



**CHALMERS**



# **Test-based learning in upper secondary school mathematics**

A study on the effect and experience of test-based learning for students and teachers

Master thesis in communication and learning in science

**OLLE BURMAN & FLORIAN LUNDBLAD**

---

**DEPARTMENT OF COMMUNICATION AND LEARNING IN SCIENCE**

CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Gothenburg, Sweden 2024

[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



MASTER THESIS 2024

# Test-based learning in upper secondary school mathematics

A study on the effect and experience of test-based learning for  
students and teachers

OLLE BURMAN, FLORIAN LUNDBLAD



**CHALMERS**

Department of communication and learning in science  
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
Gothenburg, Sweden 2024

Test-based learning in upper secondary school mathematics  
A study on the effect and experience of test-based learning for students and teachers  
OLLE BURMAN & FLORIAN LUNDBLAD

© Olle Burman, Florian Lundblad, 2024.

Supervisor: Samuel Bengmark, Mathematical science  
Examiner: Phillip Geerle, Mathematical science

Master thesis 2024  
Department of communication and learning in science  
Chalmers University of technology  
412 96 Gothenburg  
Phone number: 031 772 1000

Written in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X  
Gothenburg, Sweden 2024

Test-based learning in upper secondary school mathematics  
A study on the effect and experience of test-based learning for students and teachers  
OLLE BURMAN  
FLORIAN LUNDBLAD  
Department of communication and learning in science  
Chalmers University of Technology

## Abstract

This study explores the impact and experiences of test-based learning in mathematics education among upper secondary school students. The primary goal was to understand how test-based learning influences students' knowledge development and their perception of this teaching method. The study compared the performance of two test-based learning groups against two control groups and collected qualitative data through surveys and interviews with both students and teachers. The results show an improvement in mathematical performance for students in the test-based learning groups compared to their counterparts in the control groups. In one of the test-based learning groups, both initially high-performing and low-performing students improved their performance. Students in the other test-based learning group also showed improvement, particularly among the initially low-performing students. Surveys and interviews reveal that most students and teachers perceive test-based learning positively, emphasizing the method's ability to identify knowledge gaps and improve memory retention. However, some students expressed concerns about stress related to frequent testing. This study concludes that test-based learning can enhance mathematical performance, particularly among initially low-performing students. It also highlights the importance of balancing the structure of test-based learning to minimize stress and provide challenges for high-performing students. These findings suggest that incorporating test-based learning into mathematics education can be beneficial, provided that the tests are appropriately structured to motivate and support students at different performance levels.

Keywords: Test-based learning, TBL, Retrieval practice, Test enhanced learning.



---

## Acknowledgements

We would like to express our gratitude towards our supervisor Samuel Bengmark at Chalmers, who has shown great interest in our work, and provided us with wise observations and guidance during the process. We would also like to thank the teachers Jonas and Henrik for providing the data which this report is based upon and for showing interest during the making of this report.

Lastly, Filip and Åke, whose involvement in the project has been notably minimal. Although their contributions have been somewhat overestimated, they nonetheless find themselves mentioned here. A "thank you" is due, though with a noticeable dose of irony.

