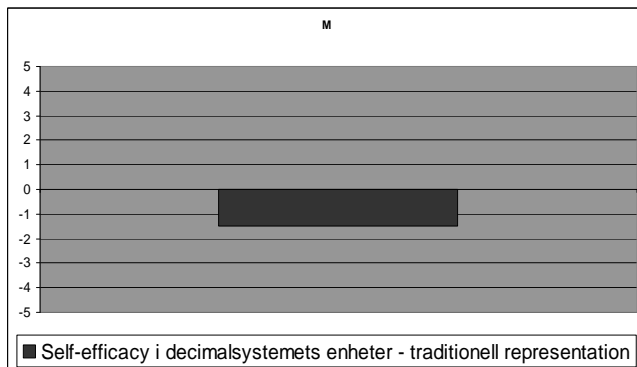


Bild 32. M:s bedömning av att kunna lösa 1 enhetsuppgift som är traditionellt utformad.

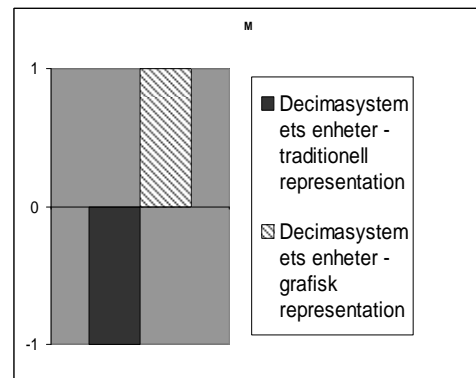


Bild 33. M:s svar på 1 enhetsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

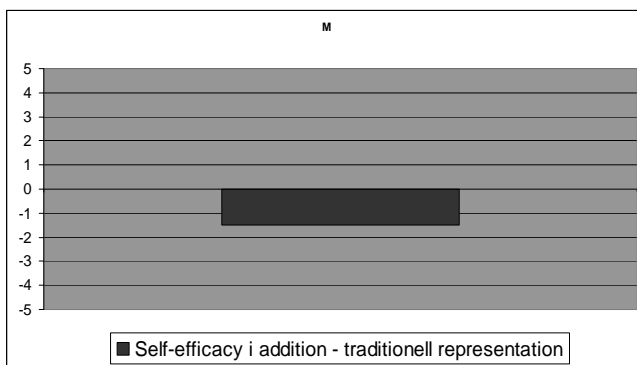


Bild 34. M:s bedömning av att kunna lösa 1 additionsuppgift som är traditionellt utformad.

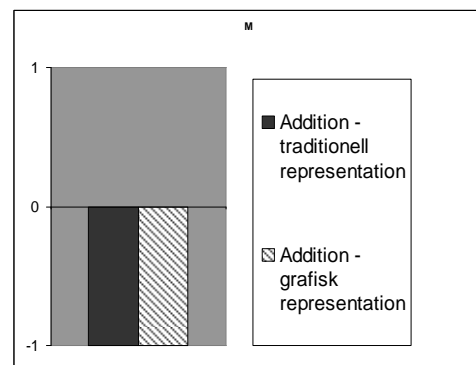


Bild 35. M:s svar på 1 additionsuppgift som är traditionellt resp. grafisk utformad.

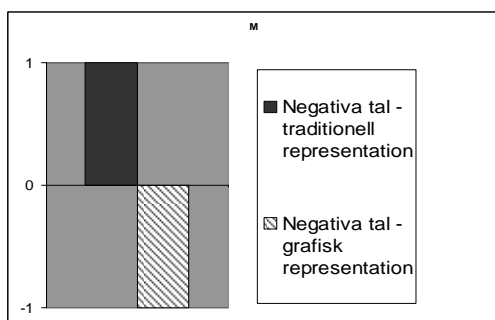


Bild 36. M:s svar på 1 uppgift med negativa tal.

## Tjejen E

### Matematiksvårigheter

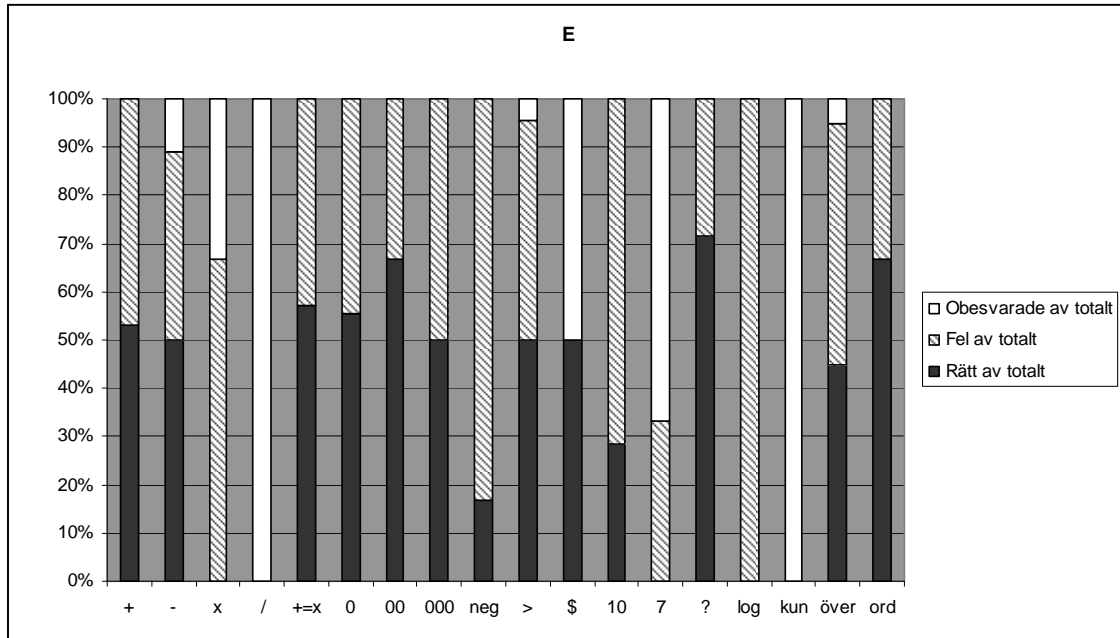


Bild 37. Resultat av matematiktestet ger en bild av E:s matematikförståelse.

### Attityd

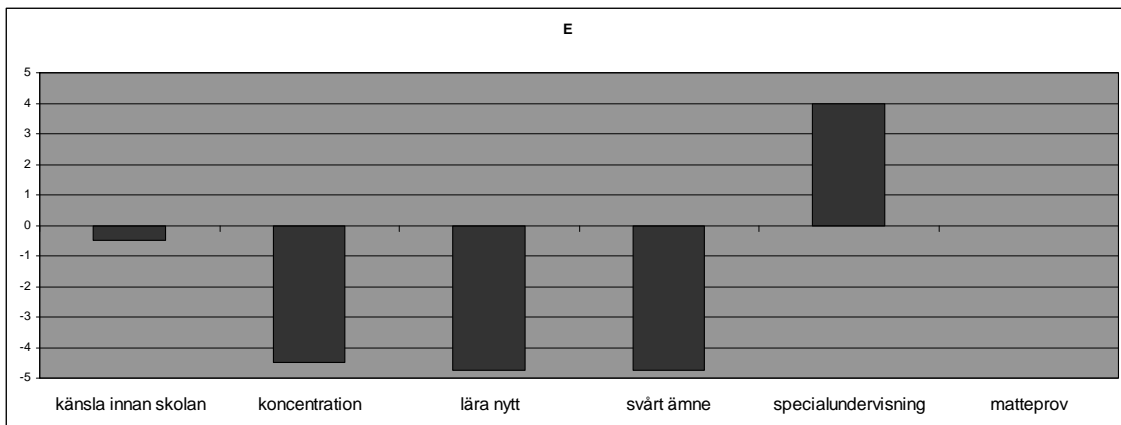


Bild 38. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av E:s attityd för att arbeta med matematik.

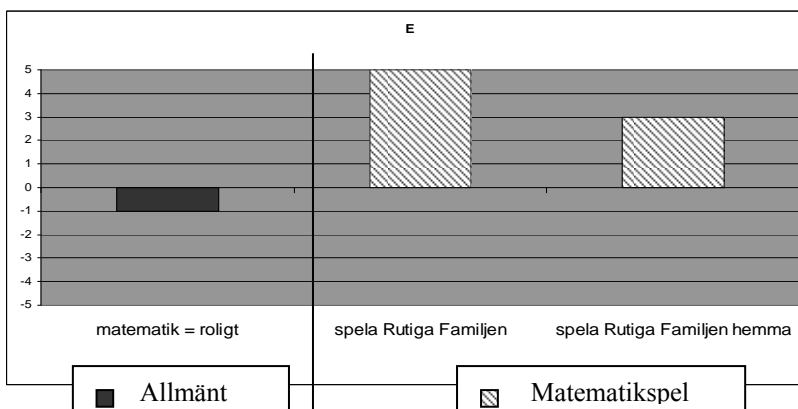


Bild 39. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av E:s intresse för matematik och matematikspelet.

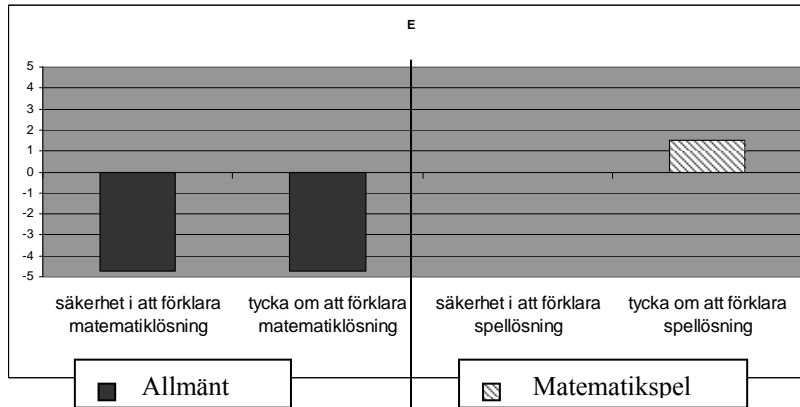


Bild 40. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av E:s attityd till samarbete allmänt och i spelkontext.

### Self-efficacy

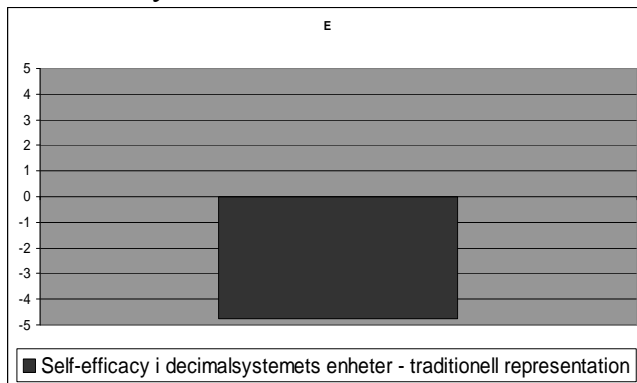


Bild 41. E:s bedömning av att kunna lösa 1 enhetsuppgift som är traditionellt utformad.

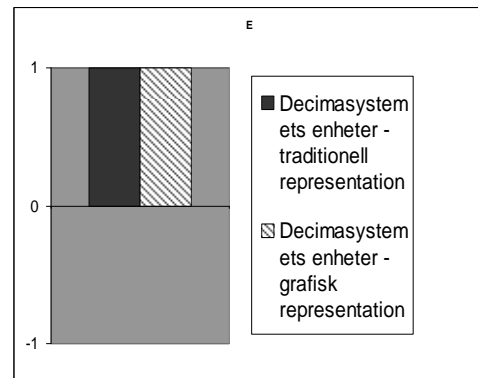


Bild 42. E:s svar på 1 enhetsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

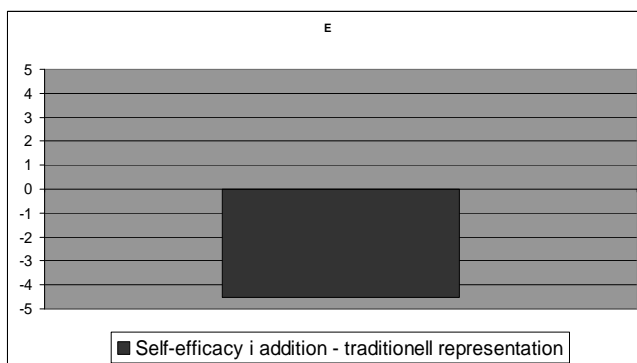


Bild 43. E:s bedömning av att kunna lösa 1 additionsuppgift som är traditionellt utformad.

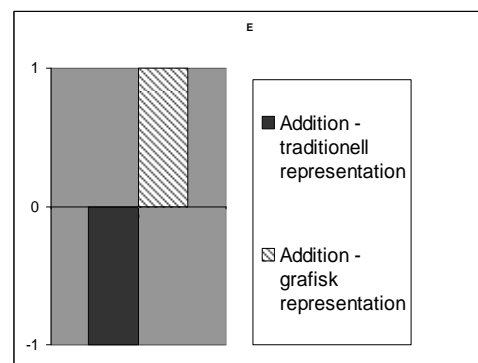


Bild 44. E:s svar på 1 additionsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

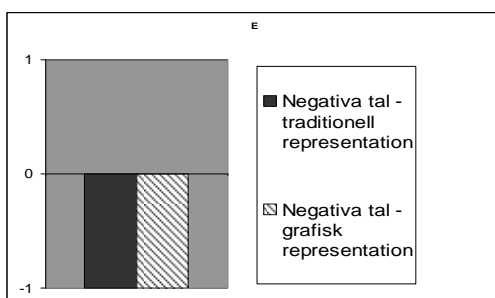


Bild 45. E:s svar på 1 uppgift med negativa tal.

## Tjejen L

### Matematiksvårigheter

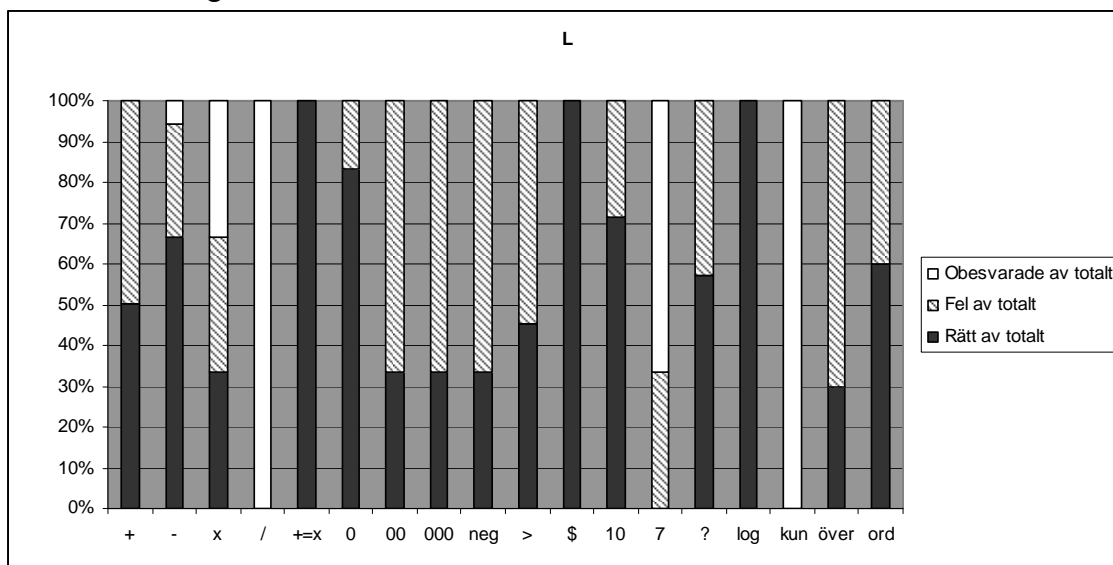


Bild 46. Resultat av matematiktestet ger en bild av L:s matematikförståelse.

### Attityd

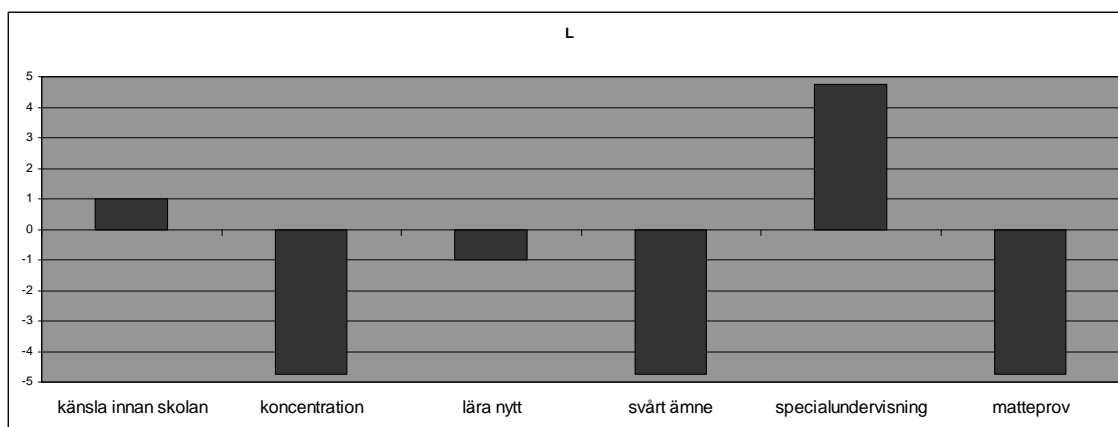


Bild 47. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av L:s attityd för att arbeta med matematik.

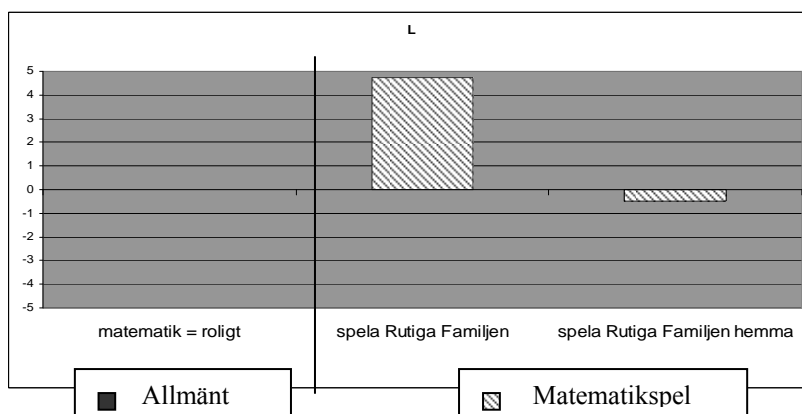


Bild 48. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av L:s intresse för matematik och matematikspelet.

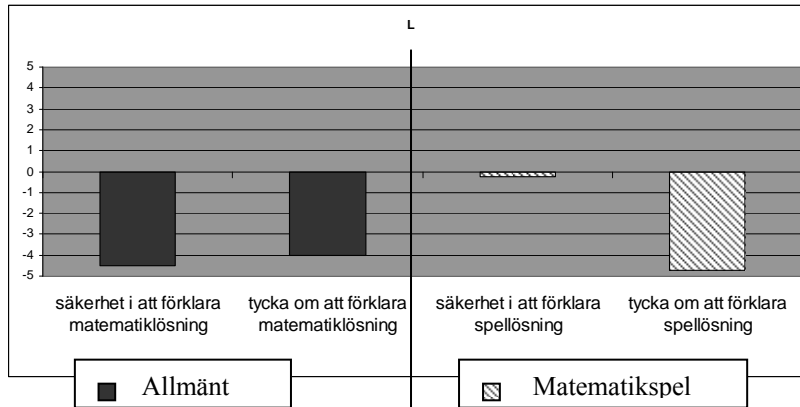


Bild 49. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av L:s attityd till samarbete allmänt och i spelkontext.

### Self-efficacy

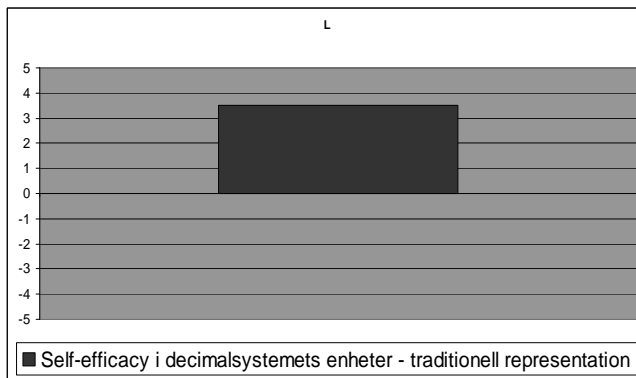


Bild 50. L:s bedömning av att kunna lösa 1 enhetsuppgift som är traditionellt utformad.

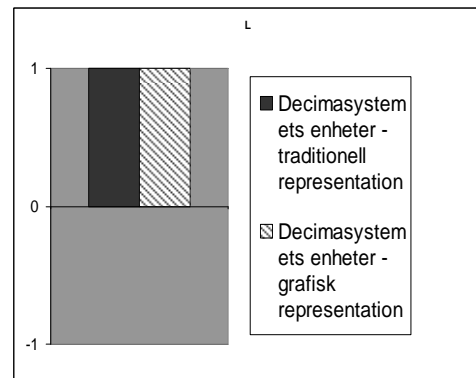


Bild 51. L:s svar på 1 enhetsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

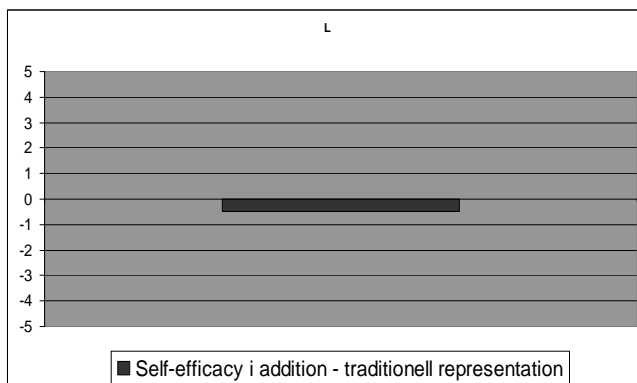


Bild 52. L:s bedömning av att kunna lösa 1 additionsuppgift som är traditionellt utformad.

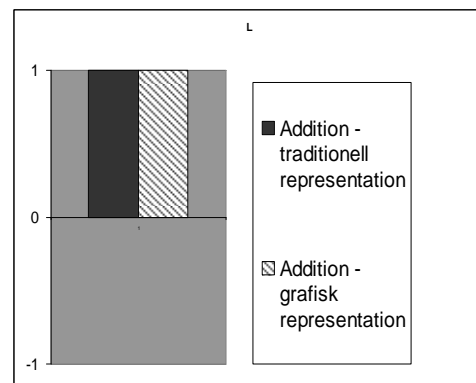


Bild 53. L:s svar på 1 additionsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

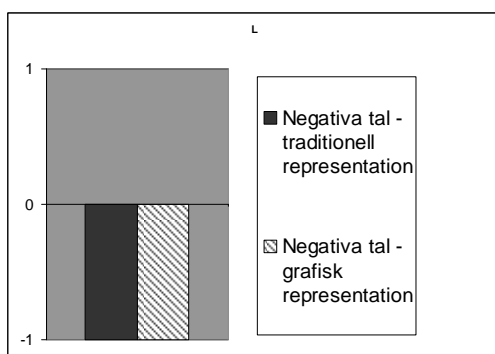


Bild 54. L:s svar på 1 uppgift med negativa tal.

## Tjejen N

### Matematiksvårigheter

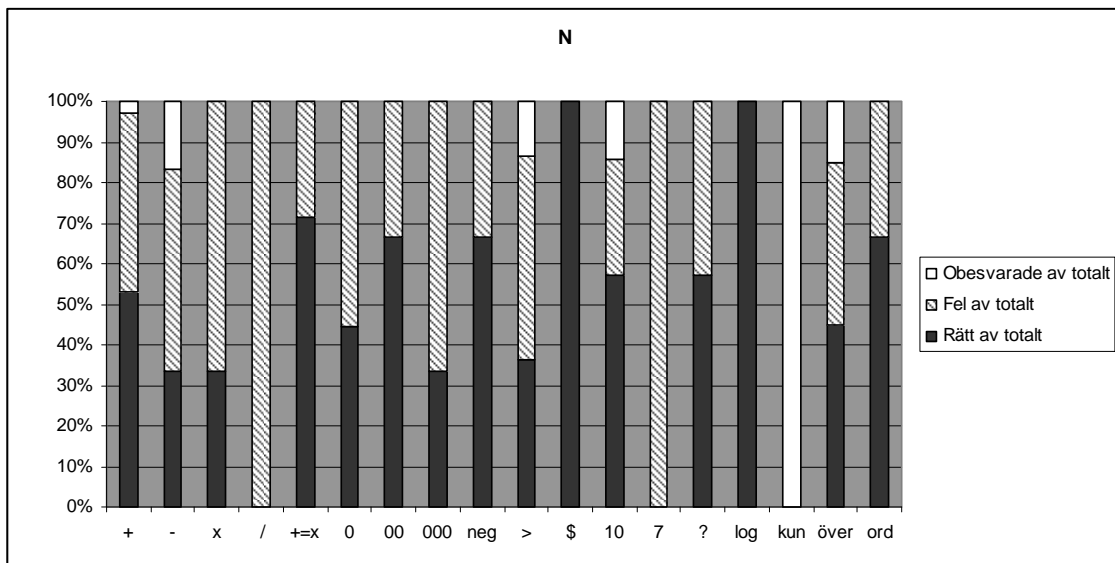


Bild 55. Resultat av matematiktestet ger en bild av N:s matematikförståelse.

### Attityd

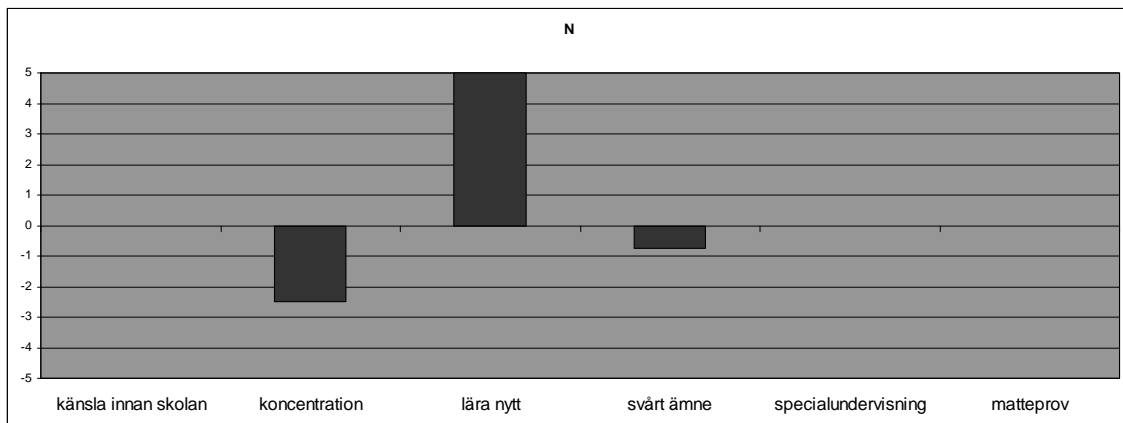


Bild 56. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av N:s attityd för att arbeta med matematik.

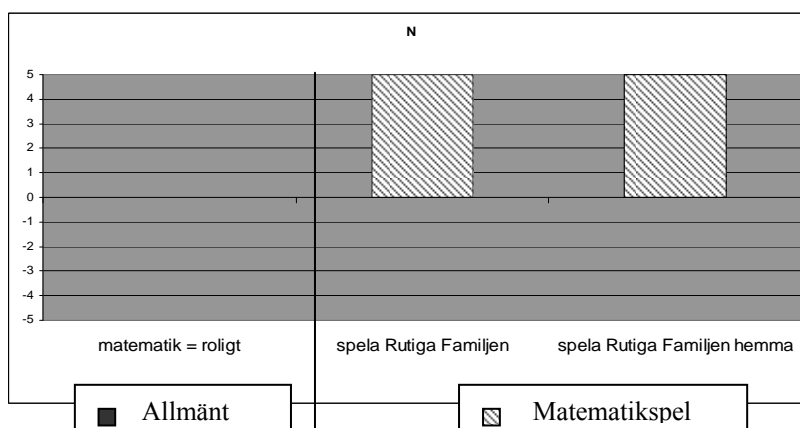


Bild 57. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av N:s intresse för matematik och matematikspelet.

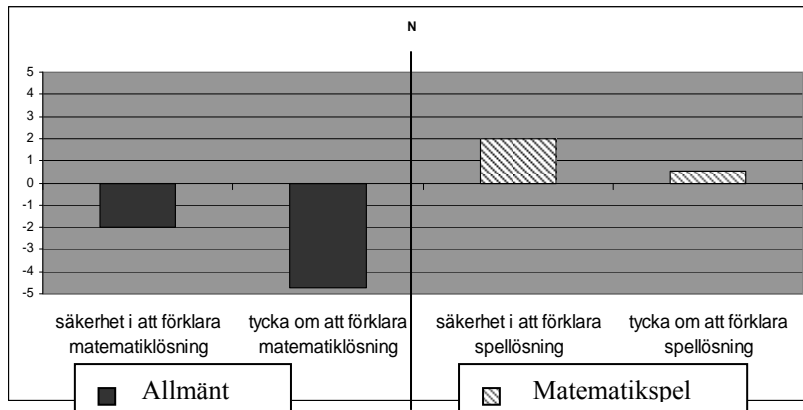


Bild 58. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av N:s attityd till samarbete allmänt och i spelkontext.

### Self-efficacy

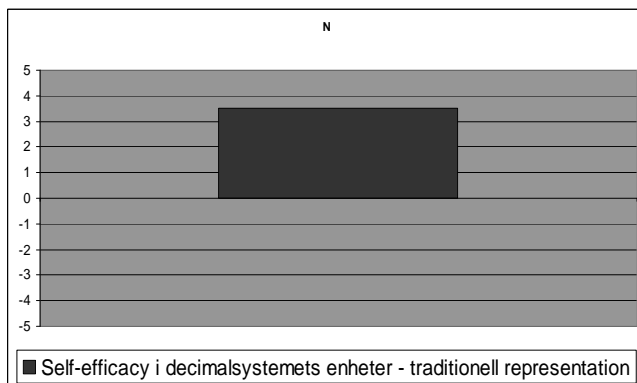


Bild 59. N:s bedömning av att kunna lösa 1 enhetsuppgift som är traditionellt utformad.

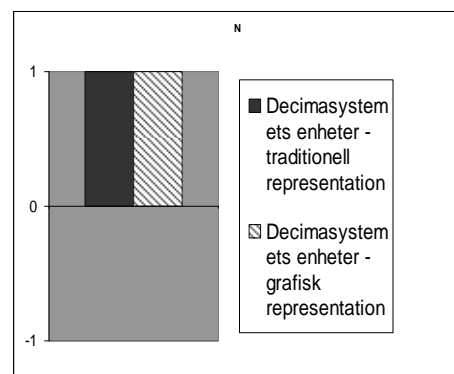


Bild 60. N:s svar på 1 enhetsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

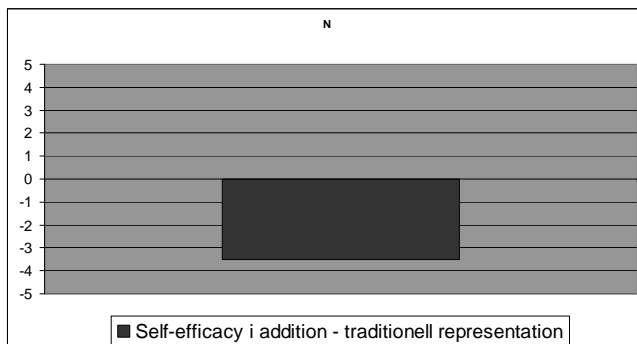


Bild 61. N:s bedömning av att kunna lösa 1 additionsuppgift som är traditionellt utformad.

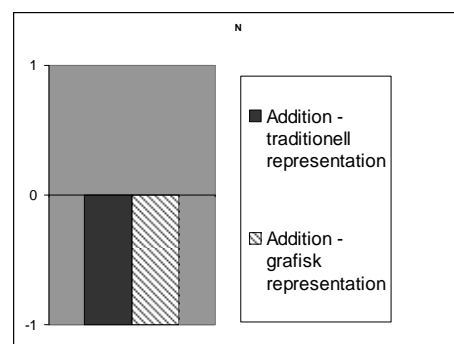


Bild 62. N:s svar på 1 additionsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

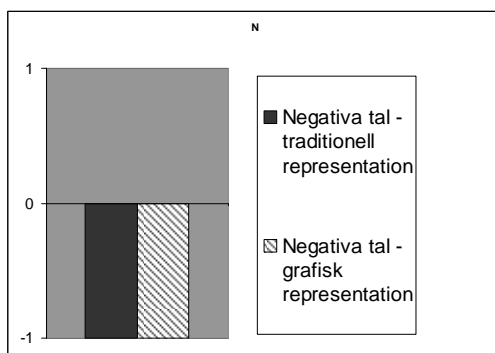


Bild 63. N:s svar på 1 uppgift med negativa tal.

## Tjejen S

### Matematiksvårigheter

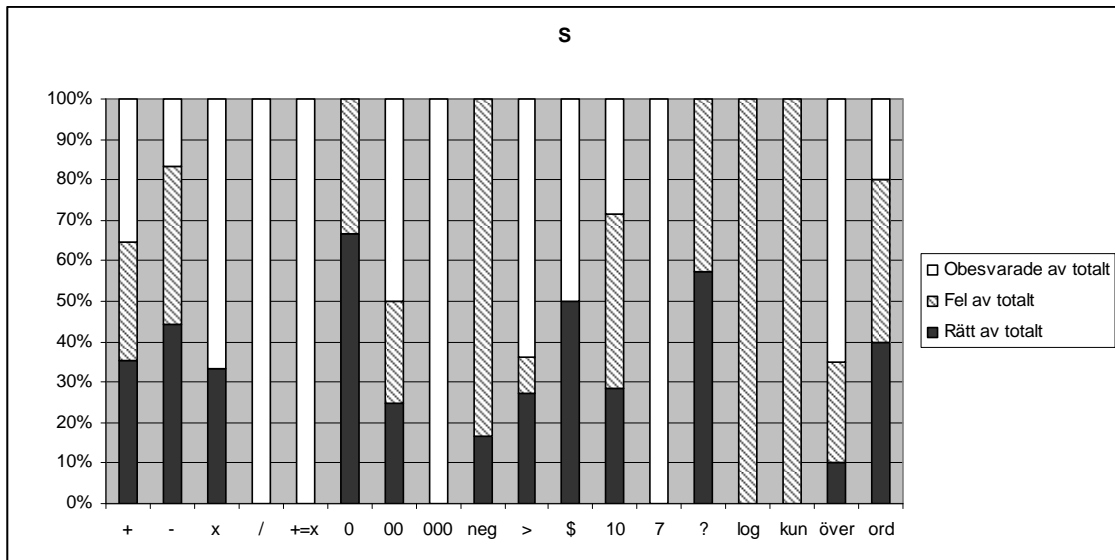


Bild 64. Resultat av matematiktestet ger en bild av S:s matematikförståelse.

### Attityd

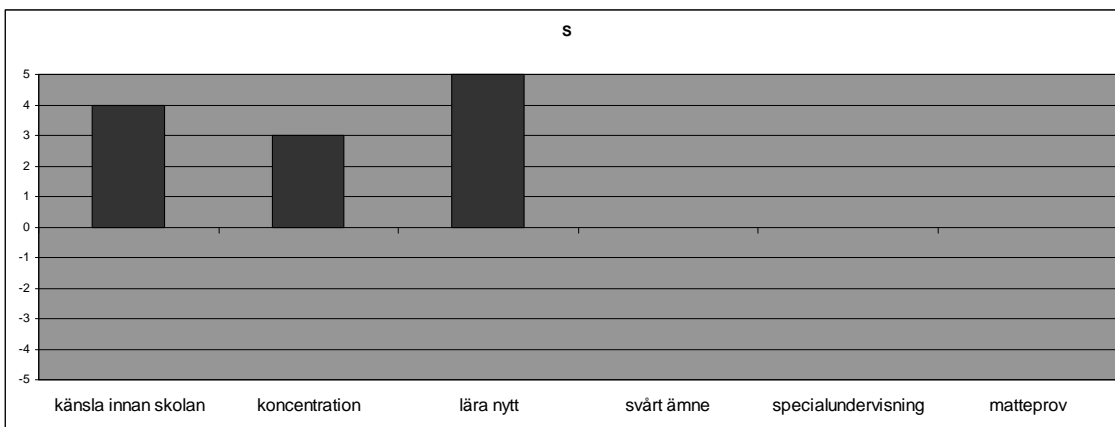


Bild 65. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av S:s attityd för att arbeta med matematik.

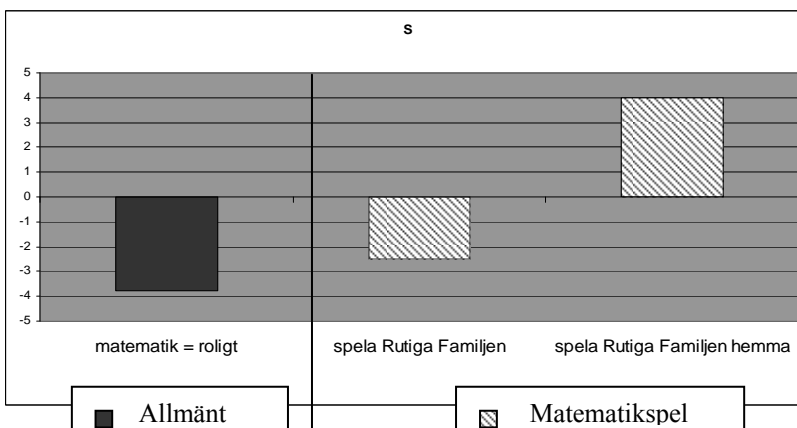


Bild 66. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av S:s intresse för matematik och matematikspelet.



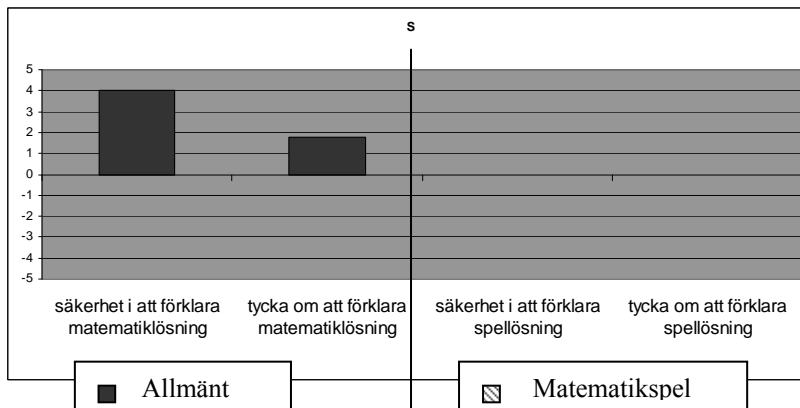


Bild 67. Resultat av attitydtestet och enkäten ger en bild av S:s attityd till samarbete allmänt och i spelkontext.

Self-efficacy

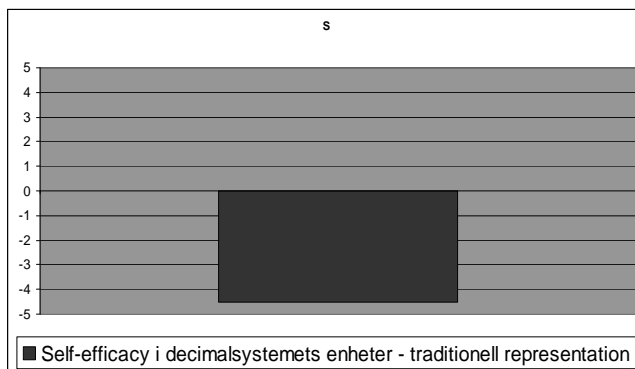


Bild 68. S:s bedömning av att kunna lösa 1 enhetsuppgift som är traditionellt utformad.

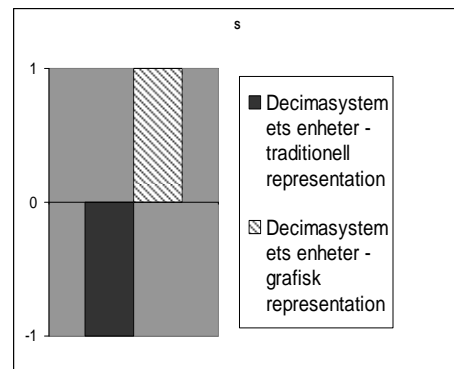


Bild 69. S:s svar på 1 enhetsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

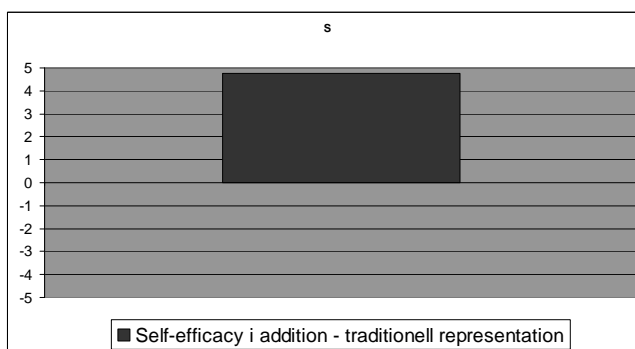


Bild 70. S:s bedömning av att kunna lösa 1 additionsuppgift som är traditionellt utformad.

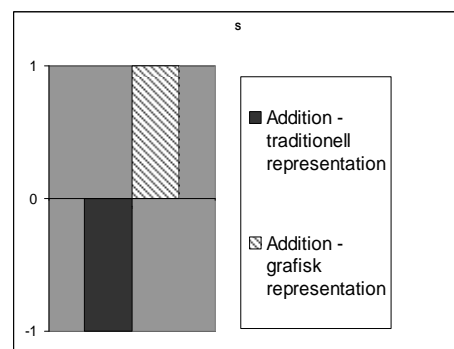


Bild 71. S:s svar på 1 additionsuppgift som är traditionellt resp. grafiskt utformad.

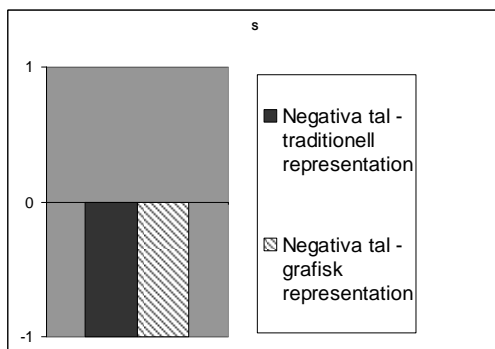


Bild 72 S:s svar på 1 uppgift med negativa tal.

## **7 Analys**

Analysen omfattar tre delar. I den första delen redovisas individuella elevprofiler. I den andra delen analyseras gruppens attityd i allmän respektive i spelkontext. Den tredje analysdelen återger gruppens sociala kontext. I denna analys används samma bokstäver som i redovisningen av resultat för att identifiera varje elev.

### **7.1 Individuella elevprofiler – sammanfattning**

Denna analysdel är en sammanfattning av de individuella elevprofilerna som resulterade från analysen av undersökningens empiri. På grund av profilernas omfattning, bifogas dessa i appendix D. Källorna som har analyserats för att skapa dessa profiler är matematiktestet, attitydtestet och enkäten som redovisats i resultatet samt videomaterialet från observationerna och redogörelsen från djupintervjun med specialpedagogen.

Sammanfattningen skiljer sig från elevprofilerna, då den kompletteras av loggdata som analyserats.