Olle Burman & Florian Lundblad, May 2024

# Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>1</b>
1.1	Aim . . . . .	1
1.2	Objectives . . . . .	1
1.3	Limitations . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Background</b>	<b>3</b>
2.1	Test-based learning . . . . .	3
2.2	Retrieval practice . . . . .	4
2.3	Previous research on test-based learning . . . . .	5
2.3.1	Study 1 . . . . .	5
2.3.2	Study 2 . . . . .	5
2.3.3	Study 3 . . . . .	6
2.4	Cognitive load theory . . . . .	6
2.5	Self-efficacy . . . . .	7
2.6	Effects of rewards and punishment . . . . .	7
2.7	Statistical calculations . . . . .	8
2.7.1	Z-score . . . . .	8
2.7.2	T-test . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Method</b>	<b>9</b>
3.1	Evaluation of student performance . . . . .	9
3.1.1	Experimental groups . . . . .	9
3.1.2	Implementation of test-based learning . . . . .	10
3.1.3	Data Collection . . . . .	10
3.1.4	Analysis Method . . . . .	11
3.2	Survey . . . . .	12
3.2.1	Survey design . . . . .	12
3.2.2	Respondents . . . . .	12
3.2.3	Survey data collection and analysis . . . . .	13
3.3	Interviews . . . . .	13
3.3.1	Selection of interviewees . . . . .	13
3.3.2	Interview questionnaire design . . . . .	13
3.4	Ethical Considerations . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Results</b>	<b>15</b>
4.1	Student's performance . . . . .	15
4.1.1	TBL group 1 . . . . .	15
4.1.2	TBL group 2 . . . . .	19
4.1.3	T-test . . . . .	22
4.2	Surveys . . . . .	22
4.2.1	TBL group 1 . . . . .	22
4.2.2	TBL group 2 . . . . .	25

4.3	Interviews . . . . .	29
4.3.1	The stress-affected . . . . .	29
4.3.2	The critical high achievers . . . . .	30
4.3.3	TBL supporters . . . . .	31
4.4	Interviews with teachers . . . . .	32
4.4.1	TBL group 1 . . . . .	32
4.4.2	TBL group 2 . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Discussion</b>	<b>34</b>
5.1	Student's performance . . . . .	34
5.2	Student experience . . . . .	36
5.2.1	Attitudes towards TBL . . . . .	36
5.2.2	Self-efficacy . . . . .	37
5.3	Teachers opinion . . . . .	38
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>40</b>
<b>A</b>	<b>Appendix 1</b>	<b>I</b>
<b>B</b>	<b>Appendix 2</b>	<b>II</b>
<b>C</b>	<b>Appendix 3</b>	<b>III</b>
C.1	Control group survey questionnaire . . . . .	IV
C.2	TBL group survey questionnaire . . . . .	V
<b>D</b>	<b>Appendix 4</b>	<b>VIII</b>
<b>E</b>	<b>Appendix 5</b>	<b>IX</b>
E.1	Transcribed interview with teacher from TBL group 1 . . . . .	IX
E.2	Transcribed interview with teacher from TBL group 2 . . . . .	XII
<b>F</b>	<b>Appendix 6</b>	<b>XV</b>
F.1	TBL group 1, Collected data from exams . . . . .	XVI
F.2	Control group 1, Collected data from exams . . . . .	XVII
F.3	TBL group 2, Collected data from exams . . . . .	XVIII
F.4	Control group 2, Collected data from exams . . . . .	XIX
<b>G</b>	<b>Appendix 7</b>	<b>XX</b>
<b>H</b>	<b>Appendix 8</b>	<b>XXII</b>
H.1	TBL group 1, survey answers . . . . .	XXIII
H.2	Control group 1, survey answers . . . . .	XXIV
H.3	TBL group 2, survey answers . . . . .	XXV
H.4	Control group 2, survey answers . . . . .	XXVII
<b>I</b>	<b>Appendix 9</b>	<b>XXVIII</b>
I.1	Interview 1 . . . . .	XXIX
I.2	Interview 2 . . . . .	XXX
I.3	Interview 3 . . . . .	XXXII
I.4	Interview 4 . . . . .	XXXIV
I.5	Interview 5 . . . . .	XXXVI
I.6	Interview 6 . . . . .	XXXVIII
I.7	Interview 7 . . . . .	XXXIX
I.8	Interview 8 . . . . .	XLII
I.9	Interview 9 . . . . .	XLIV
I.10	Interview 10 . . . . .	XLVII



# 1

## Introduction

This study investigates the impact and experiences of test-based learning (TBL) among upper secondary school students by analysing data collected over one to two years. The data were collected by teachers from four different classes at an upper secondary school. Two of these classes used test-based learning as a learning method, while the remaining two served as control groups. In the two test-based learning classes, students were tested weekly on the material they had covered during that particular week. In contrast, the control groups followed a learning approach without regular weekly tests. This comparative study provides insights into the effectiveness of TBL as a learning method and highlights the students' and teachers' experiences with this educational approach.