#### **7.1.1 Killen D – sjätte klass, spelar tillsammans med M**

D saknar grundläggande förståelse i matematik, som decimalsystemet och de fyra räknesätten. Han har mycket svårt i matematik enligt pedagogen. Han tycker att matematik är ganska lätt, medan pedagogen tycker att han brukar uppleva det som svårt. Han förhåller sig neutralt till matematik intressevässigt, pedagogen tycker dock att han brukar tycka att det är tråkigt. Han är även positivt inställd till att arbeta med matematik och tycker om undervisningen hos specialpedagogen, vilket pedagogen bekräftar. Han jobbar på och vill förstå, men har svårt med det.

Han bedömer sig vara mycket säker när han förklarar för någon annan, men tycker inte riktigt om det. Han tycker att matematikspelet är roligt och vill spela på sin fritid. Han tycker också att det är mycket lätt att förklara sina kortval och tycker lagom bra att göra det. Pedagogen bekräftar dock det som observationerna visar: han känner sig osäker. Osäkerheten kan förklara hans oengagemang: han är mycket tyst under spelsessionerna, han svarar sällan på direkta frågor eller upprepar spelkamratens svar, han låter M bestämma åt honom under samarbetsmoden ”med”, han är orolig när pedagogen relaterar spelet till matematik, han blir osäker när agenten introduceras framförallt pga. att M blir osäker. Till en början är han säker när han stoppar sin agent, men blir snabbt åter osäker när han har svårt att svara på agentens och pedagogens frågor och valet dessutom inte ger poäng. Efteråt godkänner han oftast sin agents val, trots att han vet att det är han som lär agenten och själv bedömer att agenten spelar sämre än honom.

Under observationerna behöver han dessutom pedagogens vägledande frågor för att reflektera, verkar annars spela på måfå och gissa. Spelloggen visar att han mycket sällan spelar själv: av 70 spel, låter han datorn spela 26 gånger och agenten 20 gånger. När agenten spelar undviker han dessutom agentmoden ”titta på”, som han endast spelar 2 gånger utav 20 spelomgångar. En anledning kan vara att denna mode har flera och svårare frågor. När han väl väljer agentmoden ”prova på och får ok”, som han spelar 10 gånger av 20, godkänner han de allra flesta förslag från agenten, vilket inte kräver att han svarar på frågor. Han spelar dessutom mest spelen upp till tio och undviker svårare spel över 100. I sitt spelande verkar han således undvika aktivt spelande och val, vilket ytterligare kan vara tecken på hans osäkerhet. D samarbetar inte under ”mot” moden, som han uppfattar som ologiskt för samarbete och lite mer under ”med” moden. Han bedömer dessutom sin förmåga att kunna lösa specifika uppgifter som ganska hög, trots att resultaten av specifika uppgifter är överlag negativa. Övergripande verkar det således finnas en diskrepans mellan hans egen självvärdering och hans faktiska handlande: säger känna sig säker, handlar osäkert.

Han gillar mest Få bort alla upp till 10, spelet som han enligt loggen spelades mest (25 gånger utav 70 spel), trots att han aldrig har arbetat med negativa tal. Det kan bero på att han förstår spelet, då han visar förståelse för spelprincipen och han inte gör kopplingen till matematiken. Gränssnittet skiljer sig dessutom från de tidigare spelen som han reagerade på. Dessutom introducerade han till spelet utan att relationen till matematiken uppdagades.

### **7.1.2 Killen M– sjätte klass, spelar tillsammans med D**

Han verkar förstå decimalsystemet, men saknar strategi för igenkänning av jämna tiotal och uppåt. Han gissade en del på dessa frågor, vilket bekräftas av pedagogen. Trots att han tycker om att arbeta hos specialpedagogen är han mycket negativt inställd till att arbeta med matematik. Han är negativ till den graden att han redan innan skolan ogilla om tanken på matematik. Hans negativism beror inte så mycket på svårigheterna, däremot på att han upplever matematik som extremt tråkigt. Att det är extremt härleds från hans svar som är utanför frågans skala, där jättetråkigt är den undre gränsen. Matematikspelet tycker han mycket om och vill mycket gärna spela det på sin fritid. Redan på slutet av introduktionssessionen ville han se sin agent spela en extra gång och fick övertyga pedagogen till det, eftersom lektionstiden var slut. Han har även svårt att koncentrera sig, vilket är tydligt under observationerna. Han blir rastlös av pedagogens förklaringar, även om de inte är riktade till honom. I spelsammanhang väljer han oftast agentmoden ”prova på och få ok” och mindre ”tittar på”. Enligt loggen valde M moden ”tittar på” 3 gånger, medan han valde ”prova på och få ok” 9 gånger. En förklaring kan vara att agentens frågor är många och utförliga i ”tittar på” moden, vilka han kanske undviker pga. belastning på koncentrationen.

Trots att han anser att matematik endast är lite svårt, värderar han sin förmåga att lösa specifika uppgifter som låg. Denna osäkerhet kan förklara varför han inte tycker om att förklara matematik för någon annan. Han finner det lätt att förklara sina kortdrag och tycker om att göra det. Under observationerna är han dock relativt tyst, men förklarar sina val när han uppmanas till det. I ”mot” moden samarbetar han inte, eftersom han uppfattar den som tävlingsmode, medan han under ”med” moden tar ledningen och instruerar D, sällan med förklaring. Pedagogen tror att hans tysthet delvis kan bero på språksvårigheter, då han pratar i teckenspråk hemma och därmed missar språkträning.

Han är tävlingsinriktad: han vill ha statistik över sitt spelande för att se hur han presterar, han spelar oftast i ”mot” moden och tycker mest om den moden enligt enkäten. Han tycker om att se agenten tävla mot en annan agent, vilket han tydligt skriver i enkäten och vilket loggen bekräftar där M lät agenten spela 5 gånger, nästan hälften så mycket som han tränade den. Det är otydligt var gränsen går mellan hans osäkerhet som han påstår ha allmänt, men inte i spelsammanhang och hans tävlingsanda. Tydligt är det dock att han blir rastlös och orolig när matematiken i spelet introduceras. Han blir även stressad av att pedagogen introducerar agenten utan att ens ha sett matematikspelet. Stressen släpper dock så fort han får prova på agentmoden och får feedback av sitt agerande när agenten spelar själv. Hans positiva upplevelse av sin observation, leder till att han älskar agenten. Han tränar den jämt: av 19 spelomgångar, där agentmoden är möjlig att aktivera, tränar han agenten i 12 av dem och observerar hur agenten spelar i 5 spel. Han engagerar sig dessutom i sin agent: han tar fysiskt avstånd från datorn när agenten ska spela för första gången, han känner sig lite utsatt och skäms när agenten ”missar”. Vid andra spelobservationen verkar han mycket säkrare, även om hans kortval inte alltid ger poäng, fortsätter han att stoppa sin agent och föreslå ett annat kort. Enligt sin spellogg spelar M oftast på måfå under första och övriga sessionerna mellan första och andra observationen, då han låter agenten välja för det mesta. Medan han under andra observationen stoppar sin agent oftare, väljer alltid ett kort som är bättre eller lika bra som agentens kort och svarar rätt på mer än hälften av frågorna. Under andra spelobservationen visar han således större säkerhet och kanske mer förståelse. Även under den tredje observationen stoppar han sin agent ganska ofta, men oftast till lika bra kort. Antingen är han mindre koncentrerad eller så har agenten blivit duktigare och därmed svårare att korrigera. Oavsett session spelar han dock slumpmässigt i svårare spel som Få bort upp till 100 resp. 1000 och verkar inte veta vad han gör. Av loggdata att döma verkar han att ha generellt svårt med agentens frågor, då han svarar rätt på 16 av 50 frågor. I enkäten tycker han dock själv att det är relativt lätt att svara på frågorna och under observationerna ger han intryck av att läsa frågorna noggrant.

### **7.1.3 Tjejen E– sjunde klass, spelar tillsammans med L**

E verkar sakna grundläggande förståelse för matematik. Trots att hon bör kunna hantera vardagspengar, visar matematiktestet att hon har svårt med detta, vilket tyder på att hon inte har förstått decimalsystemet. Både testet och observationerna visar att hon är svag i addition och tiokompisar. Pedagogen bedömer att hon är mycket svag i sin taluppfattning. E betonar i attitydtestet att hon tycker minst om multiplikation, vilket hon är mycket svag i. Hon upplever matematik som mycket svårt och tråkigt. Hon tycker inte heller om att lära sig något nytt i matematik. Dessutom har hon svårt att koncentrera sig. Under observationerna är hon dock uppmärksam, men fnittrig.

E verkar vara mån om att jobba på: pedagogen berättar att hon vill jobba och ta extra läxor hem, hon vill gärna spela hemma, hon har försökt att ladda ner spelet redan efter spelintroduktionen. Å andra sidan verkar hon endast sträva efter att svara rätt utan att bry sig om varför svaret är rätt: hon sökläser i matematiktestet och sätter ihop tal utan reflektion och hon är inte mån om att veta om hennes svar på agentens frågor är korrekta eller inte. Pedagogen bekräftar E:s tvetydighet. Även om hon tycker att spelet är mycket roligare än vanlig undervisning, visar hon vid flera tillfällen stress pga. spelsessionerna som enligt henne har förhindrat henne att bli klar med sina ordinära matematikuppgifter. Enligt pedagogen och loggen, som visar att hon spelade 1:40 medan spelkamraten spelade 2:19 och att tidsskillnaden sker vid ett sessionstillfälle, valde hon bort spelet under en hel session. Hon vill således klara klassuppgifter som är för svåra för henne sett utifrån hennes grundläggande svårigheter, istället för att ta några steg tillbaka och försöka förstå grunderna genom t.ex. spelet.

Hon känner sig allmänt extremt osäker på att lösa matematikuppgifter, vilket kan bidra till att hon inte alls gillar att förklara matematik för någon annan. I spelsammanhang tycker hon att det är lätt att förklara och tycker varken om det eller inte. Under observationerna verkar hon dock pendla mellan osäkerhet och säkerhet. Hon blir snabbt osäker. Initialt blir hon osäker av ”mot” moden och agentmoden, vilket försvinner allteftersom hon får erfara modena. Hon börjar gärna ett spel och utmanar sig själv och spelkamraten L att spela ett svårare spel. Under sista observationen verkar hon lite säkrare. Enligt loggdata svarar hon då övervägande rätt i agentmoden ”titta på” och ”prova på och få ok”. Även om hon tycker om agenten och data av den sista spelsession ger positivt resultat, tycker hon att agentens frågor är svåra, särskild när de innehåller siffror.

E ger under observationerna intryck att spela på måfå och det verkar som hon reflekterar mer när pedagogen uppmanar henne till det. Loggen visar dock att hon överlag spelar ganska bra. En förklaring kan vara att E endast ger intryck av att klicka ”nonchalant” och reflektera när hon stannar upp, men att hon egentligen svarar ganska bra och snabbt för att hon spelar intuitivt, vilket stämmer överens med spelets upplägg.

Att hon stannar upp och s.k. reflekterar kan vara att hon istället grubblar och inte förstår sig på siffror och tal som oftast återfinns i pedagogens ledande frågor. Hon säger trots allt under den tredje observationen att frågor med siffror är svårare och rutor och färger är att föredra. Även om hon då uttalar sig om agentens frågor, kan en parallell dra till pedagogens frågor.

#### **7.1.4 Tjejen L– sjunde klass, spelar tillsammans med E**

Hon är svag i addition och multiplikation, men förstår sambandet mellan dem. Övergångar och strategier för jämna hundra- och tusental har hon svårigheter i, samt negativa tal. Hon är negativt inställd gentemot matematik: svårt ämne, svårt att koncentrera sig. Pedagogerna bekräftar att L har svårt att koncentrera sig och t.ex. lyssna. Av intervjun framgår att L har spelat själv ibland, enligt henne för att inte störas av sin spelkamrat. Det framgår dock inte från observationerna att L störs av sin spelkamrat. L är inte speciellt intresserad i matematik. Enligt pedagogerna saknar hon motivation för matematik. Trots svårigheterna och hennes påstådda motivationsbrist, har hon fyllt hela matematiktestet, där svaren dessutom inte verkar vara gissningar. I spelsammanhang är hon till viss del engagerad: ställer frågor, besvarar frågor, även de som är riktade till spelkamraten. Hon talar om under spelet att hon gärna vill vinna, vilket kan vara tecken på engagemang eller intresse. Hon visar även tecken på att vara mån om att förstå, då hon gärna vill se om hennes svarsalternativ till agenten är korrekta. Även om hon tycker att matematikspelet är mycket roligare än vanlig undervisning, är hon dock mycket mindre intresserad av att spela det hemma.

Allmänt värderar hon sin förmåga mycket lågt, dock lite högre i samband med specifika uppgifter, som t.ex. i attitydens och enkätens uppgifter om enheter och addition. Enkätuppgifter som hon dessutom besvarar felfritt. I spelsammanhang verkar hon till en början säker, ivrig och vill inleda spelet. Hon blir dock snabbt osäker, t.ex. vid ny mode, nytt spel, svårare spel, och vill inte gärna börja spela. Det är svårt att avgöra varifrån hennes osäkerhet kommer. Det kan vara att hon upplever något negativt under sitt spelande. Hon verkar dessutom ha tendens att sakna översikt över sina prestationer och bekräftar sig själv negativt. När hon t.ex. vinner ett spel med upp till 15 stjärnor långt in i spelperioden, är hon förvånad och påstår att hon aldrig vinner. Att hon har negativa tendenser, trots sin försiktiga optimism i attitydtestet där hon skriver att ”i början är det alltid svårt men sedan när man har lärt sig så går det bättre”, bekräftas även på slutet av observationsperioden. I enkäten tycker hon om agenten, då det är jättekul att låta agenten spela själv och se hur den tänker, i spelsammanhang tränar hon agenten, men efter att för första gången ha observerat sin agent spela själv, verkar hon besviken. Hon ger intryck av att ta åt sig av att hennes agent förlorade två spel mot E:s agent. En förklaring kan vara att hon ser E:s intuitivitet i sitt spelande som lättvindighet och trots detta vinner. Alltmedan L själv känner att hon anstränger sig utan att vinna.

Även om hon svarar på agentens frågor, tycker hon att de är jobbiga, då de verkar konstiga. Hennes loggdata antyder att hon över hela spelperioden spelar mindre bra när hon tränar sin agent än när hon spelar samma spel själv, vilket kan bero på hennes inställning gentemot frågorna. Ju svårare spel, som upp till 1000, ju mindre bra det går. Det bör dock påpekas att hon oftast tränar agenten genom "titta på" moden som har både flera och svårare frågor. Jämförs hennes spelande över samma period (14/4 – 17/4) och samma spel (Inom repet <100) är felmarginalen 20 % när hon spelar själv resp. 37 % när hon tränar agenten. Det kan antyda att hon förstår spelet och spelar ganska bra, men har svårt att formulera sin kunskap genom de för henne "konstiga" frågorna.

### **7.1.5 Tjejen N– femte klass, spelar tillsammans med S**

N har svårt i med tiokompisar, de fyra räknesätten samt strategier. Hennes matematiktest är svårt att bedöma eftersom det mesta verkar vara gissningar, vilket bekräftas av specialpedagogen som har iakttagit henne under testet. Det är dessutom svårt att få en uppfattning om hennes attityd, som verkar neutral: varken positiv eller negativ. Hon tycker dock mycket om specialundervisningen och att lära sig nytt i matematik. Det som är tydligt är att hon har svårt att koncentrera sig. Hon bedömer det själv, det framgår av observationerna och pedagogen bekräftar: N störs av sin spelkamrat S som hon brukar arbeta med hos specialpedagogen. När hon spelar ensam, bekräftar hon dessutom att hon tycker mer om det. Intressemässigt är hon ganska neutralt inställd, med undantag för multiplikation. Detta räknesätt tycker hon inte alls om, enligt egen utsaga. Det framgår tydligt under spelintroduktionen då hon absolut inte vill prova på multiplikationsspelet, trots att S försöker övertyga henne till det och erbjuder henne sin hjälp. Hon är mycket positivt inställd gentemot spelet: hon vill mycket gärna spela det på sin fritid och tycker att spelet är roligare än vanlig undervisning.

Hon värderar sin förmåga i matematik som ganska låg, då hon känner sig ganska osäker på att förklara för andra och inte alls tycker om att göra det. Under introduktionen av matematikspelet reagerar hon negativt och mycket fysiskt när pedagogen introducerar matematiken i spelet. Hon vill absolut inte spela spel där matematiken (decimalsystemet) är tydligt. Hon visar däremot mer intresse för spel med positiva och negativa tal, vars matematik inte introduceras och vars annorlunda gränssnitt inte är uppenbart relaterad till matematik. Enligt loggen är spelet med negativa tal Få bort alla <10 det som hon spelade näst mest, 8 gånger av 31 spel. Ett annat spel som hon fastnar för är Inom repet <10 som hon spelar 16 gånger av 31, även det ett spel utan ett påtagligt decimalsystem. När N spelar ensam med pedagogen och har en lugnare arbetsmiljö, verkar hon lugnare för spelen hon tidigare haft svårt för. Hon kan utan reaktion även svara på pedagogens matematikrelaterade frågor. Det verkar således som hennes reaktion berott på flera osäkerhetsfaktorer: nytt läromedel, nya spel, stökig arbetsmiljö adderat med sin egen osäkerhet. I spelsammanhang visar hon större säkerhet när hon spelar ensam med pedagogen.

Men hon behöver pedagogens uppmaning till reflektion, annars verkar hon ha tendens att gissa. I intervjun berättar pedagogen att hon ganska sent i spelperioden upptäckte att N inte visste hur hon skulle spela och hittills hade gissat, en tendens som hon tidigare har visat ha i samband med test.

Hon verkar inte tycka särskild mycket om agenten. Efter att ha spelat en gång med agenten som tittar på, där hon behöver besvara frågor, vill hon inte spela den moden mer. Efter att sedan ha provat två gånger i den andra moden ” prova på och få ok”, där hon också behöver svara på frågor, dock färre och lättare sådana, blir resultatet att hon inte vill spela alls under resten av spelobservationen Loggdata bekräftar att det är endast under dessa tre spel som hon har tränat sin agent. Även datormoden verkar hon endast ha provat en gång. Hon spelade således själv i alla övriga 27 spel som loggen har registrerad. Hennes logg visar att hon inte har fått feedback av sitt eget spelande, eftersom hon inte har fått se sin agent spela själv, vilket kanske hade kunnat påverka hennes attityd. I enkäten påstår hon dock att frågorna är lätta ibland. Det kan vara att hon har svårt att koncentrera sig och reflektera, två handlingar hon, som tidigare påpekats, har svårt för.

#### **7.1.6 Tjejen S– femte klass, spelar tillsammans med N**

Även hennes matematiktest är svårt att bedöma, eftersom hon inte fullgjorde det. Av det som hon besvarade kan härledas att hon är svag i alla räknesätten och saknar insikt i de flesta strategier. Undantaget är att hon kan strategin för att känna igen jämna tiotal, dock endast genom addition.

Hon är ganska positivt inställd för att arbeta med matematik. Hon mår bra när hon tänker på ämnet, gillar specialundervisningen, tycker att matematik är varken lätt eller svårt, hon har lätt att koncentrera sig och hon älskar multiplikation. I intervjun berättar pedagogen däremot att S har svårt att komma till henne pga. social utsatthet. Dessutom har det varit svårt att planera spelsessionerna, vilka har gjort intrång på S vanliga aktiviteter. Detta har S inte gillat och det har resulterat i att hon endast har spelat i 46 minuter under en period av tre veckor enligt loggen, ganska litet i jämförelse med speltidsgenomsnittet för hela gruppen som är 1:52 och däribland tre elever har spelat i över två timmar. I spelsammanhang visar hon dessutom tecken på bekräftelsebehov, som när det inte uppfylls, urartar i allmän störning (nynnar, sjunger, pillar, tittar bort) vilket påverkar hennes och N:s koncentration. Men att hon älskar multiplikation framgår av hennes ständiga försök att starta ett multiplikationsspel under introduktionen. Konstigt nog är hon dock svag i multiplikation enligt hennes test. Av observationerna framgår att hon saknar tålmod och ständigt vill fort framåt, vilket pedagogen håller med om: hon pillar, trummar, titta omkring, avbryter pedagogens förklaringar till spelkamraten, mm. Hon är rastlös och ointresserad i spelet. När hon dessutom blir frustrerad att inte få tillfälle att spela multiplikationsspelet eller bestämma över spelmoden i ett annat spel, tappar hon helt intresset.



I intervjun berättar specialpedagogen att S tycker att matematikspelet är tråkigt. S tycker enligt attitydtestet att matematik allmänt är ganska tråkigt, vilket hon också tycker om matematikspelet enligt enkäten. Men å andra sidan vill hon mycket gärna spela spelet hemma. Menar hon då att spelet är tråkigt i specialpedagogikens sammanhang, där hon är utsatt men tillräckligt roligt och/eller intressant för att spela hemma, när ingen ser på? Enligt observationerna uppvisar hon dock förståelse för spel: ett exempel är Inom repet upp till 100 som hon säger vara tråkigt, men hon verkar förstå det och svarar korrekt på pedagogens spelrelaterade frågor. Loggen tyder att det kan stämma för detta spel under den första observationen. Eftersom S har spelat för kort tid, tre spelsessioner över tre veckor men en speltid av 28, 12 och slutligen 6 minuter, är det svårt att få en bild över hennes spelande. Att hon har spelat så få gånger och i så korta pass kan dock reflektera de påtalade svårigheterna med hennes tidsschema och hennes negativa attityd gentemot spelet.

Hon tycker endast lite om att förklara matematik för någon annan, men hon värderar sin förmåga att göra det ganska hög, medan hon i spelsammanhang bedömer sitt intresse och sin förmåga neutralt. Från observationerna finns dock en antydning att hon vill förklara och hjälpa spelkamraten.

När hon tränar sin agent och stoppar den för första gången, får hon ingen poäng för sitt eget val. Detta får henne att genast konkludera att agenten spelar bättre och att spelet igenom godkänna sin agent. En uppfattning som hon senare bekräftar i enkäten, trots att hon säger sig veta att det är hon som lär agenten att spela. Kanske att hennes attityd hade ändrats om hon hade fått se sin agent spela själv, vilket inte skedde enligt spelloggen.

## **7.2 Gruppattityd allmänt och i matematikspelet**

Analysen av intervjun med elevernas specialpedagog görs utifrån hennes perspektiv på elevernas attityd gentemot matematik, specialpedagogiken och matematikspelet. Intervjun analyseras även i kontexten av tidigare analys av testerna, enkäten, observationerna samt förstärks eller ifrågasätts av loggdata. Målet är att fördjupa helhetsbilden av elevernas situation.

### **7.2.1 Elevernas attityd gentemot matematik**

Kännetecknande för eleverna är att ingen tycker att matematik är roligt, det är däremot svårt och tråkigt. Pedagoggen använder orden ”de hatar” och ”de avskyr” matematik. Vissa elever jobbar på och vill gärna kunna matematik och förstå det, men de känner att matematik är svårt och tungt, vilket gör att det blir tråkigt till slut. Andra elever vill däremot att det ska gå fort och lätt. De äldre eleverna från sjunde klassen tycker också att matematik är mycket svårt, men de är mer medvetna om att matematik är schemalagt och att de måste arbeta med det.

Pedagogens iakttagelser stämmer överens med hur matematiktesterna har besvarats, då vissa har jobbat och funderat, medan andra inte har gjort klart eller hastat sig igenom testet och gissat.

### **7.2.2 Elevernas attityd gentemot matematikspelet**

Pedagogen upplever att eleverna tycker om matematikspelet. Det är den allmänna uppfattningen hos eleverna enligt enkäten, där fem av sex tycker att spelet är mycket roligare än vanlig undervisning. Dessutom vill alla, med undantag av L, gärna till mycket gärna spela matematikspelet hemma. Enligt pedagogen verkar en elev, S, dock ha bestämt sig för att matematikspelet inte är kul. Det är också hon som gav spelet en negativ bedömning i jämförelse med vanlig undervisning. Hennes attityd kan enligt pedagogen bero på att S är negativ inställd, då hon allmänt har det svårt: hon förstår inte och saknar tålamod för att stanna upp och förstå, hon vill däremot gärna att allt går fort utan eftertanke.

Överlag tycker specialpedagogen att det är jobbigt för eleverna att tänka till i spelet. Hon berättar att hon ofta behöver ställa frågor och uppmana eleverna till reflektion. Enligt henne vill eleverna att det ska gå fort och därför gissar, medan hon försöker bromsa upp dem för eftertanke. Av observationsanalysen framgår att vissa elever behöver specialpedagogens frågor och uppmaning till reflektion för att stanna upp, tänka efter och spela. Pedagoger tycker att agenten är bra och uppfattar det som att eleverna tycker att det är kul. Enkäten visar att fyra elever av sex tycker om att se sin agent tävla, vilket är en positiv bedömning av agentmoden. De två andra eleverna svarar neutralt resp. negativt. Detta kan bero på att de inte har sett sin agent tävla, utan endast har fått träna den. Av observationerna att döma har agenten orsakat blandade känslor: allt från oro till stort engagemang. Att ständigt avbrytas av agentens frågor tror pedagoger dock är jobbigt. Även om frågorna är relevanta och färre svarsalternativ ytterligare skulle främja gissningar, saknar eleverna tålamod för frågorna enligt henne. Det leder till att de gissar istället för att tänka efter, så att det går fort. Hon tror dessutom att det hade varit bättre att introducera spelet enskilt med varje elev och att ha styrt upp det mer för att de ska förstå poängen med matematikspelet och således undvika gissningar. Att eleverna verkar gissa och att de dessutom inte gör kopplingen till matematiken oroar henne. De ser t.ex. inte talen som representeras. Enkätsvaren visar ett blandat resultat som inte är mätbar. Loggen visar att eleverna genomsnittligt under en period av tre veckor har arbetat i 1:52 tim., vilket är för kort tid för att kunna fastställa läreffekter eller djupförståelse för spelet och/eller matematik. Hon tycker dessutom att eleverna endast arbetar med entalen, då de räknar rutorna och inte kopplar rutorna till spelbrädets enheter. Hon upplever detta som en nackdel, men påpekar att det kan vara hennes sätt som lärare som påverkar hennes omdöme. Av observationsanalysen verkar det dock som några elever reagerade fysiskt mycket starkt när de introduceras till spelbrädets enheter eller får frågor som är relaterade till tal, medan andra blev oroliga och rastlösa.

Det kan vara att pedagogen själv stressas av spelets otydliga koppling till matematik och därför själv gärna vill bli påmind om den.

Specialpedagogen önskar att det finns statistik som visar spelresultat, så att eleverna får feedback på sitt spelande, eftersom det är svårt att själv komma ihåg hur man har spelat. Under den tredje spelobservationen, då E och L spelar med spelutvecklaren och pedagogen själv intar positionen av observatör, märker hon att eleverna spelar och svarar bättre på agentens frågor. Utifrån hennes iakttagelse och hennes osäkerhet kring elevernas spelande och lärande, kan statistik således även hjälpa henne att överblicka elevernas utveckling. Statistik efterfrågades även av en elev under den första spelsessionen. Idén att ha statistik som en valbar funktion, uppskattas av pedagogen, eftersom det annars lätt får en negativ effekt på eleverna. Spelutvecklarens förslag att visa statistik över varje enskild elev utifrån sina egna spelförutsättningar, tycker hon är bra, eftersom det då visar om eleven valt det bästa kortet utifrån sina egna kort och inte i jämförelse med motspelarens kort.

Under spelsessionerna har hon iakttagit att eleverna inte samarbetar eller säger något alls när de spelar mot varandra, vilket också har framkommit av observationerna. När eleverna samspelar tycker pedagogen att det är bra när de spelar ”med” varandra, eftersom de hjälper varandra lite mer. Enligt henne kan elevernas attityd bero på situationen i den ordinära klassen, där eleverna är vana att arbeta individuellt och räkna i sina matematikböcker.

Att bedöma om matematikspelet är ett stöd i hennes arbete, anser hon är för tidigt att uttala sig om. Hon är osäker och kan ännu inte uttala sig om det, dock hoppas hon att eleverna med tiden kommer att bli bra med tiokompisarna. Hon hoppas att spelet även är bra för att träna negativa tal, multiplikation och division. Trots sin osäkerhet kan hon dock se att matematikspelet blir ett jättebra stöd om eleverna blir bekväma i spelet och förstår principerna.

### **7.3 Elevgruppens sociala kontext**

I denna analysdel analyseras pedagogens intervju, där hon huvudsakligen belyser elevernas attityd gentemot undervisningen hos henne. Analysen kompletteras respektive ställs emot övriga empirikällor. Målet är att ytterligare komplettera helhetsbilden av elevernas lärsituation.

#### **7.3.1 Elevernas attityd gentemot specialpedagogiken**

Utöver att matematik upplevs som svårt och tråkigt, innebär specialundervisningen en social utsatthet för eleverna enligt pedagogen. I synnerhet för tjejerna i femte klass är det känsligt, då de t.ex. kallas för namn av sina klasskamrater när de ska till specialpedagogen. Det medför att eleverna ibland vägrar att lämna klassen, att bli hämtade eller att prata med specialpedagogen utanför specialundervisningen, eftersom de skäms.

Det blir dessutom ett extra utpekande när eleverna hämtas från sina klasser, ett arbetssätt som specialpedagogen ställer sig tveksamt till. Att eleverna behöver lämna sina klasser skapar bilden av att de inte kan matematik, vilket gör att de tappar tron på sig själva och att de blir stämplade. Ibland arbetar dock specialpedagogen i klassen där hon hjälper alla elever, så att det blir mindre påtagligt att hon är där för eleverna med svårigheter. De äldre eleverna får dock mer bestämma över sin specialundervisning i samråd med pedagogen, så att de kan anpassa lektionen efter önskemål. Alla elever visar dock i enkäten att de är mycket positivt inställda till lektionerna hos specialpedagogen, även femteklassarna som är extra utsatta enligt pedagogen. Skillnaden mellan pedagogens uppfattning och elevernas kan bero på enkätfrågans formulering, på pedagogens närvaro under enkätstunden eller annat. Faktum är att frågan inte var ställd med tanken på den sociala pressen som specialundervisningen kan innebära.

Normalt får eleverna specialundervisning i matematik två gånger i veckan, istället för den ordinarie matematiklektionen. Olika omständigheter som bl.a. sjukdom, prao dagar och filmvisning samt tillfälliga kommunikationssvårigheter med lärarna har under undersökningsperioden försvårat planeringen av specialundervisningen och spelsessionerna. Enligt vanligt schema borde varje elev ha spelat 4:60 timmar, dvs. två gånger i veckan à 40 minuter i drygt tre veckor. Av spelloggen framgår att eleverna har spelat mycket mindre, mellan 2:20 timmar och 0:47 minuter. Omständigheterna kring spelsessionerna har inneburit att eleverna hämtats vid andra tillfällen än matematiklektionen, vilket har haft en negativ effekt på elevens vilja att följa med specialpedagogen. Dels kan det vara svårt att lämna en aktivitet som t.ex. filmvisning för att få specialundervisning i matematik, dels finns risken att eleverna kommer efter i andra ämnen. När S t.ex. inte ville lämna klassen pga. en pågående klassaktivitet, men övertygades till att följa med, resulterade det i att hon spelade matematikspelet i sex minuter enligt loggen, för att sedan gå tillbaka till sin klass. Denna negativa kontext kan ha påverkat S upplevelse av spelet negativt.

Specialpedagogen som har informerat rektorn och sina kollegor om spelprojektet samt informerat elevernas föräldrar om matematikspelet som läromedel, berättar att föräldrarnas reaktioner har varierat. Vissa föräldrar har accepterat ändringen i lektionens upplägg som läromedlet innebar ur vad som verkar vara desperation ("vad som helst, bara det hjälper"), medan andra har ifrågasatt ändringen pga. rädslan att ändringen skulle ske på bekostnad av elevernas lärande och att de ska "komma efter". Pedagogens berättar att hon har informerat ovanstående, dock inte visat spelet för dem. Hon bekräftar att hon själv inte är övertygad, vilket kan ha påverkat de övriga inblandade.

## **8 Rutiga Familjen i en ny lärmiljö**

Analysen visar att elever som upplever svårigheter i matematik befinner sig i en komplex lärsituation. Då matematikspelet är ett läromedel som integreras i denna komplexa lärsituation resulterar undersökningen i rekommendationer för spelets integration i denna miljö och för hur spelet kan anpassas till elevernas behov. Rekommendationerna utgår, i motsats till analysens indelning, från elevens övergripande sociala nätverk för att sedan fokusera på elevens attityd.

### **8.1 Elevens sociala nätverk**

Eleven ingår i en social kontext som påverkar elevens lärande och utveckling, vilket medför att det sociala nätverket bör ha en stödjande funktion för eleven.

#### **8.1.1 Nätverket i samarbete**

Oavsett orsakerna till elevens svårigheter i matematik, antyder analysen att eleven och därmed elevens attityd och utveckling kan påverkas av det sociala nätverket som den ingår i. Även om det individuella bejakas, är realiteten en annan. Verkligheten för eleven är att vilja tillhöra gruppen och inte vilja urskilja sig från den. Att då få extra undervisning i eller utanför klassen, markerar eleven som annorlunda. Eleven känner sig helt enkelt utpekad. För att underlätta situationen, behöver eleven få stöd från sitt sociala nätverk, där rektor, den ordinarie läraren, specialpedagogen och föräldrarna ingår. Känner eleven ingen trygghet och får specialpedagogen inget förtroende från elevens sociala nätverk, är pedagogiska läromedel som matematikspelet, svåra att integrera och får svårt att på längre sikt ge en positiv effekt. Elevens trygghet bör därför förstärkas genom att elevens nätverk samarbetar och stöder eleven. Matematikspelet bör därför introduceras för dem som ingår i elevens sociala nätverk. När ett förtroende för läromedlet har upprättats, underlättas arbetssituationen för eleven och specialpedagogen. När specialundervisning får fasta tider och spelet förankras i arbetet, kan arbetsro skapas och medföra trygghet för eleven. Specialpedagogen får då möjligheten att fokusera på eleven istället för att behöva övertyga föräldrar, lärare och slutligen eleven själv om att matematikspelet kan vara ett hjälpmedel i elevens utveckling.

Det är tydligt att eleverna tycker att matematikspelet är roligare än den vanliga undervisningen, vilket är en utveckling i positiv riktning, eftersom deras attityd gentemot matematik är ganska negativ. Det finns dock tendenser att eleverna kommer att välja bort läromedlet på sikt pga. nätverkets bristande insikt i spelet. På längre sikt kan detta förstärka elevernas negativa bekräftelsetendenser och bristande självförtroende, eftersom de kan uppfatta att ännu ett läromedel inte har kunnat hjälpa dem.

### **8.1.2 Nätverkets syn på matematikspelets potential**

Det första steget är att presentera matematikspelet för dem som ingår i elevens sociala nätverk och det andra steget är att betona att läromedlet i likhet med andra läromedel kräver tid för att ge resultat. Det är förståeligt att elevens nätverk är mån om att hitta en lösning som snabbt hjälper. Att tro att det finns lösningar som ger avkastning på kort tid, ökar bara elevens stress och prestationsångest. Att förstå matematik är en långsiktig process, saknar eleven dessutom motivation, lär processen bli ännu längre. Undersökningen visar att de flesta eleverna efter relativt kort speltid har en positiv attityd gentemot spelet som handlar om matematik, ett ämne som de flesta är negativt inställda till. Det är således angeläget att belysa vikten av elevens attityd för att gynna lärandet och spelets potential i detta avseende genom att lyfta fram det kortsiktiga resultatet som matematikspelet kan åstadkomma.

### **8.1.3 Nätverkets syn på pedagogiskt läromedel**

Dataspel kan uppfattas som negativt laddade av vissa grupper i det sociala nätverket, vilket inte gynnar det datoriserade matematikspelet. Kontrasten mellan spelet och det som anses vara ”riktig” matematik blir desto tydligare när situationen kring eleven är pressad och spelet lätt kan avfärdas som ”spel”. Det är därför viktigt att betona matematikspelets pedagogiska ansats.

### **8.1.4 Nätverkets syn på elevens samarbete**

Även om elever paras ihop under specialundervisningen för att optimera skolschemat, bör det noga övervägas om eleven ska spela matematikspelet tillsammans med en annan elev. Att utsätta eleven som redan är socialt markerad för en negativ spelsituation, kan påverka attitydutvecklingen och därmed elevens lärande ytterligare negativt: en elevs tävlingsinstinkt kan underminera en annans utveckling, en elevs osäkerhet kan smitta av sig på den andra, en elevs stökiga beteende kan distrahera den andra och en elevs lätthet kan bekräfta den andras hårda arbete negativt.

## **8.2 Elevens attityd**

Utöver sina lärsvårigheter har eleverna oftast en negativ attityd och värderar sin egen förmåga oftast mycket lågt, vilket dock kan påverkas av spelet positivt.

### **8.2.1 Matematikspelet utan matematik – specialpedagogen och agenten**

Trots att matematikspelet handlar om matematik är det inte uppenbart, vilket kan vara en fördel när eleven visar en negativ attityd gentemot matematik. Att de flesta eleverna i undersökningen tycker om matematikspelet, till den grad att de vill spela det på sin fritid, är en positiv utveckling. Eftersom tydliga hänvisningar till matematiken har visat sig ha negativa effekter, bör de inledningsvis undvikas.

Det bör även betonas när specialpedagogen introduceras till spelet. När eleven allteftersom blir mer bekväm i spelet, kan och bör matematiken gradvis introduceras av specialpedagogen. Detta innebär även att agentens frågor bör anpassas därefter. Spelets olika nivåer i övergången mellan den grafiska och den traditionella representationen kan tillämpas på agentens frågor. Tal kan därmed helt tas bort ur frågorna och ersättas av grafiska representationer, för att sedan gradvis gå över till traditionella representationer när den nivån väljs.

### **8.2.2 Elevens utveckling i spelet**

Utöver att vara socialt utpekad har eleven dessutom en negativ attityd gentemot matematik och är mycket osäker i sin egen förmåga. Eleven kan dessutom tendera att bekräfta sig själv negativt. Eleven behöver således stöd för att ändra sin attityd, fördjupa sin insikt och förstärka sin tro på den egna förmågan, så att lärandet gynnas. Eleven behöver hjälp att överblicka sin utveckling istället för att fastna i en specifik situation som uppfattas som ett misslyckande. Ett sätt är att visualisera elevens utveckling i sitt spelande. Det kan fungera som underlag till specialpedagogens utvecklingssamtal med den enskilda eleven, men även till samtalen med elevens föräldrar och lärare. Eleven får då överblick över sin utveckling, medan specialpedagogen, föräldrarna och lärarna får ett konkret verktyg i sitt stöd för eleven.

### **8.2.3 Agentens uppmuntran**

För eleven som är mycket osäker i sin förmåga, är en nyvunnen säkerhet, hur liten den än är, mycket bräcklig. Ett vunnet spelparti kan stimulera eleven till den graden att eleven vågar lita på sitt omdöme och föreslå sin agent ett annat kort, medan en utebliven guldstjärna kan leda till ökad osäkerhet. Det krävs mycket för att bygga upp elevens säkerhet, medan det krävs ganska litet för att intetgöra den. Ett sätt är att låta agenten uppmuntra eleven trots att eleven har föreslagit ett sämre kort och därmed vända känslan av misslyckande till en positiv upplevelse. Eftersom observationerna har lett till antagandet att osäkra elever hellre spelar med varandra, kan agentens uppmuntran ta vara på detta och påpeka att agenten och eleven samarbetar för att vinna. På detta sätt undviker eleven att känna sig utsatt. Det blir dessutom tydligare att även agentens val inte alltid leder till poäng.

### **8.2.4 Agentens kunskapsnivå**

En elev med låg självvärdering och negativa bekräftelsetendenser kan dessutom felaktigt övertyga sig själv att agenten vet bättre, när de själva misslyckas att välja ett bättre kort än agentens. För att undvika denna negativa bekräftelse kan agentens kunskapsnivå synliggöras för eleven. Då blir det tydligare för eleven att agenten börjar på lägsta kunskapsnivå och att den har potential att lära sig.

Det kan dessutom fungera som visuell feedback av elevens arbete med sin agent och som underlag för samtal med eleven, lärarna och föräldrarna.

### **8.2.5 Agentens feedback**

När eleven har lärt upp sin agent är det viktigt att eleven även erfar hur agenten spelar. Dels stödjer det elevens förståelse för agentens roll som elev. Dels kan det skapa insikten att agentens prestationer är beroende av eleven och således fungera som stimulans för elevens spelande. Det finns risk att eleven tappar intresse för agentmoden och väljer bort den utan att ha fått feedback på sitt arbete med agenten. Det bör därför säkerställas att eleven får se sin agent spela. Ett alternativ är att agenten själv föreslår att spela själv när den har nått en viss kunskapsnivå. Eleven kan dessutom uppleva agentens förslag som positivt, då det synliggör agentens och därmed elevens utveckling.

### **8.2.6 Reflektion, förklaringar och frågor**

Att allmänt reflektera över sitt agerande och i synnerhet över sitt spelande är svårt. Att dessutom artikulera sin reflektion för sig själv och för andra är ännu svårare. Har elever svårigheter i ämnet samtidigt som de uttryckligen inte gillar att förklara för andra och känner sig mycket osäkra i att göra det, som det framkommer ur analysen, blir det inte enklare. Att reflektera samt att kunna förklara är dock nödvändigt för lärandet. I matematikspelet finns sätt att undvika reflektion och förklaringar på, genom att t.ex. godkänna agentens kort hela spelet igenom. Eleven bör uppmuntras till reflektion även när agentens kort godkänns, genom att låta eleven förklara för agenten varför agentens kort är ett bra val. Eftersom det finns indikationer att agentens frågor bryter elevens spelande och kan leda till ointresse att besvara dessa korrekt, kan frågorna minska i intensitet. Agenten kan t.ex. ställa frågor vid mer strategiska eller avgörande drag istället för som nu vid varje kortdrag. Ett annat sätt att undvika reflektion på, är genom gissning. Gissningar kan dock ha olika grunder. De kan t.ex. vara elevens första steg i sin utforskning av matematikspelet eller vara elevens intuitivitet i spelet som felaktigt uppfattas som gissning. Även om gissningarna i sig inte är fel, och gissningstaktiken på längre sikt inte leder till bättre spelresultat, finns det dock risk att eleven inte gör den reflektionen och snarare åter bekräftar sig själv negativt. Specialpedagogen spelar en viktig roll i att uppmärksamma denna tendens samtidigt som eleven behöver överblicka sitt spelande för att bryta denna negativa utveckling. Eleven kan även undvika att behöva förklara sig, genom att systematiskt välja att spela mot den andra parten. Det bör dock poängteras att det inte betyder att alla elever som väljer att spela i ”mot” moden, gör det av denna anledning. Återigen behöver specialpedagogen vara uppmärksam på orsakerna till elevens val och uppmuntra eleven att blanda de olika modena.



### **8.2.7 Angående elevens statistik och agentens kunskapsnivå**

Förslagen kring statistikliknande feedback över elevens spelande och agentens kunskapsnivå, bör vara optioner och inte visas i spelet per automatik. Eftersom eleven redan kan känna sig utsatt i sin lärsituation, kan en ”offentlig” feedback ha en negativ påverkan på eleven.

## **9 Diskussion**

Utifrån ett relationellt, ekologiskt eller sociokulturellt perspektiv bör elevernas sociala kontext vara betydelsefullt för elevernas utveckling. En kontext som i undersökningen har visat sig vara komplex pga. de inblandade aktörerna och deras olika uppfattningar, viljor, tidsscheman, stress och krav. Denna kontext har även visat sig kunna ha negativ påverkan pga. dessa olikheter och den sociala utpekningen, vilket ökar elevernas osäkerhet, ovilja och stress.