### 1.1 Aim

This study aims to gain a better insight into how test-based learning affects knowledge development among upper secondary school students in mathematics, by comparing groups who use test-based learning with control groups who don't. The study also aims to investigate the experiences of teachers and students in relation to test-based learning. Such as how the teachers' workload change by implementing test-based learning and how students' feel about an increased frequency of tests.

### 1.2 Objectives

**The effect of test-based learning on student knowledge:** Does test-based learning improve the knowledge of upper secondary school students in mathematics compared to non-test-based learning?

**Students' experience of test-based learning:** What is students' experience of having test-based learning, and what are the perceived advantages and disadvantages of the method?

**Teachers' experience of test-based learning:** What is teachers' experience of using test-based learning, and what are the perceived advantages and disadvantages of this method?

### 1.3 Limitations

This thesis focuses on the effects of test-based learning on upper secondary school students within mathematics, meaning that the conclusions are primarily relevant

for this specific student group and subject area.

The thesis also focuses on two specific forms of test-based learning. This means that the thesis does not provide a comprehensive view of how different types of tests can affect learning and knowledge development.

# 2

## Background

In this chapter, relevant theory is presented, both regarding different theories about learning relevant for understanding test-based learning, and how statistical calculations are made.

### 2.1 Test-based learning

#### Test-based learning - How it works

The basic principles of test-based learning involve integrating tests that initiate a process of continuous recall of information, rather than merely repeatedly studying material, such as through repeated reading for learning. This method, where information is recalled multiple times from long-term memory, strengthens the capacity to remember what has been learned for the future (Jonsson and Nyberg, 2020). Typically, learning processes focus on methods to input information into the brain, while test-based learning focuses on extracting information from the brain. To further improve the learning effect, test-based learning is often used in conjunction with feedback to support knowledge acquisition (Jonsson and Nyberg, 2020).

#### Direct and indirect effects of test-based learning

Some effects of TBL are presented below, divided into direct effects and indirect effects (Jonsson and Nyberg, 2020).

##### Direct effects:

- The implementation of test-based learning enhances both learning and memory capabilities (Jonsson and Nyberg, 2020).

##### Indirect effects:

In Pastötter and Frings (2019) a study was conducted that tested university student's retrieval practice. The following two effects were presented in this study.

- Test-based learning contributes to more efficient acquisition of new knowledge (Pastötter and Frings, 2019).
- Test-based learning improves the ability to recall previously studied material (Pastötter and Frings, 2019).
- Test-based learning increases meta-cognitive understanding (Jonsson and Ny-

berg, 2020).

### **Inclusive benefits of test-based learning**

TBL not only strengthens memory (Roediger et al., 2011), but also plays a crucial role in identifying "gaps" in knowledge. By integrating tests into the learning process, educators can pinpoint areas where students lack understanding, allowing for targeted and efficient learning experiences. As Jonsson and Nyberg (2020) discussed, when teachers employ TBL, they can better distribute time to areas that require additional focus, thus tailoring the instruction to meet the specific needs of each student (Son and Sethi, 2010). This customized approach to teaching ensures that all students, regardless of their cognitive starting point, can close the gaps in their understanding, contributing to a more inclusive educational environment.

## **2.2 Retrieval practice**

Retrieval practice and test-based learning are closely related concepts, both hinging on the idea of using recall tasks to enhance learning. Retrieval practice focuses on the deliberate recall of information from memory without the immediate pressure of testing, but with the same goal of strengthening memory retention.