Adlers (2007, s. 37-46) teorier kring matematiksvårigheternas bidragande orsak i form av negativa känslor och självbekräftelser samt Sjöbergs (2006, s. 106) teser kring matematikstress, faktorer som påverkar både motivationen och lärandet negativt, är återkommande hos de elever som observerades. Utöver sina svagheter i ämnet, har eleverna framförallt en negativ attityd och låg självvärdering, som oftast är självbekräftande och undergräver det egna lärandet.

Utifrån ett socialkonstruktivistiskt och sociokulturellt perspektiv bör dialogen och samspelet kring spelandet främja eleverna i sin förståelse. I spelsammanhang påverkades dialogen och samspelet negativt av olika faktorer. Dels påverkades eleverna av observatörens närvaro, dels blev de individuella skillnader i elevernas karaktär påfrestande för vissa, dels mättes den egna självvärderingen mot den andras tillfälliga positiva prestationer och dels gömde den ena sin osäkerhet bakom den andras tävlingsanda. Att automatiskt låta eleverna spela i par för att främja samspelet, dialogen och därmed lärandet är således inte självklart och kan avvägas mot fördelarna som arbetsro, koncentration och individuella pedagogiska insatser kan medföra för eleven.

Utifrån Unenge, Sandahl och Wyndhans (1994, s. 112-114) tes om att ett för tidigt införande av traditionella matematiska symboler kan försvåra elevens utveckling i matematik och utifrån den sociokulturella tesen om mediering och svårigheten att förstå matematikens språk, bör eleverna med matematiksvårigheter gynnas av matematikspelets grafiska representation. Utan att kunna mäta dess effekt på elevens förståelse och lärande, har representationen vållat reaktioner från pedagogens och elevernas sida. Där spelet har som mål att tona ner matematiken i spelet var pedagogens mål att framhäva matematiken i det, vilket ledde till negativa reaktioner från eleverna. Detta kan bekräfta att eleverna har svårt med den traditionella representationen medan pedagogen pga. sin traditionella syn gärna betonar den.

Matematikspelets lärande agent som mentor, som motiverar eleverna i sitt spelande och sin utveckling samt hjälper eleverna i sin förståelse och sitt reflektiva tänkande, behöver stärkas i sin roll för att leda till ökad motivation. För att spelets teori om learning-by-guiding ska kunna hjälpa eleverna i sitt reflektiva tänkande behöver agentens frågor därför vara stimulerande genom strategisk placering och grafisk anpassning.

Även spelets teoretiska ansats av learning-by-teaching kombinerad med learning-by-observation, som enligt studier kan ha positiva effekter på lärandet, bör stärkas genom framförallt sin återkoppling till elevernas spelande. Genom att garantera feedback genom observation av agentens spelande, kan således elevernas engagemang i agentens spelförmåga och därmed i sin egen stimuleras.

Trots matematikspelets stöd till eleverna i sitt tänkande, abstraktionsförmåga och lärande genom bl.a. poängfunktion, frågor, svarsalternativ, observationsmode, dialogfrämjande upplägg, är spelets utforskande ansats inte garanterad lämplig för alla. Det visade sig att vissa elever behöver mer styrning utifrån för att stanna upp och reflektera.

## **9.1 Resultatens betydelse**

Undersökningens korta spelperiod av tre veckor i kombination med komplexiteten av elevernas lärsituation, gör det olämpligt att dra slutsatser om matematikspelets effekt. Det finns en försiktig antydning att matematikspelet har potential att påverka attityden positivt hos elever med svårigheter i matematik. Genom att vara positivt inställda gentemot spelet och vilja spela det på sin fritid, kan det på längre sikt innebära att eleven även ändrar sin attityd gentemot matematik. Det är dock en spekulation, eftersom den positiva attityden kan bero på spelets nyhetsvärde, som antagligen med tiden avtar. Undersökningen genomfördes över en relativ kort period mot en liten grupp elever, vilket innebär att resultaten inte är kvantifierbara och generaliserande. Däremot har undersökningen kunnat ge en inblick i den komplexa situationen som elever med matematiksvårigheter befinner sig i.

## **9.2 Reflektioner kring resultaten och dess tolkning**

Metoden och tillvägagångssättet medför att jag som observatör var nära den verklighet som jag undersöker. Det innebär att jag genom mitt deltagande kan ha påverkat resultatet. Specialpedagogen bekräftar att min närvaro påverkade eleverna som blev något tystare i sitt samarbete och sin dialogföring. Jag tror dock att flera faktorer kan ha bidragit till tystheten: situationens allvar, då eleverna deltog i ett projekt, elevernas naturliga blygsamhet inför främmande och videokameran samt spelmoden ”mot”, som visade sig uppfattas som hämmande för samarbete.

Mitt nära förhållande till situationen kan som Holme och Solvang (1997, s. 82-83) påpekar, dock även ha varit en bra grund för relevanta tolkningar.

Att specialpedagogen var både kontaktperson och aktiv aktör har haft fördelar, bl.a. för att förstå oklara situationer. Specialpedagogens centrala position betyder dock inte att hennes åsikter fick högre status än övrig empiri i analysen. Eftersom detta arbete inte handlar om att finna sanningar men förståelse, behandlades intervjun därför som kompletterande och ifrågasättande empiri till övrigt material. Eftersom undersökningen fokuserar på en komplex situation som låter sig tolkas olika, leder det till diskrepans framförallt mellan specialpedagogens uppfattning och min egen. Även om det är känsligt att som utomstående uttala sig om en situation, kan jag tack vare min obundenhet till den, överblicka den från ett annat perspektiv. Därmed inte sagt att mitt perspektiv är det sanna, endast ett annat. Det innebär att min tolkning mynnar ut i rekommendationer. Även om en del av empirin kan kvantifieras och representeras i statistisk form, kan den fortfarande tolkas på olika sätt och inte nödvändigtvis vara garant för rätt tolkning.

## **10 Slutsatser**

Matematikspelet *Räkna med Rutiga Familjen* är inget läromedel som utan vidare kan införas i undervisningen som stöder elever med matematiksvårigheter. Studien visar att elevens situation är mångfacetterad och att det krävs ett helhetsperspektiv på situationen för att integrera matematikspelet i den. Samtidigt visar studien att elevens situation är individuell och att det därmed även krävs ett individuellt perspektiv. Komplexiteten av elevens situation, där fokus ligger på elevens svårigheter i matematik, men där framförallt dessa svårigheter växelverkar med sociala faktorer, elevens egen attityd och självvärdering, kräver att en stadig grund skapas innan matematikspelet införs.

Ett stabilt fundament bör därför läggas i elevens sociala miljö, eftersom det sociala nätverket påverkar elevens attityd, utveckling och lärande. För att således främja nätverkets samverkan och stödjande funktion i elevens utveckling, är det grundläggande att introducera matematikspelet för detta nätverk, att bygga upp dess förtroende för spelet som pedagogiskt läromedel samt att underlätta dess insikt i spelets potential att kortsiktigt kunna påverka elevens attityd positivt och att långsiktigt kunna ge positiva resultat.

Fundamenten hos elevens specialpedagog, som ingår i det sociala nätverket, bör förstärkas ytterligare. Eftersom matematik kan vara negativt laddad för eleven, bör vikten av spelets otydliga koppling till ämnet diskuteras med elevens specialpedagog. Det är angeläget att pedagogerna dessutom till en början undviker att lyfta fram matematiken i spelet och att använda matematikspråk. Utifrån elevens karaktär och individuella behov bör även avvägas om eleven ska spela individuellt eller i par och i så fall noga välja ut en lämplig spelkamrat. Eftersom eleven kan utveckla spelstrategier för att undvika reflektion och förklaringar, två nödvändiga steg för elevens lärande, bör specialpedagogen uppmanas att uppmärksamma elevens spelattityd och val av spelmode.

En stabil bas bör även läggas hos eleven själv genom att anpassa matematikspelet. Kopplingen till matematiken, som kan uppfattas negativt, bör därför ytterligare döljas genom att presentera spelagentens multiple-choice frågor och svar grafiskt. För att motverka elevens eventuella negativa attityd och negativa självbekräftelsetendenser, bör elevens utveckling i spelet visualiseras, samtidigt som även agentens kunskapsnivå och utveckling bör åskådliggöras. Med tanke på elevens individuella behov bör dock dessa visualiseringar vara en option, medan tillgång till informationen om elevens utveckling samtidigt kan vara ett verktyg för specialpedagogen i sitt arbete och för resten av elevens sociala nätverk i sitt stöd för eleven. För att vidare stimulera eleven i sitt spelande och lärande bör agentens uppmuntran vid negativa spelupplevelser vara mer uttalad och agentens feedback till eleven bör garanteras. Samtidigt bör agentens frågor vara färre och placeras mer strategiskt, för att underlätta och uppmuntra eleven i sin reflektion och sitt förklarande.

Avslutningsvis kan tilläggas att undersökningen har uppnått sitt mål och lett till rekommendationer för matematikspelets integrering i undervisningen av elever med matematiksvårigheter och anpassning till elevernas behov. Situationens komplexitet och undersökningens tidsbegränsning inskränker dock möjligheten att göra en fördjupad analys av elevernas situation. Det är dock tydligt att de olika dimensionerna som elevens attityd, self-efficacy, sociala miljö och elevens svårigheter i matematik står i nära relation till varandra och att dessa olika aspekter dessutom varierar eleverna emellan. Det innebär att elevens situation är ganska individuell och att rekommendationerna därför snarare utgår från uppmärksammande företeelser i elevens personliga situation än från gruppens. Detta arbete verkar endast ha nuddat komplexiteten vid dess yta. Även om situationen antagligen är mer komplex än det som redan framkommit, uppfyller arbetet därmed även sitt syfte att väcka intresse för elevernas situation, att vara en bas för vidare utveckling av spelet och framförallt att vara en grund för vidare forskning.

## **11 Rekommendationer till fortsatt arbete**

En längre undersökningsperiod kan gagna insikten i elevernas situation. Dock kan även ett annorlunda angreppssätt vara lämpligt. Eftersom analys av empirin under insamlingens gång ger upphov till tolkningar redan under arbetet, vore det lägligt att längre in i undersökningen delta mer aktivt. Alltså, att utifrån sina tolkningar från empirin, aktivt medverka i situationen, att spela med och att samtala med eleverna, eftersom varken tester, enkäter eller speldata kan återge elevernas uppfattning helt. Även kvantifierbar data från t.ex. matematikspelets logg kan ge värdefull in- och överblick för forskaren som intresserar sig i den enskildes eller i gruppens spelutveckling. Slutligen bör det inför framtida arbete med elever finnas en installationsmanual tillgänglig, för att underlätta nedladdning av matematikspelet i hemmiljön och stödja elevernas initiala iver.

## Källförteckning

- Adler, Björn (2007). *Dyskalkuli & Matematik*. Malmö: Nationella Utbildningsförlaget Sverige.
- Aspers, Patrik (2007). *Etnografiska metoder*. Malmö: Liber AB.
- Backman, Jarl (2008). *Rapporter och uppsatser. 2.*, rev. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Bandura, Albert (1997). *Self-efficacy: the exercise of control*. New York: W.H. Freeman.
- Baylor, Amy L. & Ebbers, Suzanne J. (2003). *The pedagogical agent split-persona effect: When two agents are better than one*. [Elektronisk] Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003, Norfolk, VA: AACE. S. 459-462. Tillgänglig: < [http://mailer.fsu.edu/~abaylor/PDF/split\\_edmedia.pdf](http://mailer.fsu.edu/~abaylor/PDF/split_edmedia.pdf) > [2009-01-12].
- Baylor, Amy L. & Kim, Yanghee (2003). *Validating pedagogical agent roles: Expert, motivator, and mentor*. [Elektronisk] Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2003 Norfolk, VA: AACE. S 463-466. Tillgänglig: < [http://mailer.fsu.edu/~abaylor/PDF/validate\\_edmedia.pdf](http://mailer.fsu.edu/~abaylor/PDF/validate_edmedia.pdf) > [2009-01-12].
- Baylor, Amy L. & Kim, Yanghee (2005). Simulating Instructional roles through pedagogical agents. [Elektronisk] *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol.15:2, p. 95-115. Tillgänglig: < [http://ihelp.usask.ca/iaied/ijaied/members05/archive/Vol\\_15/Baylor/Baylor05.pdf](http://ihelp.usask.ca/iaied/ijaied/members05/archive/Vol_15/Baylor/Baylor05.pdf) > [2009-01-12].
- Blair, Kristen et al. (2007). Pedagogical agents for learning by teaching: Teachable agents. [Elektronisk] *Educational technology*, vol.47:1, p. 56-61. Tillgänglig: < [http://aaalab.stanford.edu/papers/Teachable\\_Agent\\_Lite.pdf](http://aaalab.stanford.edu/papers/Teachable_Agent_Lite.pdf) > [2009-04-12].
- CFL (Nationellt Centrum för flexibelt lärande) / lärstilar och lärstilsteorier (senast uppdaterad 2007-08-27). [Elektronisk]. Stockholm: CFL. Tillgänglig: < <http://www.resurs.folkbildning.net/cfl-webbplats/larstilar.cfl.se/defaultedea.html?sid=1422> > [2009-03-19].
- Dewey, John (1998) *Individ, skola och samhälle: pedagogiska texter av John Dewey*; urval, inledning och kommentarer av Sven G. Hartman och Ulf P. Lundgren, översättning av Ros Mari Hartman och Sven G. Hartman (red.), 3. uppl. Stockholm: Natur och kultur.
- Egidius, Henry (2003). *Pedagogik för 2000-talet*. Stockholm: Natur och kultur.
- Emanuelsson, Ingemar, Persson, Bengt & Rosenqvist, Jerry (2001). Forskning inom det specialpedagogiska området – en kunskapsöversikt. [Elektronisk]. *Skolverkets monografiserie*. Tillgänglig: < <http://www.skolverket.se> > [2009-03-19].
- Engström, Arne (1998). Piagets genetiska epistemologi. | Arne Engström (red.), *Matematik och reflektion*. Lund: Studentlitteratur. S. 82-96.

- Gulz, Agneta & Haake, Magnus (2005). *Social and visual style in virtual pedagogical agents*. [Elektronisk] Workshop Proceedings: Adapting the Interaction Style to Affective Factors. 10th International Conference on User Modelling (UM'05) July 24-29, 2005, Edinburgh, Scotland. Tillgänglig: <[http://wwwold.eat.lth.se/Personal/Magnus/publications/procWS\\_UM\\_2005.pdf](http://wwwold.eat.lth.se/Personal/Magnus/publications/procWS_UM_2005.pdf)> [2008-10-06].
- Hedén, Rolf (2000). Social konstruktivism i elementär aritmetik: Kan elever i år 2-5 göra skriftliga beräkningar utan de traditionella uppställningarna? Högskolan Dalarna, Kultur och Lärande. (rapport 2000:1).
- Heikkilä, Mia & Sahlström, Fritjof (2003). Om användning av videoinspelning i fältarbete. *Pedagogisk forskning i Sverige*, årg. 8, nr 1-2, s. 24-41.
- Holme, Idar Magne & Solvang, Bernt Krohn (1997). *Forskningsmetodik : om kvalitativa och kvantitativa metoder*. 2., [rev. och utök.] uppl.. Lund: Studentlitteratur.
- Kullberg, Birgitta (2004). *Etnografi i klassrummet*. 2. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Magne, Olof (2003). Fem föredrag om Den Nya Undervisningen för elever med särskilda utbildningsbehov I Matematik. Norge, Klepp Stasjon: Info Vest Forlag.
- Malmer, Gudrun (2002). Bra Matematik för alla: nödvändig för elever med inlärningssvårigheter. 2. uppl. Lund: Studentlitteratur.
- Moreno, Roxana (2005). Multimedia learning with animated pedagogical agents. | Richard Mayer (red.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press. S. 507-524.
- Nationalencyklopedin / aritmetik (senast uppdaterad 2009). [Elektronisk]. Malmö: Nationalencyklopedin. Tillgänglig:<<http://ne.se/aritmetik>> [2009-05-19].
- Okita, Sandra Y. & Schwartz, Daniel L. (2006). *When observation beats doing: Learning by teaching*. 7th International Conference on Learning Sciences, 2006, Bloomington, Indiana. . [Elektronisk]. Tillgänglig: <[http://faculty.tc.columbia.edu/upload/so2269/Okita\\_observation\\_doing.pdf](http://faculty.tc.columbia.edu/upload/so2269/Okita_observation_doing.pdf)> [2009-03-19].
- Pareto, Lena (2004). The Squares Family: A game and story based microworld for understanding arithmetic concepts designed to attract girls. | L. Cantoni & C. McLoughlin (red.), Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2004, Chesapeake, VA: AACE. S. 1567-1574.
- Pareto, Lena (2005). *Understanding arithmetic by graphical representations: a model designed for learners with dyscalculia*. 7th international ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, 2005 Baltimore, USA.
- Pareto, Lena (2008). *Räkna med Rutiga Familjen: lärarhandledning*. [Elektronisk]. Tillgänglig:< <http://rutigafamiljen.se> > [20090306].
- Pareto, Lena (2009). *Räkna med Rutiga Familjen: matematikspelet*. [Elektronisk]. Tillgänglig: < <http://rutigafamiljen.se> > [20090306].

- Pareto, Lena (2009). *Teachable Agents that Learn by Observing Game Playing Behavior*. Submitted to Workshop on Intelligent Educational Games at the 14th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED), July 6-10, 2009.
- Pareto, Lena, Schwartz, Daniel.L, & Svensson, Lars (2009). *Learning by Guiding a Teachable Agent to Play an Educational Game*. To appear in Proceedings of the International Conference on Artificial Intelligence in Education, July 6-10, 2009.
- Pramling Samuelsson, Ingrid & Lindahl, Marita (1999). *Att förstå det lilla barnets värld – med videons hjälp*. Stockholm: Liber AB.
- Regeringskansliet (2009). *125 miljoner till matematik, naturvetenskap och teknik. Pressmeddelande*. [Elektronisk]. Stockholm: Regeringskansliet. Tillgänglig: < <http://www.regeringen.se/sb/d/11248/a/121041> >[2009-02-23].
- Regeringskansliet (2009). Presentationsmaterial om satsningen. Matematik, naturvetenskap och teknik. Så ska flera nå målen.[Elektronisk]. Stockholm: Utbildningsdepartementet. Tillgänglig: < <http://www.regeringen.se/content/1/c6/12/10/41/789a3ac1.pdf> > [2009-02-23].
- Reisberg, Daniel (2007). *Cognition. Exploring the science of the mind*. 3 ed. New York. Norton.
- Reys, Barbara J. & Reys, Robert E. (1995). Perspektiv på number sense och taluppfattning; översättning av Gunilla Svensson och bearbetning av Göran Emanuelsson. [Elektronisk]. *Nämnamnaren* Årg 22 Nr 1, s. 28-33. Tillgänglig: < [http://ncm.gu.se/media/namnaren/fulltextpdf/1995/nr\\_1/2833\\_95\\_1.pdf](http://ncm.gu.se/media/namnaren/fulltextpdf/1995/nr_1/2833_95_1.pdf) >[2009-04-21].
- Sjöberg, Gunnar (2006). Om det inte är dyskalkyli – vad är det då? En multimetodstudie av eleven i matematikproblem ur ett longitudinellt perspektiv. Diss., Umeå universitet.
- Skolverket / IT för pedagoger (senast uppdaterad 2009-02-11). [Elektronisk]. Stockholm: Skolverket. Tillgänglig: < [http://itforpedagoger.skolverket.se/teman/matematik\\_it/](http://itforpedagoger.skolverket.se/teman/matematik_it/) > [2009-02-24].
- Skolverket (2009). Skolverkets bild av utvecklingen av kunskapsresultaten i grundskolan och av elevers studiemiljö – redovisning av uppdrag att utarbeta ett sammanfattande underlag avseende utvecklingen av kunskapsresultaten i grundskolan. [Elektronisk]. Stockholm: Skolverket. Tillgänglig: < <http://www.skolverket.se/publikationer?id=2154> > [2009-02-23].
- Säljö, Roger (2000). *Lärande i praktiken. Ett sociokulturellt perspektiv*. Stockholm: Norstedts Akademiska Förlag.
- Taylor, J. Steven & Bogdan, Robert (1998). *Introduction to qualitative research methods*. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.
- Unenge, Jan, Sandahl, Anita & Wyndhman, Jan (1994). *Lära matematik*. Lund:Studentlitteratur.
- Williams, Pia, Sheridan, Sonja & Pramling Samuelsson, Ingrid (2000). *Barns samlärande: en forskningsöversikt*. Stockholm: Statens skolverk: Liber.

## A Attitydtest

Nummer (får du av läraren): \_\_\_\_\_ Flicka  Pojke

Tidsåtgång: _____ min (fylls i av läraren)
--

### DEL I

1) Hur känner du dig på morgonen om du tänker på att du ska ha matte i skolan?

det känns inte  
alls bra |-----| det känns  
mycket bra

2) Har du lätt att koncentrera dig när du arbetar med matte?

inte alls lätt |-----| mycket lätt

3) Hur tycker du det är när du får lära dig något nytt i matte?

inte alls roligt |-----| mycket roligt

4) Tycker du att matte är ett lätt eller svårt ämne?

mycket svårt |-----| mycket lätt

5) Hur brukar du känna dig om du ska förklara för en kamrat hur du har löst en matteuppgift.

mycket osäker |-----| mycket säker

6) Tycker du om att få förklara för någon annan hur du löst en matteuppgift?

tycker inte alls  
om det |-----| tycker mycket  
om det

7) Tycker du att matte är tråkigt eller roligt?

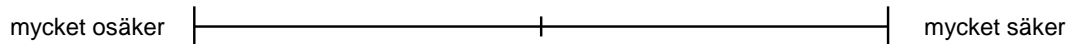
jättråkigt |-----| jätteroligt

8) Vad tycker du är roligast (eller minst tråkigt) i matte?



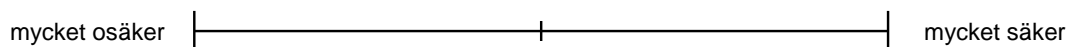
**DEL II**

- 9) Hur säker känner du dig på att du kan avgöra om  $342 + 268$  blir ett jämnt hundratal?



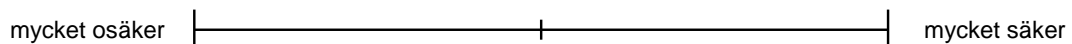
- 10) Hur säker känner du dig på att du kan skriva de tre talen nedan med ord?  
(Exempel: 57 skrivs som *femtiosju*)

1403            3007            10040



- 11) Hur säker känner du dig på att du kan räkna ut matteproblemet nedan (utan miniräknare)?

Du har **6804** kronor. Du betalar **10** kronor. Hur många kronor har du kvar?



- 12) Vilka slags matteuppgifter gillar du mest och minst av dessa? Dra streck från frågorna till kryssen under!

Uppgifter om klockan	Uppgifter med plus	Geometriuppgifter	Uppgifter med minus
T.ex. "Klockan är tio över sju. Hur mycket är klockan sen, när det först gått en kvart och därefter en kvart till?"	T.ex. "Hitta på tal där summan blir 775"	T.ex: "Rita en stor kvadrat med en mindre triangel i uppe i högra hörnet och i triangeln en ännu mindre cirkel"	T.ex. "Hitta på tal där skillnaden blir 99"

X \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ X

Gillar minst                      Gillar näst minst                      Gillar näst mest                      Gillar mest

*Tack för att du hjälpte oss med detta!*

## B Matematiktest

Nummer (får du av läraren): \_\_\_\_\_ Flicka  Pojke

Tidsåtgång:

\_\_\_\_\_ min

(fylls i av läraren)

### DEL III

- 1)
- |                 | Du har: | Du får: | Sedan har du: |
|-----------------|---------|---------|---------------|
| <i>Exempel:</i> | 57 kr   | 6 kr    | 63 kr         |
| a)              | 212 kr  | 13 kr   | _____ kr      |
| b)              | 1592 kr | 19 kr   | _____ kr      |
| c)              | 2947 kr | 100 kr  | _____ kr      |

- 2)
- |                 | Du har: | Du betalar: | Sedan har du: |
|-----------------|---------|-------------|---------------|
| <i>Exempel:</i> | 356 kr  | 2 kr        | 354 kr        |
| a)              | 2100 kr | 1 kr        | _____ kr      |
| b)              | 6804 kr | 200 kr      | _____ kr      |
| c)              | 5125 kr | 1030 kr     | _____ kr      |

- 3) Blir summan ett helt tiotal (= slutar på 0)?

*Tips: Du behöver inte räkna ut summorna!*

**36+346**     ja     nej                      **36+364**     ja     nej

**436+874**     ja     nej                      **869+231**     ja     nej

**7835+2165**     ja     nej                      **5792+5208**     ja     nej

- 4) Vilken av summorna på raden blir störst? Ringa in den!

*Tips: Du behöver inte räkna ut summorna!*

a)                      **47 + 13**                      eller                      **52 + 67**

b)                      **28 + 64**                      eller                      **52 + 35**

c)                      **345 + 12 + 1090**                      eller                      **72 + 2025 + 899**

e)                      **3235 + 129 + 74**                      eller                      **897 + 29 + 3145**

5) Blir skillnaden ett helt tiotal (= slutar på 0)?

*Tips: Du behöver inte räkna ut skillnaderna!*

- |       |  |       |  |
|-------|--|-------|--|
| 47–13 | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | 52–22 | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |
| 84–64 | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | 72–35 | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |
| 66–29 | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | 67–66 | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |

6) Vilken av skillnaderna på raden blir störst? Ringa in!

- |    |             |       |             |
|----|-------------|-------|-------------|
| a) | 47–13       | eller | 67–52       |
| b) | 64–28       | eller | 72–35       |
| c) | 1090–345–12 | eller | 2025–72–899 |

7) Du har 2 tiokronor och 6 enkronor, och köper en glass för 14 kronor. Hur mycket har du kvar sen? Kryssa i alla svar som är möjliga!

- 2 tiokronor och 2 enkronor
- 1 tiokrona och 2 enkronor
- 1 tiokrona och 4 enkronor
- 12 enkronor

Kan fler än ett svar vara rätt?  ja  nej

Varför? \_\_\_\_\_

8) Du har talet 47. Blir resultatet **ett jämt 10-tal** (slutar på 0) om du

- |                     |  |                    |  |
|---------------------|--|--------------------|--|
| a) lägger till 3?   | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | b) lägger till 37? | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |
| b) tar bort 7?      | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | d) lägger till –3? | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |
| e) lägger till –17? | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | f) tar bort –33?   | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |

Om du istället har talet 164. Blir resultatet **ett jämt 100-tal** (slutar på 00) om du

- |                     |  |                     |  |
|---------------------|--|---------------------|--|
| a) lägger till 46?  | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | b) lägger till –64? | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |
| b) tar bort 24?     | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | d) lägger till 36?  | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |
| e) lägger till –36? | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej | f) tar bort –36?    | <input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nej |

- 9) För att kunna leka affär i skogen, hittade några barn på **naturpengar** för att betyda ental, tiotal, hundratal och tusental. De använde stenar, kottar, svampar och löv.

Om



- a) Vad betyder då



Svar: \_\_\_\_\_

- b) Axel har **2** kottar och **6** stenar. Han handlar i naturaffären för **48** naturpengar.

Vad ska han betala med? \_\_\_\_\_

Vad ska han då få tillbaka? \_\_\_\_\_

- c) Barnen ordnade också en bank, där man kan växla naturpengar (som i en vanlig bank)

Hur många stenar får man för en kotte? \_\_\_\_\_

Hur många löv behöver man för att växla till en svamp? \_\_\_\_\_

- d) Anna vill kunna handla dyra saker i naturaffären, och försöker vara smart.

Vad är mest värt att leta efter: stenar, kottar, svampar eller löv? \_\_\_\_\_

Vad är minst värt att leta efter (stenar, kottar, svampar eller löv)? \_\_\_\_\_

10) Är  $3 \cdot 8$  samma sak som

att lägga till **8** tre gånger?  ja  nej

att lägga **3** till **8**?  ja  nej

att lägga till **3** åtta gånger?  ja  nej

$3+3+3$ ?  ja  nej

$8+8+8$ ?  ja  nej

$3+3+3+3+3+3+3+3$ ?  ja  nej

$8+8+8+8+8+8+8+8$ ?  ja  nej

11) Ett paket med Pokémonkort innehåller 7 kort.

Hur många paket behöver du köpa för att få ihop till **50** kort? \_\_\_\_\_

Om ni är **5** kompisar som ska dela rättvist på **4** paket med kort, hur många får ni var?

Vi får \_\_\_\_\_ var. Hur många kort blir över? \_\_\_\_\_

12) Blir summan ett helt hundratal (= slutar på 00)?

$361+274$   ja  nej       $368+432$   ja  nej

$436+874$   ja  nej       $869+231$   ja  nej

$7835+2165$   ja  nej       $5792+5208$   ja  nej

13) Blir summan ett helt tusental (= slutar på 000)?

$2736+8346$   ja  nej       $9264+2736$   ja  nej

$8906+1274$   ja  nej       $7382+6728$   ja  nej

$3859+2241$   ja  nej       $8472+9528$   ja  nej

*Tack för att du hjälpte oss med detta!*

## C Enkät

Nummer (får du av läraren): \_\_\_\_\_ Flicka  Pojke

Tidsåtgång:

\_\_\_\_\_ min

(fylls i av läraren)

### DEL I

1) Hur känns undervisningen med Irene?

mycket jobbigt |-----| inte alls jobbigt

2) Hur känns det när du ska göra ett matteprov?

mycket jobbigt |-----| inte alls jobbigt

3) Vad tycker du om att ha spelat Rutiga Familjen på Irenes lektioner?

mycket tråkigare än vanlig undervisning |-----| mycket roligare än vanlig undervisning

4) Vill du spela Rutiga Familjen hemma?

absolut inte |-----| mycket gärna

5) Hur lätt tycker du det är att förklara hur du valt ett kort?

mycket lätt |-----| mycket svårt

6) Vad tycker du om att förklara hur du valt ett bra kort?

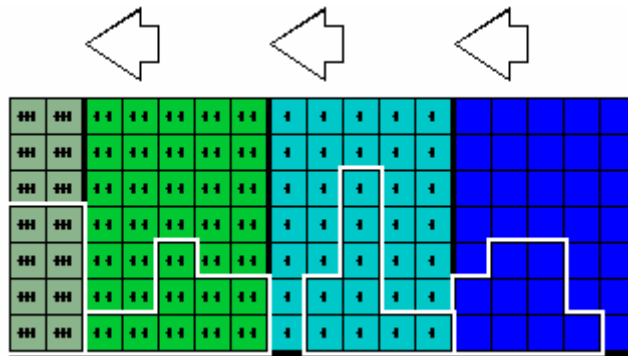
tycker inte alls om det |-----| tycker mycket om det

7) Vilket stämmer bäst för dig?

- I spelet vill jag helst spela mot varandra
- I spelet vill jag helst spela med varandra
- Jag vill helst blanda att spela med och mot
- Det spelar ingen roll

**DEL II**

8) Titta på spelet. Vilket tal ska fyllas in?



Svar: \_\_\_\_\_

9) Dra ett streck från ordet till siffran som passar ihop.

1 7 9 3

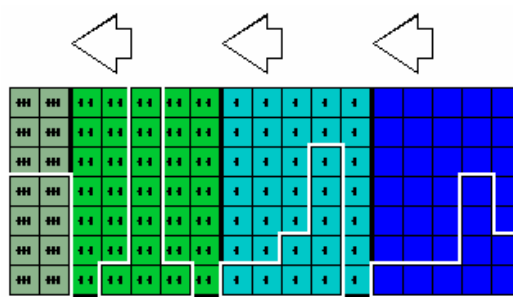
Tiotal

Tusental

Ental

Hundratal

10) Dra ett streck från ordet till rutan som passar ihop.



Tiotal

Tusental

Ental

Hundratal

11) Vilket tal är störst?

-17

-22

12) Blir talen ett helt hundratal (=slutar på 00)?  
*Du behöver inte räkna ut summorna!*

36 + 364  ja  nej

5292 + 5208  ja  nej

13) Blir talen ett helt tiotal (=slutar på 0)?  
*Du behöver inte räkna ut summorna!*

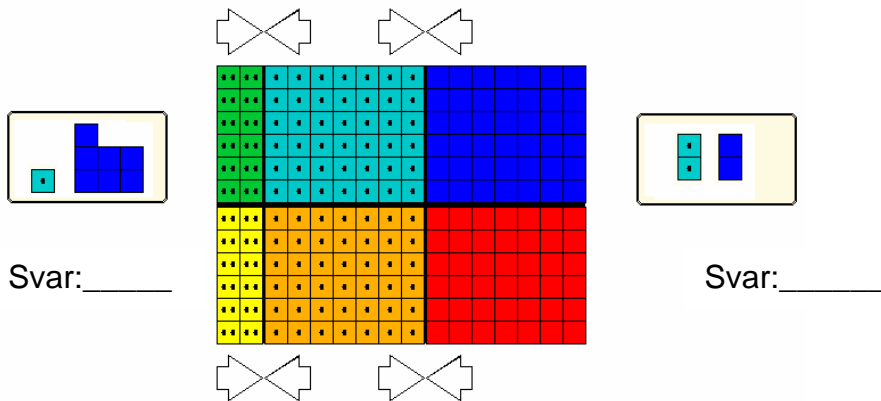
67 - 66  ja  nej

84 - 64  ja  nej

14) Skriv kortets tal under kortet och ringa kortet med det största talet

 **Spelare1**

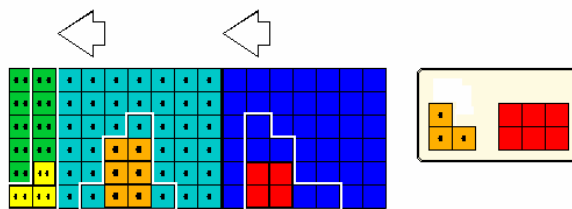
 **Spelare2**



15) När spelare 2 lägger sitt kort, blir det då en växling så att talen blir jämna tiotal och jämna hundratal?

 **Spelare1**

 **Spelare2**



- Ja, det blir en växling
- Ja, det blir två växlingar
- Ja, det blir tre växlingar
- Ja, det blir två växlingar och det blir jämnt i hundratalen och tiotalen



**Del III**

16) Vilket stämmer bäst?

- Min agent spelar bättre än jag
- Min agent spelar lika bra som jag
- Min agent spelar sämre än jag

17) Vem lär vem?

- Jag lär agenten
- Agenten lär mig
- Jag lär agenten men jag lär mig av agenten också

18) Hur känns det att titta på agenten när den tävlar mot kompisens agent?

Inte kul alls |-----| Jättekul

Varför?

---

19) Hur ser du på din agent?

- Någon som tycker att det är kul när jag vinner stjärnor
- Någon som ger mig tips hur jag ska vinna stjärnor
- Någon som ger mig tips hur jag ska vinna och som peppar mig att spela bra

20) Tycker du att det är svårt att svara på agentens frågor?

mycket svårt |-----| inte alls svårt

Varför?

---

*Tack för din hjälp*  

## D Elevprofiler

Målet med elevprofilerna är att få en mer komplett bild av varje elev. Därför analyserades olika källor, vilket innebär att empirin kompletterar respektive ifrågasätter varandra. Varje elevprofil är uppdelad i elevens matematiksvårigheter, attityd gentemot matematik, matematikspelet och specialpedagogiken samt self-efficacy, dvs. elevens bedömning av sin egen förmåga. Källorna som analyseras är matematiktestet, attitydtestet och enkäten som redovisats i resultatet samt videomaterialet från observationerna, redogörelsen från djupintervjun med specialpedagogen.

Trots att matematiksvårigheterna i sig inte undersöks i ramen av detta arbete, är det angeläget att få en bild av elevernas svårigheter. Därför redovisas endast en generell analys av varje matematiktest.

I denna analys används samma bokstäver som i redovisningen av resultat för att identifiera varje elev. Eleverna som har spelat parvis är D och M, två killar från sjätte klass, E och L, två tjejer från sjunde klass samt N och S, från femte klass.

### Killen D, spelar tillsammans med M

#### *Matematiksvårigheter*

D verkar ha svårt med vanliga uträkningar. Han är t.ex. är mycket svag i addition och verkar inte kunna multiplikation och division, där han endast svarade på en fråga som dessutom var fel. Han verkar inte ha förstått decimalsystemet, dock visar han förståelse för att siffran längst till vänster (tusental) är större än siffran längst till höger (ental). Av testsvaren att döma verkar han sakna strategi för att känna igen jämna tiotal. Han ser t.ex. inte att tal som slutar på 5 resp. 5, 2 resp. 8, 4 resp. 6 blir 10, alltså ett helt tiotal när de adderas. Det kan således antas att övriga svaren i kategorin som visar ett resultat av 56 % är pga. gissningar. Eftersom D har svårt med de mest grundläggande, kan antas att matematiktestets svårare frågor besvarades genom gissning, vilket försvårar bedömningen av testet. Å andra sidan verkar han sakna en grundläggande förståelse för matematik, vilket gör att en detaljerad analys av svaren är inaktuell. Under ett informellt samtal bekräftar specialpedagogen att D har mycket svårt för matematik. Enligt henne är han svag i tabellerna och har han överhuvudtaget aldrig räknat med negativa tal, decimala tal eller procent. Han har dessutom endast få gånger arbetat med bråk genom att fysiskt och visuellt plocka och erfara det som sker, en metod som fungerar för honom. Detta trots att han går i femte klass.

#### *Attityd gentemot matematik, specialundervisningen och matematikspelet*

- Arbeta med matematik

D har en allmän positiv attityd för att arbeta med matematik. Han tycker att matematik är ganska lätt, medan specialpedagogen däremot vittnar om att D brukar tycka att matematik är svårt. Han tycker att det är roligt att lära sig nytt inom matematik.

Detta är tydligt efter den första spelsessionen med det nya matematikspelet, då han uttrycker att spelet är kul. Trots hans positiva attityd, tycker han dock mindre om matematikprov. Han är även positiv inställd gentemot specialundervisningen, vilket pedagogen bekräftar i den meningen att det inte är svårt att få honom att lämna sin klass för att vara hos henne.

– Intresse för matematik

Intressemässigt tycker D allmänt att matematik dock varken är rolig eller tråkig. I intervjun berättar pedagogen att D jobbar på, men att han upplever matematik som svårt och tungt, vilket gör det tråkigt för honom till slut. I spelkontext uttrycker han att spela matematikspelet är mycket roligare än vanlig undervisning samtidigt som han mycket gärna vill spela spelet på sin fritid. Indirekt visar D således intresse för matematik genom spelet.

– Self-efficacy i samarbete: allmänt och i spelkontext

När D samarbetar tycker han mindre om att förklara matematik för någon annan, men han anser sig att vara mycket säker när han väl gör det. Specialpedagogen berättar dock att han vanligtvis känner sig osäker. Enligt enkäten tycker D i spelsammanhang lagom bra om att förklara sina drag för en annan. Han tycker dessutom att det är mycket lätt att förklara hur han valde ett bra kort. D är dock fåordig och ställer få frågor under observationerna, dessutom är det sällan att han förklarar eller visar tecken på säkerhet. Hans tystnad *kan* vara ett tecken på säkerhet eller det motsatta. Tendensen är dock att han känner sig osäker och att han egentligen bedömer sin förmåga som låg. Dels svarar han sällan på direkta frågor från pedagogen, samtidigt som han ändå ger intryck av reflektion som han agerar efter. Dels blir D lite orolig när pedagogen introducerar en-, tio- och hundratal (i spelet Inom repet <100) och ställer följdfrågor. Hans oro och osäkerhet kan vara pga. pedagogens explicita relatering till matematiken. Han svarar dock på frågorna och svaren visar sig vara korrekta. Dels vittnar pedagogen under ett informellt samtal om att D inte visste vad han gjorde och spelade på måfå under nästföljande spelsession, vilket kan bekräfta hans osäkerhet och kanske även vara tecken på hans oförståelse. Han är dock inte osäker till den graden att han räds för att spela eller inleda ett spel.

Under den första spelsessionen med sin spelkamrat M, verkar D:s osäkerhet vid flera tillfällen dessutom öka när han märker att hans spelkamrat blir osäker. Det är t.ex. fallet när pedagogen förklarar konceptet av en lärande agent. När elevernas agenter ska spela tar båda avstånd från spelet. Efter att både M och pedagogen skrattar åt M:s agent som spelar, blir D orolig innan hans agent ska spela. Under det andra observationstillfället är spelkamraten M lugnare, vilket kan bidra till att även D är lugnare. Det visar att D är känslig för andras sinnestillstånd.

Det finns fler tecken på att D är osäker och nästan förlitar sig på sin spelkamrat. Han ger t.ex. korta svar som verkar rätta, dock är de oftast en upprepning av spelkamratens svar. Det kan tyda på att han är osäker eller inte riktigt förstår. Han låter t.ex. även sin spelkamrat ta ledningen när de spelar i spelmodet ”med”. Även om de till en början ganska ofta tipsar varandra, släpper D till slut taget och låter spelkamraten instruera honom. Han varken ifrågasätter sin spelkamrat, gör ett annat val eller efterlyser en förklaring av M. I enkäten skriver D dessutom att han helst vill spela i ”med” moden, vilket kan vara ett sätt för honom att dölja sin osäkerhet.

Slutligen verkar det som D snabbt tappar sin initiala säkerhet när han stöter på problem eller motstånd. När D t.ex. börjar ett nytt spel stoppar han sin agent, vilket är tecken på hög självvärdering, då han bedömer att kunna ge ett bättre kortförslag. När han dock har svårt att svara på agentens och pedagogens vägledande frågor och hans val dessutom inte ger poäng, väljer han systematiskt agentens kortförslag hela spelet ut. Det kan vara att D uppfattar agenten som en bättre spelare, vilket kan förstärka hans osäkerhet. I enkäten vittnar han dock om att det är han själv som lär agenten och att agenten spelar sämre än han själv. Det kan då betyda att D godkänner agentens val för att dölja sin osäkerhet och låg bedömning av sin förmåga och göra det som han uppfattar som ”missar” mindre påtagliga, eftersom även agentens val inte alltid ger poäng.

Under den andra spelobservationen får D mer vägledning från specialpedagogen, så att han reflekterar över sina kortval. Med hjälp av hennes frågor, räknar och funderar D, vilket är ett framsteg jämfört med tidigare speltillfällen, där han endast klickade i blindo.

När pedagogen försöker få honom att samarbeta med spelkamraten M, verkar detta ologiskt för honom, eftersom de spelar ”mot” varandra. Det kan vara en förklaring till eller bidra till hans tystnad, eftersom det finns som tidigare påpekats flera tecken på osäkerhet som kan vara den egentliga anledningen till hans tystnad.

#### *Elevens bedömning av sin egen förmåga i konkreta uppgifter - exempel*

Analysen av D:s matematiktest antyder att han inte har förstått decimalsystemet. I sin bedömning av att kunna lösa en traditionell uppgift som handlar om enheter i decimalsystemet är han ganska positiv. Trots sin ganska hög självvärdering att klara av en traditionell representerad uppgift med enheter i decimalsystemet, svarar han fel på en specifik uppgift. När dock samma uppgift representeras grafiskt, svarar han rätt. Under ett observationstillfälle får D en liknande fråga (i spelet Inom repet<1000) från sin agent, som börjar med: ”Tycker du att ditt kort med 674...”, undrar pedagogen hur han kan se att kortet är 674. Det visar sig att D inte vet, men vill försöka ge ett svar. D hinner inte innan spelkamraten M svarar och pekar ut enheterna. Det är oklart om D verkligen har förstått var hundratalen, tiotalen och entalen är. I enkätens specifika uppgift placerar han, som sagt, enheterna upp till tusental rätt, när uppgiften visas grafiskt som i spelet och fel när samma uppgift presenteras på traditionellt sätt. Han kan dock inte tillämpa detta i enkätens nästa uppgift, där kortets värde ska uttryckas i tal.