This process, retrieval practice, is grounded in the cognitive principle that active recall serves dual roles—both assessing knowledge and reinforcing it—has profound implications for educational strategies. By actively working with what has been learned, information not only becomes easier to access later but also embeds more firmly in our memory, making it harder to forget (Bjork, 1988).

A key aspect of retrieval practice is the use of expanding retrieval schedules. These schedules, characterized by progressively lengthening intervals between recall attempts, are particularly effective in contexts where the learning material is at risk of being overshadowed by other cognitive activities. The idea of spreading out the testing occasions is to find a balance – testing too frequently leaves no room to forget, which is important for making the exercise challenging and thus beneficial. Testing too infrequently, however, could risk completely forgetting what has been learned. Storm et al. (2010) underscores this point by demonstrating that such schedules can significantly optimize long-term memory retention, especially when there's a risk that other information might interfere.

## 2.3 Previous research on test-based learning

In previous research, test-based learning goes by several names, including retrieval practice, practice testing and test enhanced learning. To give better insight in how TBL has been used in previous research, three studies are summarized below:

### 2.3.1 Study 1

*Investigating the efficacy of retrieval practice in university mathematics* (Szabó et al., 2023).

This study investigates how retrieval practice, affects university students' ability to tackle complex mathematical problems. This research involved six groups of undergraduate pre-service mathematics teachers who were taught number theory using either retrieval practice or traditional methods. The study found that the groups using retrieval practice showed significantly better performance in solving complex mathematical problems compared to those who used traditional study methods, despite starting with lower initial competence levels.

Key findings indicate that retrieval practice consistently benefits students across different performance levels—low, middle, and high. The experimental design was robust, utilizing typical course materials and controlling for teacher quality and individual competence to ensure valid results.

This research underscores the effectiveness of retrieval practice as a powerful educational tool, particularly beneficial for subjects that require high cognitive engagement, like mathematics. It suggests broader implementation in educational curricula to improve learning outcomes, emphasizing that retrieval practice not only enhances retention but also improves problem-solving capabilities. The study supports the integration of test-enhanced learning strategies across various educational settings to boost academic performance universally.

### 2.3.2 Study 2

*Effects of spaced, repeated retrieval practice and test-potentiated learning on mathematical knowledge and reasoning* (May, 2022).

This study evaluates the effectiveness of spaced and repeated retrieval practices combined with test-potentiated learning on enhancing mathematical knowledge and reasoning among second-year pre-service mathematics teachers. The key focus was on how these educational strategies affected the retention and application of both procedural and conceptual knowledge.

The findings revealed that spaced and repeated retrieval practices significantly improved the students' abilities in areas requiring familiar algorithmic reasoning and procedural knowledge. However, these practices were less effective in enhancing flexible and creative use of conceptual knowledge. This suggests that while retrieval practices can effectively reinforce established procedures, they may not be as effective in fostering a deeper, conceptual understanding of new material.

The research utilized a non-experimental design, which is characterized by the absence of random assignment to groups and no manipulation of the independent variable, as all participants were exposed to the same educational strategies. The research employed pre- and post-tests to measure learning outcomes, allowing for

observation and analysis under natural conditions without experimental intervention.

Statistical analyses, including paired-samples tests, showed significant improvements in the retention and application of mathematical knowledge post-intervention, confirming the benefits of spaced testing as a learning tool. Theories of storage and retrieval strength were used to interpret the effectiveness of these practices, indicating that while retrieval strength aids in recalling information, storage strength is crucial for long-term retention.

### 2.3.3 Study 3

*A Case Study of Using Test-Enhanced Learning as a Formative Assessment in High School Mathematics* (Szeibert et al., 2023).