Kortet med värdet -17, representerar enligt honom talet 1700. Han har alltså läst kortet från vänster till höger, dock börjat vid tusental istället för vid tiotalen. Han har dessutom ignorerat rutornas färger och antal streck. Även om resultatet således är positivt när en uppgift är grafiskt, verkar det inte som D har en bättre förståelse för spelets decimalsystem efter den korta spelperioden.

Att D är, som matematiktestet antyder, mycket svag i addition speglar sig även i hans bedömning att kunna lösa en traditionell additionsuppgift. Han visar viss säkerhet dock svagare än inför uppgiften om decimalsystemets enheter. En jämförelse mellan en traditionell och grafiskt representerad uppgift, visar ett negativt svarsresultat i båda fall, vilket bekräftar hans svaghet i addition. D:s svar på enkätuppgiften kan även antyda att D har svårt att tänka hypotetiskt i flera steg. Han kan t.ex. tänka ut att ett specifikt kort ger en övergång, men inte att denna övergång i kombination med kortets rutor ger ytterligare en övergång och alltså två stjärnor.

Enligt specialpedagogen har D aldrig arbetat med negativa tal. Under den andra spelobservationen spelar D dock några gånger Få bort upp till 100, vilket tränar negativa tal. Eftersom pedagogen har introducerat matematikspelet på ungefär liknande sätt för alla elever, kan antas att det även gäller detta spel. Om så är fallet, har hon då inte gjort kopplingen till negativa tal tydligt för honom. D vet då inte att han faktiskt arbetar med detta. Det kan vara bra, sett utifrån hans tidigare reaktion när matematiken i spelet uppdagades för honom. Under spelandet där både positiva och negativa tal hanteras, får D uppmaningen från sin spelkamrat M att ta minsta respektive största tal. Bortsett från att båda inte uppfattar att de väljer fel pga. att det handlar om ett negativt tal, antyder D:s val av rätt kort att han har viss känsla den grafiska representationen av tal. Detta bekräftas återigen under den tredje observationen, där han anser sig ha ”rätt stora kort”. Bortsett från att det åter handlar om negativa tal, så är det rätt. Han verkar dessutom förstå spelprincipen, där spelbrädet ska vara helt blått resp. rött. Under den sista observationen berättar D att spelet Få bort upp till 10 (negativa tal) är det spelet han gillar mest, trots att han aldrig har arbetat med negativa tal. Det betyder inte att han förstår den matematiska principen med positiva och negativa tal, men det visar en positiv tendens i hans intresse för och viljan att arbeta med matematik.

### **Killen M, spelar tillsammans med D**

#### *Matematiksvårigheter*

Att döma av M:s svar på uppgifterna om decimalsystemet (pengar och naturpengar) i matematiktestet, verkar han ha förstått decimalsystemet. Han är dock svag i subtraktion, vilket ger ett negativt utfall i testet där subtraktion kombineras med andra svårigheter som t.ex. hantering av stora tal och övergångar. Han verkar inte ha en strategi för att upptäcka jämna tiotal, vilket ger anledning att tro att svaren på de svårare frågorna kring jämna hundra- och tusental är gissningar. Detta bekräftas av specialpedagogen vid överlämning av testet.

Även om han enligt attitydtestet inte tycker att det är speciellt roligt med nya saker i matematik, räds han inte för att börja spela och visa nyfikenhet och engagemang för sin agent.

*Attityd gentemot matematik, specialundervisningen och matematikspelet*

– Arbeta med matematik

M är mycket negativt inställd gentemot arbete med matematik. Redan på morgonen känns det inte bra när han tänker på matematik. Att han upplever matematik som tråkigt, verkar inte bero på dess svårighetsgrad, eftersom han tycker att ämnet endast är lite svårt. Trots att arbetet med matematik är tråkigt, är han mycket positiv inför specialundervisningen. Vidare tycker han att det är svårt att koncentrera sig. Detta syns både under den första och andra spelsessionen då han verkar tröttna på pedagogens förklaringar, vare sig de är riktade mot honom eller D. Även när pedagogen pratar allmänt är han rastlös, medan han är mer koncentrerad när han spelar.

– Intresse för matematik

M:s intresse för matematik är extremt lågt, då han menar att ämnet är extremt tråkigt. Han markerade sitt svar utanför frågans skala som redan hade ”jättetråkigt” som yttre gräns. Att han upplever det som mycket tråkigt, kan förklara varför M allmänt är negativt inställd gentemot matematik. Han tycker att spela matematikspelet är mycket roligt och visar stor vilja att spela spelet hemma, vilket medför att hans attityd gentemot matematikspelet är mycket positiv. Ett konkret exempel är hans upplevelse kring spelets agent. Trots att han initialt oroades inför agenten, visar han redan under första spelsessionen att han engageras i agenten till den graden att han övertygar pedagogen att låta agenten spela en extra gång, trots att lektionstiden är slut. När han efter agentens spelande förstår konceptet av den lärande agenten, utstrålar han glädje och tycker att det är kul. I enkäten skriver han att det är jättekul att se sin agent spela mot kompisens agent ”för att det ser roligt ut”.

– Self-efficacy i samarbete: allmänt och i spelkontext

Från M:s svar i attitydtestet verkar han bedöma sin egen förmåga att lösa specifika matematikuppgifter som lite låg, trots att han själv tycker att matematik endast är lite svårt. Även hans förmåga att förklara hur han löser matematikuppgifter anser han att vara lite låg. Kanske att denna osäkerhet, även om liten, är tillräcklig för att få honom att tycka illa om att förklara för en annan. Han kan dessutom påverkas av hans språkförråd, som enligt pedagogen, är allmänt nedsatt. Enligt henne beror det på avsaknaden av språkträning i hemmet, där han huvudsakligen använder teckenspråk pga. en anhörigs dövhet. Språkmässigt är det svårt att få en uppfattning, eftersom M är ganska tyst. Under den första observationen säger han ofta ”de”, medan han pekar på rutor för att förklara sig, medan han vid nästa observation pratar om minsta och största talet istället. I enkäten finner han det dock lätt att förklara sitt val av kort och tycker han dessutom om att göra det, vilket han också gör när han uppmanas till det.

M:s tysthet under den första spelsessionen kan bero på hans osäkerhet och språksvårigheter, men även på spelmoden som då är ”mot”. Det verkar att både M och D uppfattar denna mode som moden där man tävlar mot varandra och därför inte får samarbeta. Att de kan samarbeta för att tipsa varandra ”fel” för att själv vinna, har de inte insett. ”Mot” moden är hans favorit spelmode, vilken han också bekräftar i enkäten. Det verkar som han gillar den eftersom den stämmer med hans tävlingsinriktade inställning: redan efter de första spelen vill han t.ex. gärna se statistik över sitt spelande. När han dessutom spelar i ”med” moden, tar han snabbt ledningen och nästan instruerar han sin spelkamrat i sina kortval.

Under första spelsession blir han synligt orolig och obekvämt när pedagogen förklarar matematiken i spelet och ställer matematikfrågor. Han kanske anteciperar att han ska behöva svara. Till en början visar han även lite osäkerhet när han väljer spelkort eller svarsalternativ. Han visar dock när han inte förstår och när han har förstått vill han gärna bekräftas i sin förståelse. Dessa iakttagelser tyder på att M har något låga självvärdering. Trots osäkerheten verkar han vara engagerad, vilja förstå och vilja spela bra. Han blir t.ex. lite besviken när han väljer ett spelkort som visar sig inte vara lika bra som han tänkt. När han däremot känner sig säker, svarar han på pedagogens frågor, även de riktade mot spelkamraten D.

M förmedlar uppgivenhet och tar avstånd när han är osäker, medan han blir mer öppen och mottaglig när han förstår. När han inte förstår konceptet av den lärande agenten, blir han uppgiven och frustrerad, då han gärna vill veta hur han praktiskt ska lära ut. Han är dock mycket nyfiken i agenten och vill redan tidigt lära sin agent. När det under spelandet blir tydligt vad han ska göra, blir han mer säker och öppen. Han är engagerad i sin agent, då han tydligt tar avstånd från spelet när hans agent ska spela. Han känner sig lite utsatt och skäms när hans agent spelar mindre bra, medan han förvånas när agenten spelar bra. Att han engageras i agenten visas även när agenten har spelat klart och M är mycket lättad precis som om han hade klarat ett prov. Utöver hans enkätsvar att han gillar sin agent, vid de andra observationstillfällena väljer han agentmode när den är tillgänglig (finns inte i alla spel), vilket stämmer överens med hans enkätsvar att han tycker om sin agent. Hans engagemang kan bero att han känner ansvar för agenten: han vet att agenten vet mindre än han själv och att det är han som lär agenten samtidigt som han själv lär från den.

Vid det andra observationstillfället ger M intryck av att vara mycket säkrare i sitt spelande, i sin självvärdering. Han stoppar t.ex. i spelet Inom repet <1000 sin agent för varje drag och föreslår ett annat kort. Han reflekterar, förklarar och tänker även hypotetiskt. Han blir dessutom inte mindre säker av hans kortval verkar ge mindre stjärnor än han hade tänkt, han förklarar däremot hur han tänkte fel. Inte heller när spelkamraten D får flera stjärnor genom att jämt godkänna sin agents val, blir han osäker och byter taktik.

*Elevens bedömning av sin egen förmåga i konkreta uppgifter – exempel*

Som tidigare konstaterats, bedömer M sin förmåga att lösa specifika uppgifter att vara lite låg. Denna bedömning gäller uppgifter som representeras på traditionellt sätt. Han bedömer t.ex. denna förmåga att vara lika låg för en uppgift angående decimalsystemets enheter som för en uppgift om addition, trots att han enligt matematiktestet är mycket bättre i det första än i det senare. M ger under den första observationen intrycket att han är mycket väl bekant med decimalsystemet, vilket bekräftar matematiktestets resultat i detta avseende. Han anammar snabbt decimalsystemets analogi i spelets grafiska representation. Han verkar känna sig säker i detta när han fyller in pedagogens förklaring av enheter och svarar (rätt) även på frågor som inte är riktade till honom. Detta tyder på en positiv självvärdering. Hans insikt i decimalsystemet bekräftas även i den andra observationen, där han snabbt kan relatera talet 674 till kortets rutor och spelbrädets indelning. Men i enkäten svarar han dock fel i både enhetsuppgiften och additionsuppgiften när de visas på traditionell vis och dessutom i den grafiskt representerade additionsuppgiften. Att han svarar rätt i den grafiska enhetsuppgiften är dock inte helt vattentät, eftersom han verkar ha placerat tiotalen två gånger. Utifrån matematiktestet bör han ha svarat rätt i den traditionella enhetsuppgiften, medan han utifrån spelsessionerna borde ha svarat helt korrekt i den grafiska varianten av uppgiften. Anledningen till att detta inte är fallet, kan inte besvaras utan mer information, som i detta sammanhang saknas. Det kan spekuleras att det är provsituationen som stör M i sitt presterande. Han tycker inte om matematikprov enligt hans enkätsvar och han har visat tydligt oro när hans agent, som han uppfattar som sin elev, ska prestera mot en annan agent.

Vid den andra och tredje observationen reflekterar han kring övergångar. Han tänker efter och förmedlar varför ett visst kort är bättre än ett annat innan han väljer det, vilket tyder på visst reflektivt och hypotetiskt tänkande. Detta kan han dock inte uppvisa i enkäten, varken i en traditionell eller i en grafisk additionsuppgift. Hans självvärdering i spelsammanhang verkar positivare än i testsammanhang.

När M spelar med både positiva och negativa tal (i spelet Få bort all  $<10$ ), testar han olika taktiker. Han provar tre strategier: att börja med alla ettor, alla röda eller alla blå. Det är tecken på att han testar, reflekterar med tanken på att förbättra sitt spelande. Eftersom de olika strategierna gav olika resultat, bör det ge honom feedback. Det kommer dock inte fram vad M reflekterar. Han vet dock att det är svårt att få poäng när korten som delas ut är huvudsakligen av samma färg, då de endast kan tas bort med rutor av motsatt färg. Att han testar strategier tyder på engagemang, intresse att spela bra och positiv självvärdering. I provsituationen som enkäten kan uppfattas som, presterar han dock mindre bra i uppgiften med negativa tal. Först missar han att känna igen att det färgmässigt handlar om negativa tal.



Sedan bedömer han dessutom kortets värde fel, vilket strider med observationerna, där han vid flera tillfällen känner igen tal och talstorlek i den grafiska representationen. Under vidare information kan endast spekuleras att det negativa resultatet beror på M:s svårighet för ”prov och tester”.

### **Tjejen E, spelar tillsammans med L**

#### *Matematiksvårigheter*

Enligt testresultaten är E mycket svag i multiplikation och i strategier för att hitta jämna tio-, hundra- och tusental och största talet. Testresultaten antyder att hon kan ha problem med decimalsystemet, då hon har svårt med uppgifter som handlar om pengar och naturpengar. Med tanken på att E går i sjunde klass, bör hon dock kunna vardagsmatematiken med pengar. Dessutom visar hon svaghet med 10 kompisarna, då det under spelobservationerna är tydligt att E har svårt med vanlig addition och subtraktion av tal under tjugo. Hennes resultat i dessa räknesätten är även i matematiktestet mycket svaga. Svårigheterna i decimalsystemet och de fyra räknesätten antyder att E har grundläggande svårigheter i matematik. I ett informellt samtal bekräftar specialpedagogen att E har svårt med taluppfattning, vilket anses vara grundläggande. Hennes svaga matematikgrund medför att hon också har svårt med negativa tal, stora tal och övergångar. Hon verkar dock ha bra förståelse för operatorer som omsätts i språk, dvs. där det t.ex. står lägga till istället för plus.

#### *Attityd gentemot matematik, specialundervisningen och matematikspelet*

##### – Arbeta med matematik

E är mycket negativt inställd. I likhet med M, känns det redan på morgonen inte bra när hon tänker på matematik. Matematik är enligt henne mycket svårt. Multiplikation nämner hon att vara det värsta inom matematik, vilket kan bero på att hon är mycket svag i multiplikation som matematiktestet antyder. Hon tycker dessutom inte alls om att lära nya saker inom matematik. Enligt enkätsvaren är E mycket positiv gentemot specialundervisningen. I intervjun berättar specialpedagogen att både hon och spelkamraten L, som både är från sjunde klass, vet att de måste arbeta med matematik. För övrigt tycker E att hon har svårt att koncentrera sig när hon arbetar med matematik. Under observationerna ger hon dock intrycket att vara koncentrerad: hon funderar, lyssnar, svarar, tittar sällan bort. Hon är dock lite fnittrig.

Även om E upplever matematik som ett svårt ämne, är hon enligt pedagogen mån om att förstå matematik och vill gärna träna extra hemma. Det stämmer med hennes försök att spela matematikspelet hemma och av enkäten, där hon bekräftar att hon gärna vill spela hemma. Det visar på intresse, engagemang och en positiv inställning gentemot matematikspelet. Matematiktestet visar dock att hon ibland sökläser uppgifter och sätter ihop siffror till tal utan att läsa eller reflektera över uppgiften. Det kan tyda på en motsatt tendens att vilja klara uppgifter, utan att stanna upp för eftertanke. Hon verkar inte heller mån att veta om svarsalternativet som hon väljer för agenten är det korrekta.

I motsats till spelkamraten L som gärna vill veta om hon svarade rätt. Å ena sidan verkar det som E vill jobba på och förstå, medan hon å andra sidan vill fylla in det rätta svaret utan att fundera över svaret. I intervjun med specialpedagogen bekräftas denna tvetydighet hos E.

Under en planerad spelsession vill E inte arbeta med matematikspelet pga. stress för matematikuppgifter inför nästa lektion. Under ett informellt samtal med specialpedagogen i anslutning till den tredje observationen är E mycket stressad över matematikuppgifter och -prov. Hon förklarar att spelsessionerna har förhindrat henne att arbeta med sina ordinära uppgifter. Hon inser inte att hon inte kan klara de svårare uppgifterna, när hon saknar grundförståelse för matematik.

– Intresse för matematik

Förutom att E tycker att matematik är svårt och att lära sig nytt inte är roligt, tycker hon dessutom att det är tråkigt. I spelsammanhang visar E glädje t.ex. under första spelsessionen då hon får lov att börja ett spel istället för spelkamraten L. Av enkäten framgår dessutom att hon tycker att matematikspelet är mycket roligare än vanlig undervisning.

– Self-efficacy i samarbete: allmänt och i spelkontext

Enligt E:s attitydtest känner hon sig extremt osäker på att kunna lösa specifika matematikuppgifter. Hon gillar dessutom inte alls att förklara matematik för andra och känner sig även i det mycket osäker. Trots denna negativa självvärdering svarade hon på de flesta frågorna i matematiktestet, vilket återigen kan stämma med att hon är mån att fylla in alla uppgifter.

Enligt hennes enkätsvar känner E sig i spelsammanhang varken säker eller osäker när hon ska förklara sina drag, hon dock tycker att det är lätt att förklara. E visar dock tecken på att pendla mellan osäkerhet och relativ säkerhet. Under den första spelsessionen blir hon t.ex. osäker när spelmode ändras från ”med” till ”mot” och när agenten introduceras. Osäkerheten för ”mot” moden har hon dock släppt till nästa observation. Av enkäten framgår att hon dessutom antingen helst vill spela i ”mot” moden eller att det inte spelar någon roll för henne. En slutsats kan vara att hon uppfattade ”mot” som tävlingsmode, vilket kan ha höjt hennes osäkerhet initialt. Även introduktionen till agenten kan hon ha känt som en extra svårighet. Under den tredje observationen får E dock för första gången observera sin upplärda agent spela mot spelkamratens agent tränat sin agent. Hon är mycket koncentrerad på sin agent och det framgår inte riktigt vad hon tycker om den. I enkäten skriver hon dock att det är jättekul att se sin agent spela, att hon lär sin agent, men även lär ifrån den och att agenten ger henne speltips samtidigt som den uppmuntrar henne.

Trots hennes osäkerhet räds hon i allmänhet inte att inleda spel när spelkamraten L inte vill, att spela nya spel eller att chansa när hon inte vet vilket kort som är det ”bästa”. Allteftersom hon vinner, blir hon dessutom säkrare och ökar takten i sitt spelande.

Hon utmanar sig själv dessutom när hon har blivit lite säkrare. Hon övertalar t.ex. sin spelkamrat L att välja ett svårare spel (inom repet upp till 1000). Men när hon förlorar vill E genast tillbaka till ett lättare spel (inom repet upp till 100).

Under den tredje spelobservationen stoppar hon sin agent, vilket kan betyda att hon känner sig lite säkrare. Även om hennes val då inte gjorde skillnad, eftersom valet var likvärdigt med agentens, kan hon förklara varför hon valde ett annat kort. Även om hon tycker om agenten, så upplever E att agentens frågor är svåra, framförallt när de innehåller siffror/tal. Hon tycker att det är lättare att tänka i rutor och färger.

Även om E inte alls tycker om att förklara matematik, kan hon i spelsammanhang förklara sina val. Hon spelar dessutom bättre när hon uppmanas till eftertanke. I spelet Inom repet upp till 10 t.ex. visar E:s agerande att hon förstår att spelets utfall avgörs när det s.k. ”vita området” nästan är fullt. Efter nästa drag och återuppmaning att försöka förklara, kan E sedan formulera sin spelförståelse, men hennes svar antyder dock att hon inte har tänkt hypotetiskt och räknat L:s kort innan att hon lägger sitt. Det utesluter inte att hon *kan* tänka hypotetiskt. Detta är t.ex. fallet när pedagogen påminner henne att tänka efter och ställer henne frågor. Återigen kan detta kopplas till hennes sätt att fylla in svar utan att reflektera. Men när hon väl uppmanas till eftertanke, så kan hon nå bättre resultat. Utöver att vinna spelet kan E förklara varför hon vann, vilket tyder på att eftertänksamheten ledde till viss förståelse. Att hon kan tänka hypotetiskt visar sig även i den sista observationen, där hon långt i förväg märker att hon ska få två övergångar.

#### *Elevens bedömning av sin egen förmåga i konkreta uppgifter – exempel*

Som det framkommer värderar E sin förmåga att lösa specifika matematikuppgifter som extrem låg. Det gäller särskild för uppgifter med enheter och addition, två områden som hon enligt testet och observationerna är ganska svag i. I enkäten klarar hon dock enheterna i decimalsystemet, både som traditionell som grafisk uppgift, medan hon klarar additionen endast i grafisk presentation. Uppgiften om negativa tal fyllde E inte in, eftersom hon, efter egen utsaga, inte förstod den. Det kan bero på att hon inte kände igen spelet, vilket hon inte heller gjorde under den sista spelobservationen.

#### **Tjejen L, spelar tillsammans med E**

##### *Matematiksvårigheter*

Matematiktestet antyder att L har svårt med övergångar, vilket påverkar hennes svar på frågor där övergångar kombineras med t.ex. stora tal. Hon förstår strategin för att känna igen jämna tiotal, medan hon har svårt att se jämna hundratal och tusental. Uppgifter som kombinerar hundra- eller tusental med övergångar, som L redan har svårt med, ger således ett dåligt utfall. L förstår sambandet mellan addition och multiplikation, men är svag i båda räknesätten. Hon har även svårt med negativa tal.

*Attityd gentemot matematik, specialundervisningen och matematikspelet*

– Arbeta med matematik

L är negativt inställd för att arbeta med matematik. Hon upplever matematik som ett svårt ämne, som hon dessutom har svårt att koncentrera sig i. Under ett inofficiellt samtal bekräftar pedagogen att L har svårt att koncentrera sig, där hon t.ex. har svårt att lyssna. Detta framgår dock inte från observationerna. Även om det är svårt, verkar L tycka om specialundervisningen, vilket enligt pedagogen kan bero på att hon och kamraten E är medvetna att matematiken måste klaras av som ämne. Trots att hon är negativt inställd har hon svarat på de flesta frågorna i matematiktestet, som dessutom inte ger tecken på gissning.