This study explores the efficacy of test-enhanced learning to improve long-term knowledge retention among high school students, particularly in a high-needs vocational school. By integrating short tests at the end of each lesson, which assessed both theoretical and practical problems, the students were able to perform comparably to their peers from an elite grammar school. The results indicate that regular, low-stakes testing can enhance performance and reduce the achievement gap between students from diverse educational backgrounds. This approach not only assesses students' understanding but also provides immediate feedback, helping teachers to tailor subsequent lessons based on students' needs and improving students' grasp of material over time. The report highlights the potential of formative assessments in mathematics education.

## 2.4 Cognitive load theory

Cognitive Load Theory (CLT), created by John Sweller, explores how we learn and how teaching can be designed to fit with how our minds work (Sweller, 1988). It's based on understanding that our working memory has limits. As Miller (1956) discovered, the working memory can hold about seven pieces of information at one time. This is important for anyone designing lessons because it affects how much new information students can handle. CLT breaks down cognitive load, or the amount of mental effort being used, into three types: **intrinsic**, **extraneous**, and **germane** (Sweller et al., 1998).

**Intrinsic load** is about how complex the actual learning material is. It is fixed and depends on what is being taught and what the learner already knows. For example, learning the symbols for the periodic table like Fe for iron and Cu for copper does not overload your brain because each symbol is learned by itself (Sweller et al., 1998).

**Extraneous load** comes from how the information is given to the learner. If the teaching methods are not clear, it can make learning harder by unnecessarily filling up the working memory. Sweller (1988) suggests that teaching should aim to keep this load as low as possible so that the brain can focus on learning.

**Germane load** is the effort put into making sense of the information and building knowledge. Instructional designs that help in creating and strengthening schemes, or frameworks for understanding, are key. They make learning deeper and help students apply what they've learned in different situations. Sweller et al. (1998) talks about using different problems and examples to increase this type of load for

better learning.

Effective teaching, according to CLT, is about managing these types of loads. It's important to reduce the unnecessary extraneous load while increasing the beneficial germane load, all within the limits of what the content naturally requires (the intrinsic load). By doing this, teaching can be more aligned with how our brains work, making learning more efficient and helping students to build strong, lasting knowledge.

## 2.5 Self-efficacy

Self-efficacy is a theory developed by the psychologist Albert Bandura in 1997. The theory can be described as an individuals' belief in their own ability to succeed in a given area (Bandura, 1977). Bandura divides self-efficacy into two parts, efficacy expectations and outcome expectations. Outcome expectations is a person's belief that a given behaviour will lead to a certain outcome, while efficacy expectations is the belief that the behaviour can be executed to reach the desired outcome.

Furthermore, Bandura identifies four sources which contributes to the development of an individuals' efficacy expectations:

- **Performance accomplishments:** The development of an individuals' efficacy expectations when completing a task and thereby increasing their belief to succeed with said task.
- **Vicarious experience:** The development of an individuals' efficacy expectations when observing someone completing a similar task.
- **Verbal persuasion:** The development of an individuals' efficacy expectations when receiving positive reinforcement or feedback from other individuals. especially if the person giving the reinforcement is an authority.
- **Emotional arousal:** The development of an individuals' efficacy expectations depending on the circumstances surrounding the task. For example, a stressful and taxing environment may lessen an individuals' development in self-efficacy.

To summarize, self-efficacy theory is a way to describe and understand an individuals' belief in their own ability to succeed.

## 2.6 Effects of rewards and punishment

Punishment and reward have been shown to play a crucial role in an individual's performance, mood, and functions of the autonomic nervous system in behavioral science studies (Sakuragi and Sugiyama, 2009). However, the effects of these stimuli are not always consistent and vary greatly depending on the individual's personality and the situation in which the stimuli are provided. Generally, such rewards and punishments drive behavioral patterns through specific systems in the brain that manage these responses.

Research clarifies that reward often leads to improved mood and reduced stress, while punishment can cause the opposite. These results are supported by experiments measuring cognitive flexibility and autonomic nerve functions. It is also evident that an individual's personality traits play a critical role in how they respond to

these stimuli. For example, some individuals may show improved performance and increased stress response as a result of punishment, while others respond positively under rewarding conditions (Sakuragi and Sugiyama, 2009).