– Intresse för matematik

Matematik är för L varken roligt eller tråkigt. Enligt specialpedagogens utsaga under ett informellt samtal, saknar L motivation för ämnet. Under den första spelsessionen verkar L engagerad i spelet genom att ställa frågor, besvara frågor hon får och en enstaka gång besvara en fråga riktad till spelkamraten E. Under den andra spelobservationen visar hon dessutom viljan att vinna, vilket kan vara tecken på intresse och motivation. Även hennes försök att redan efter första spelsessionen ladda ner spelet hemma är ett tecken på motivation. En motivation som kanske har minskat vid den tiden hon svarar på enkäten, då hon visar svagt intresse att vilja spela matematikspelet hemma. Vad detta kan bero på är dock oklart.

– Self-efficacy i samarbete: allmänt och i spelkontext

L gillar inte alls att förklara matematik för andra och känner sig mycket osäker i det. Det finns dock spår av positivism i hennes attitydtest. Dels är hon försiktigt positiv i sin bedömning av att kunna klara av specifika uppgifter och dels kommenterar hon att ”allt i matematik är svårt till en början, men att det blir bättre när man har lärt sig”. I spelsammanhang tycker hon att det är endast lite svårt att förklara sina kortval i spelet, men hon tycker inte alls om det. Dock tycker hon att det är mycket svårt att svara på agentens frågor, vilka hon anser vara ”konstiga”.

L verkar vara vackla mellan osäkerhet och svag säkerhet under spelobservationerna. Under den första spelsessionen är hon ivrig att börja spela och ville gärna inleda det första spelet. Hon verkar till en början motiverad, men blir dock snabbt osäker. Detta är t.ex. fallet när spelmoden ändras från ”med” till ”mot”. Osäkerheten är så stor att hon inte längre vill inleda spelet. Det visar sig vara samma tendens vid nästa observationstillfälle, där hon oftast låter spelkamraten E börja. Hon avstår dock helt att börja när det gäller ett spel som är nytt och svårare: Inom repet upp till 1000. Osäkerheten hindrar henne dock inte från att vinna med 15 guldstjärnor, vilket tyder att hon är osäker trots att hon presterar bra. Detta visar sig när hon har vunnit och är övertygad om att hon aldrig vinner, vilket är en negativ bekräftelse och även kan tyda på att hon inte har en aning om att hon presterar bra.

Ironiskt, är det hon som ursprungligen var motvillig att spela detta spel, som vill fortsätta med det. Men eftersom spelkamraten E, som har blivit lite osäker, hellre vill tillbaka till ett spel som hon uppfattar som lättare, slutar de spela det. Under den observationen ger hon även sin spelkamrat tips för bättre kort, vilket tyder på viss säkerhet.

L verkar dessutom tycka om sin agent. I enkäten skriver hon att det är mycket kul att se sin agent spela mot en annan agent för att ”det är kul att se hur den tänker”. Hon uppfattar agenten som en mentor och som någon som hon lär och som hon anser spelar lika bra som hon själv. Det är endast under den sista observationen som L får se sin agent spela mot spelkamratens agent och när hennes agent presterar mindre bra, verkar hon besviken: från att ha tittat koncentrerad på sin agent, blir hon obekvämd och tittar hon bort när agenten har förlorat två spel. Hon bedömer dessutom att spelkamratens agent är bäst och att hennes agent bara underlättar för E:s agent. Hon tycker inte heller att hennes egen agent valde bra kort i spelet.

#### *Elevens bedömning av sin egen förmåga i konkreta uppgifter – exempel*

I attitydtestet självvärderar L sig mycket lågt, när hon ska förklara matematik för andra. Dock är hennes självvärdering positivare i testet när det gäller specifika uppgifter i enheter och addition. Medan matematiktestet visa svaghet i övergångar mellan enheter och addition, är hennes enkätsvar positiva. I enkäten klarar hon båda uppgifterna i decimalsystemets enheter och addition, i både den traditionelle som den grafiska representationen. I matematiktestet visas att L har svårt med negativa tal. Från hennes svar på enkätens traditionellt representerad uppgift, verkar det som L inte har förstått negativa tal. I den grafiska uppgiften visar hon dock att hon kan avläsa spelbrädet och spelkortens talvärde. Felet är att hon inte inser att uppgiften handlar om ett negativt värde. Det kan dock förklaras att hon känner igen gränssnittet från spelet, då hon inte heller känner igen det senare, under den sista spelobservationen.

### **Tjejen N, spelar tillsammans med S**

#### *Matematiksvårigheter*

N:s matematiktest visar att hon verkar ha svårt med de fyra räknesätten, tiokompisar och med strategier för jämna tio-, hundra- och tusental. Testsvaren visar att hon även har svårt med större tal. Hon verkar förstå decimalsystemet bättre när det representeras på ett annat sätt än det traditionella sättet, dock inte över hundratal då stora tal är en svårighet för henne. Det finns tendenser som visar att hon förstår matematik lite bättre när operatorer återges i ord.

#### *Attityd gentemot matematik, specialundervisningen och matematikspelet*

##### – Arbeta med matematik

Det är svårt att fastställa om N är positivt eller negativt inställd för att arbeta med matematik. Hon känner sig inte speciellt påverkat av matematik innan hon går i skolan.

Å ena sidan gillar hon mycket att lära sig nya saker inom ämnet och verkar tycka om undervisningen hos specialpedagogen. Å andra upplever hon att ämnet är lite svårt sidan och att hon har mycket svårt för att koncentrera sig. Hennes koncentrationsbehov tillgodoses inte under den första observationen då spelsessionen störs av spelkamraten S. I ett informellt samtal och i intervjun med specialpedagogen, bekräftar pedagog att N och S inte kommer överens. Hon berättar att de inte umgås utöver när de jobbar tillsammans hos henne. Dessutom går de i parallellklasser, vilken kan öka avståndet de emellan. Vid nästa observation får N arbetsro, då hon spelar matematikspelet utan sin spelkamrat, efter överenskommelse med specialpedagogen. Efter spelsessionen bekräftar N det som kunde observeras: hon tycker det är bättre att spela själv och arbeta ensam med pedagogen.

Även om N svarade på det mesta i matematiktestet finns olika tecken på att hon har gissat. Hon har trots sina svårigheter endast arbetat med matematiktestet i 28 minuter, vilket är den kortaste tiden jämfört med övriga elever. Dessutom har specialpedagogen meddelat att hon har svarat snabbt för att bli av med testet. När hon ska spela första gången undrar N om hon inte kan få testa först, varpå pedagog lugnar henne att det är ett spel. Det kan tyda på att N inte tycker om prov eller provliknande prestationer, vilket hon kanske uppfattade matematiktestet och den observerade spelsessionen som. Men prov verkar hon från enkäten själv tycka att det inte påverkar henne särskilt.

–           Intresse för matematik

N har ett ganska neutralt intresse för matematik, då det är enligt henne varken tråkigt eller roligt. Det som hon tycker är tråkigast inom matematik är multiplikation. Matematiktestet visar dessutom att hon är ganska svag i multiplikation, vilket kan förklara hennes negativa upplevelse. Det framgår även mycket tydligt under den första spelsessionen, då hon inte vill spela multiplikationsspel trots spelkamraten S upprepade försök. Även när S erbjuder N sin hjälp att hantera multiplikation, vägrar N resolut.

Hon är mycket positiv gentemot matematikspelet, då hon tycker att spelet är mycket roligare än vanlig undervisning och hon mycket gärna vill spela hemma.

Under den första spelsessionen reagerar N negativt när hon introduceras till spelen utifrån matematiken. När pedagog introducerar tiotalen i spelet inom repet upp till 100, skärmar N av sig genom att backa i sin stol, korsar armarna och tycka att spelets är tråkigt. När pedagog fortsätter med att förklara spelet, tappar N därmed intresse. Hon reagerar dessutom ganska häftigt när pedagog vill att hon spelar detta spel en gång till. När spelkamraten S senare i sessionen öppnar det liknande spelet upp till 1000, sätter N sig åter bak i stolen med armarna i kors. Hon tycker dessutom inte heller att de ska prova på detta spel. Att hon upplever spelen som tråkiga när matematiken framhävs av pedagog, bekräftas av att hon däremot fastnar för ett spel som hon kanske inte kopplar med matematik: Få bort upp till 10. Pedagog förklarar inte att det handlar om negativa tal och gränssnittet skiljer sig från tidigare spel, då enhetsindelningen borta.

N blir således mer öppen för pedagogens förklaring och förstår ganska snabbt spelets princip. Hon spelar sedan åtskilliga gånger, uttrycker att detta spel är roligare och utmanar sedan sig själv genom att höja svårighetsgraden till spelets högsta nivå.

Det sker dock en liten förändring under den andra spelobservationen där hon inte alls reagerar lika häftigt när hon får en matematikfråga angående positionering i decimalsystemet. Även om svaret inte är rätt, förblir N engagerad och deltar i diskussionen med pedagogen: inga korsade armar eller bakåtlutande. Hon vill dessutom spela ett mer avancerat spel, Få bort alla upp till 1000 för första gången och verkar trivas med det, trots att gränssnittet visar enheterna. Det kan således försiktigt antyda att N är lugnare när hon arbetar ensamt, vilket automatiskt dämpar hennes oro och osäkerhet inför frågor eller gränssnitt i spelen som påminner henne om matematiken. I intervjun bekräftar specialpedagogen att N är mycket lugnare när hon arbetar ensam med henne och att hennes minskade oro kan ha bidragit till hennes attitydändring.

– Self-efficacy i samarbete: allmänt och i spelkontext

Attitydtestets resultat visar att N:s allmänna självvärdering är ganska låg. Hon gillar inte alls att förklara matematik för andra och känner sig ganska osäker i det. Under den första spelsessionen med spelkamraten S tycker hon bäst om att spela tillsammans istället för att tävla i spelmode ”mot”. Det kan bero på hennes osäkerhet i allmänhet. Det ter sig dock annorlunda när N spelar ensam under den andra spelobservationen, då hon själv väljer ”mot” moden. Hon verkar även lite säkrare och mer avslappnad under den andra observationen. Hon räds dessutom inte för att hjälpa specialpedagogen även i ”mot” mode eller för att förklara varför hon rekommenderar ett visst kort. Hon visar både säkerhet och vilja att förklara för pedagogen. Det krävs dock att pedagogen uppmanar henne till reflektion. Det krävs dessutom hjälp från pedagogen för N att komma på förslag som gör att valet är dåligt för pedagogen, men bra för sig själv. Det kan betyda att N inte har nått steget med hypotetiskt tänkande än. När hon själv bedömer sin förmåga i spelsammanhang, svarar hon i enkäten att det är ganska lätt att förklara, men att hon endast svagt tycker om det.

N har också svårt när agenten aktiveras. Efter att ha spelat och låtit agenten titta på, vill hon inte spela i detta spelmode. Det finns en misstanke att N tröttnade på agentens frågor, där hon behöver tänka efter hur hon spelar för att förklara sitt spelande för agenten. Att förklara är allmänt och i spelsammanhang inget hon särskilt tycker om. Lässvårigheter bör det inte bero på, eftersom hon enligt specialpedagogen är duktig i svenska och läsning. När spelmodet senare ändras från ”tittar på” till ”provar och får OK”, vill hon vid spelets slut överhuvudtaget inte spela mer. Trots att hon säger att hon inte längre orkar, spelar hon senare ett annat spel. Det kan vara att hon upplevde frågorna som svåra, vilket hon inte ger sken av i enkäten. Det kan vara att hon tröttnade och tappade koncentrationen, något hon själv bedömer att ha svårt med i samband med matematik. Det är kanske svårt för henne att koncentrera sig och reflektera för att kunna svara på frågor.

N fick inte heller genast tillfälle att uppleva hur hennes agent själv spelar, eftersom spelkamraten S snabbt bytte spel och inga andra tillfällen fanns. Hon missade således att få feedback på sitt eget spelande, vilket i sin tur kunde ha påverkat hennes inställning gentemot agenten

*Elevens bedömning av sin egen förmåga i konkreta uppgifter – exempel*

N bedömer sin förmåga att lösa specifika matematikuppgifter vara olika beroende på vad uppgiften handlar om. Hon värderar sin förmåga som ganska hög när det gäller traditionellt representerad uppgift om enheter i decimalsystemet. Medan förmågan värderas som ganska låg för traditionella uppgift i addition.

Under den andra observationen placerar N på pedagogens uppmaning enheterna fel i spelet Få bort alla upp till 1000. Från vänster till höger nämner hon tiotal, hundratal, tusental, medan hon inte vet vad den sista enheten står för. Ordningen är således rätt, dock inte riktning. Trots detta verkar hon inte ha svårighet att spela och få resultat. Det kan betyda att N kan spela, men inte kan ”översätta” det till matematiken, vilket kan bero på att hon inte har spelat länge. Dock bör hon ha fått en känsla av att rutor till vänster är större än rutor till höger, eftersom de högra packas ner i de vänstra.

Hennes bedömning av sin förmåga vid specifika uppgifter verkar dock hänga ihop med hennes prestationer, oavsett om de presenteras traditionellt eller grafiskt. Hon svarar helt korrekt på enhetsfrågan, medan hon missar additionsuppgiften i enkäten. I den traditionella additionen, ser hon inte att talen 36 och 364 blir jämt när de adderas. Det kan bero på hennes svaghet i tiokompisarna, dock visar den grafiska additionen att hon ser att 4 och 6 blir 10 och ger en övergång. Hon ser dock inte att denna övergång med de resterande rutorna ytterligare ger en övergång. Här finns viss överenskommelse med matematikspelet, där hon visade svårigheter med tal över hundratalen, även annorlunda representerad.

Även om hon tycker om att spela spelen med negativa tal, verkar det inte som hon har gjort kopplingen till positiva resp. negativa tal, vilket enligt tidigare resonemang är anledningen att hon inte ser matematiken i spelen till att hon gillar dem. Hon svarar fel på uppgiften i traditionell utformning. Hon svarar ”rätt” på den grafisk utformade uppgiften om det bortses från att hon inte insåg att det rörde sig om ett negativt tal, dvs. att svaret var rät ang. tal och talstorlek

**Tjejen S, spelar tillsammans med N**

*Matematiksvårigheter*

Det är svårt att bedöma matematiktestet, eftersom S inte fullgjorde det. Hennes svar antyder att hon är svag i alla räknesätten. Hennes svaghet i addition visar sig vara pga. positioneringsfel, där hon t.ex. adderar hundratalen med tiotalen och tiotalen med entalen:  $2\underline{1}2 + 1\underline{3}$  blir således 342 istället för 225. Det saknas uppgifter om hon förstår sambandet mellan addition och multiplikation.



Hon kan känna igen jämna tiotal genom addition, men hon saknar en strategi för igenkänning av jämna tiotal genom subtraktion. För övrigt har hon mycket svårt med negativa tal och övergångar.

*Attityd gentemot matematik, specialundervisningen och matematikspelet*

– Arbeta med matematik

S är ganska positiv inställd gentemot arbete med matematik. Hon mår bra när hon tänker på matematik innan skolan börjar. Ämnet upplever hon som varken svårt eller lätt. Det roligaste i matematik är dock multiplikation och att få lära sig något nytt. S bedömer att hon ganska lätt kan koncentrera sig i matematik. Under spelintroduktionen visar hon dock tecken på ett allmänt behov att bli bekräftad, vilket påverkar hennes koncentration negativt när behovet inte uppfylls. När S inte bekräftas, påminner hon ständigt sin omgivning om att hon finns. Hon avbryter t.ex. pedagogens förklaringar, nynnar eller sjunger. Hon blir även rastlös, då hon pillar, trummar eller tittar sig omkring. Rastlösheten leder till att hon även saknar tålamod och fort vill framåt och vill därför jämt ta ledningen. Hon visar sällan tålamod för pedagogens förklaringar eller för spelkamratens frågor. Förutom att det stör spelkamratens koncentration, finns det anledning att tro att detta också stör hennes egen koncentration. Eftersom S inte var tillgänglig vid den andra observationen, finns ingen information om hur hon upplever situationen när hon arbetar ensam med pedagogen.

I enkäten svarar S att undervisningen hos specialpedagogen inte alls är jobbig. Under intervjun med specialpedagogen berättar pedagogen att hon dock har haft svårt att få S att lämna den vanliga undervisningen för att delta i specialundervisningen. Hon förklarar att detta beror på olika faktorer. Dels verkar S ha bestämt sig för att matematikspelet inte är något för henne, dels är S attityd gentemot specialpedagogiken mycket negativ, då hon skäms och upplever att det är jobbigt att utpekas genom att hämtas av specialpedagogen i klassen, dels saknar S tålamod och vill gärna snabbt ta sig igenom saker. Dessutom visar pedagogen viss förståelse för S attityd, då spelsessionerna har känts extra tynga för S, eftersom de genomfördes på mindre lämpliga stunder. Det blir t.ex. inte lättare av att hämtas från en filmstund med klassen till en undervisningsstund som redan är kopplad till negativa känslor.

– Intresse för matematik

S tycker trots sin positiv attityd gentemot matematik, att matematik är tråkigt, i synnerhet när det handlar om pengar. I matematiktestet finns två pengrelaterade frågor och efter den andra, har hon slutat besvara testet. Kan det finnas ett samband med att hon tycker att pengar är tråkigt? Det kan även bero på hennes avsaknad av tålamod och hennes attityd, vilket är S allmän attityd specialpedagogen.

Trots att hon verkar svag i multiplikation, tycker hon om det. Det framgår från attitydtestet men även från den första spelsessionen, där hon upprepade gånger vill prova på multiplikationsspelet, men blir stoppad av spelkamraten N som inte tycker om multiplikation. Dessutom stoppas hon av pedagogen som tycker att de ska hålla sig till addition och subtraktion till en början.

Åtskilda gånger vill S testa spelet multiplikation och division utan att få det. När hon dessutom inte får välja spelmode i spelet hon redan inte vill spela, tappar hon intresset helt. När hon sedan försöker att starta ett mer avancerat spel, stängs det genast av eftersom spelkamraten N inte vill spela det.

Vid ett annat tillfälle tycker hon att spelet Inom repet upp till 100, är tråkigt, detta trots att hon snabbt förstår spelet och svarar rätt på frågor. Hon vill dock absolut inte spela det flera gånger. När hon sedan tvingas spela spelet igen, blir hon uttråkad: hon väljer ett kort, får en stjärna utan att reagera på den, tittar bort och nynnär.

– Self-efficacy i samarbete: allmänt och i spelkontext

S tycker lite om att förklara matematik för andra, men känner sig ganska säker i det.

I spelsammanhang värderar hon sin förmåga i multiplikation ganska högt, då hon under den första observationen med stor säkerhet erbjuder spelkamraten N sin hjälp i multiplikation. Eftersom S inte får tillfälle att spela multiplikationsspelet, kan det inte ställas i relation till hennes prestanda.

Från spelobservationerna verkar det som S *vill* förklara för sin spelkamrat N. Först uppmanar hon N att räkna, sedan vill hon förklara varför och avbryter sig själv för att fråga pedagogen om de inte kan spela i spelmodet ”med” istället för ”mot”. S uppfattar kanske ”mot” modet som hon inte har lov att samarbeta, precis som andra elever reflekterade. Dock vill hon senare vid ett nytt spel ( Få bort allt upp till 10 resp. 100) ändra spelmode till ”mot”. Dessutom väljer hon i enkäten ”mot” modet som hennes favorit.

När S och N slutligen spelar i spelmode ”med” händer tre saker: först bestämmer S att hon ska göra det avgörande draget innan spelet börjar, sedan reagerar hon för första gången på att de har fått en stjärna, sist samarbetar hon med N. Att vilja göra sista draget kan tyda på säkerhet att lösa uppgiften framgångsrikt. Att uppmärksamma spelresultatet för första gången på slutet av hela spelsessionen, kan tyda på att hon är osäker och inte vill visa sitt eget resultat. Att byta mode, hjälpte S att samarbeta med spelkamraten N. Detta gäller hennes attityd när hon spelar, medan när hon ska tycka till i enkäten ställer sig helt neutralt till detta. Hon känner sig varken säker eller osäker när hon ska förklara sitt drag och tycker att det är varken lätt eller svårt. Under spelandet är det dock hon som oftast svarar. Hon skyndar sig att räkna eller listar ut frågan innan den uttalas till punkt för att kunna svara först. Detta kan bero på behov att bli bekräftad.

När S stoppar sin agent för första gången får hon ingen stjärna för sitt eget kortval. När hon sedan godkänner agentens nästa kortval, vinner hon en stjärna. Då drar hon snabbt slutsatsen att ”man måste lyssna på den [hon menar agenten]” för att ”[...] jag fick en stjärna”. S verkar tro att hennes agent väljer bättre kort, vinner stjärnor och spelar därför bättre, eftersom hon behåller den taktiken spelet igenom. Hon bekräftar detta i enkäten, då hon tycker att agenten spelar bättre, trots att hon vet att det är hon som lär den.

*Elevens bedömning av sin egen förmåga i konkreta uppgifter – exempel*

I specifika uppgifter bedömer hon sin egen förmåga olika. Där hon känner sig mycket osäkert att klara av en enhetsuppgift, känner hon sig lika säkert att kunna svara på en additionsuppgift. I båda fall gäller det uppgifter i traditionellt utformning. I enkätens respektive uppgift, svarar S fel.

I spelsammanhang visar hon en direkt förståelse för matematikspelets decimala indelning, då hon snabbt listar ut tal som ska fyllas in, trots att pedagogen endast hinner förklara ental och tiotal. I enkäten svarar hon huvudsakligen rätt i grafiska uppgifter om enheter, tal och addition. Hon missar dock att se vilket tal som ska fyllas in på spelbrädet, vilket hon tidigare har kunnat under sitt spelande.