Therefore, it is important in strategic decisions, such as educational or therapeutic approaches, to not only consider the desired outcome but also take into account personality traits and situational factors.

## 2.7 Statistical calculations

This chapter present the statistical method that were used.

### 2.7.1 Z-score

Z-score is a statistical method to calculate how an observed value compares relative to the expected values in a standard deviation. When calculating a z-score for an observation, the value of z becomes a measurement for how near or far away from the mean value the observed event is(Comet et al., 1999). The formula to calculate a z-score is:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}$$

Here  $x$  is the observed score,  $\mu$  is the mean value and  $\sigma$  is the standard deviation for the whole sample. If the observed score is greater than the mean value, the z-score will be positive and vice versa(Comet et al., 1999). If more z-scores from the same observation and individual are calculated over a period of time, the difference between the z-scores can be viewed as an individual's development in that specific area(Comet et al., 1999).

### 2.7.2 T-test

A t-test is a statistical method used to compare the means of two groups to determine if there is a significant difference between them. There are two main types of t-tests: the independent t-test and the paired t-test. The independent t-test is applied when comparing two groups that are not related to each other, such as two different treatment groups in a clinical study. In contrast, the paired t-test is used when the same subjects are tested under two different conditions, for example, before and after a specific treatment, making the data paired and dependent. Significance in a t-test arises when the result of the test (the p-value) is less than the predetermined significance level (usually 0.05). A p-value less than 0.05 suggests that there is less than a 5% probability that the difference in means is due to random chance, which implies that the difference is statistically significant and not likely a result of random variations in the data (Kim, 2015).

# 3

## Method

This chapter outlines the methodological approaches used to investigate the effects of TBL on students' mathematics knowledge and their opinions on TBL. The study employed both quantitative and qualitative methods.

### 3.1 Evaluation of student performance

In our research on the impact of TBL on upper secondary school students' mathematics knowledge, participants were divided into two main groups: those who participated in test-based learning and those who belonged to control groups. For each TBL group, there was a corresponding control group, creating four unique groups of students. This structure allowed for a direct comparison between each TBL group and its specific control group. Below is a more detailed description of the data collection method and the analysis process.

#### 3.1.1 Experimental groups

The investigation into the impact of TBL on students' mathematics achievements involved four distinct groups. This setup was integral to the project, providing a basis for comparing the effects of TBL against non TBL. Below is an overview of each group's characteristics and their involvement in the study:

- **TBL group 1 (22 students):** This group consisted of second-year upper secondary school students engaged with TBL since fall 2022. Their routine included weekly tests. Failure to pass a test necessitated attendance at an extra math lesson on the following Tuesday, with minor mistakes prompting a small homework assignment. For those who passed, there were no further requirements.
- **Control group 1 (17 students):** Is parallel to TBL group 1 in grade level but under alternative instruction, this group did not participate in TBL. They served as the control for TBL group 1, undergoing the same initial diagnostics, midterm assessments, and national exams to ensure a fair comparison of educational outcomes.
- **TBL group 2 (23 students):** This group consisted of first-year upper secondary school students engaged with TBL since fall 2023. Their experience with TBL was characterized by surprise weekly tests, without any direct consequences tied to their performance.
- **Control group 2 (21 students):** Matching TBL group 2 in terms of grade but instructed by a different teacher, this group was not exposed to TBL.

They served as the control for Group 2, undergoing the same initial diagnostics, midterm assessments, and national exams to ensure a fair comparison of educational outcomes.

### 3.1.2 Implementation of test-based learning

Each TBL group experienced TBL differently, with distinct structures tailored to assess how varying approaches to testing might influence students' grasp of the material covered. A more specific description of how TBL was executed across the two groups is described below:

- **TBL group 1:** In this group, students were subjected to a consistent testing schedule, with tests taking place on the same day each week. The tests aimed to assess the fundamental knowledge students acquired from the week's material. Each test lasted approximately 10–15 minutes and was conducted on paper. Following the completion of each test, the teacher reviewed the answers with the class before personally grading the students' responses. If a student failed to pass the test, attendance at a mandatory extra lesson the following week was required. Those who partially passed the test were assigned homework, whereas students who fully succeeded in the test were exempt from further assignments or additional lessons.
- **TBL group 2:** Contrary to TBL group 1, students in TBL group 2 faced tests on different days every week instead of having the test on the same day every week. Similar to TBL group 1, these tests were crafted to evaluate the essential knowledge from that week's lessons and also lasted about 10–15 minutes, written on paper. However, after these tests, the teacher presented the correct answers, and students were tasked with self-grading their work. There were no consequences for failing or partially passing a test in this group.

The tests had no effect on the student's grades and were only used as a tool to help them develop their mathematical ability.

### 3.1.3 Data Collection

Two teachers, each responsible for their respective TBL groups, have collected data during the period when TBL was implemented in their classes. This data serves as a basis to track students' progress in mathematics over the period. Below is a description of the data points where the measurements were conducted.

For TBL group 1, data collection encompassed four specific points in time:

- **Baseline Exam 1:** In the fall of 2022, an initial baseline exam was conducted to establish a baseline for the students' knowledge in mathematics.
- **National Exam:** A national exam was conducted, serving as an assessment of their mathematics skills.
- **Baseline Exam 2:** In the fall of 2023, a new baseline exam was carried out to update and compare the students' knowledge levels with earlier data.
- **National Exam:** A second national exam was held at the end of the period as a final assessment of their mathematical abilities.

For TBL group 2, data collection was structured around the following six points in time:

- **Baseline Exam:** The fall of 2023 began with a baseline exam to establish a baseline for knowledge levels.
- **Partial Exam:** Two partial exams were conducted between the baseline exam and the National exam to continuously evaluate and monitor the students' progress and development in mathematics.
- **National Exam:** A national exam served as a comprehensive assessment of the students' mathematics knowledge.
- **Partial Exam:** Following the national exam, two additional partial exams were conducted to continue tracking and evaluating the students' performance.

During the national exam for TBL group 2, there was a deviation compared to the control group 2. The control group 2 had the opportunity to use a program on their computers during certain parts of the test, whereas TBL group 2 only used graphing calculators.

The student results from the exams mentioned above were collected and stored by the teachers, each associated with a pseudonym code unique to the student. This data was stored in an Excel sheet and was then used in order to calculate the student's progress in mathematics.

### 3.1.4 Analysis Method

The analysis of the collected data was conducted using z-scores. Z-scores were chosen because of its ability to measure and compare the progress in an individuals' knowledge (Andrade, 2021). By calculating z-scores for each TBL group compared to its control group, we could identify whether there were any differences in performances that could be attributed to the teaching method. Since all exams were identical for both TBL groups and control groups, this allowed for a fair and direct comparison of the results. The teachers at the school were responsible for conducting the collection of data. When calculating the z-scores, only the students who participated in all exams during the data collection period were observed. For students who had missed one or more exam, all their data was removed in order to correctly calculate their progression.

To further analyze the data, it was split into quartiles. This was done because of the potential to give further insight into the data (Jemma, 2023). All students from TBL group 1 were combined with control group 1, and a similar merger was carried out for TBL group 2 and control group 2. This combined population was then divided based on their performance on the test conducted at the start of their studies. Students were categorized as "High" for those in the upper quartile, "Low" for those in the lower quartile, and "Average" for the remaining 50% of the population. Subsequently, these performance-based groups were compared within each class individually to identify differences and patterns in performance that could be linked to the different teaching methods.

After the raw data was processed into z-score progression for the different groups of students, an indented t-test was performed in order to ensure the validity of the results. This was done using the computer program SPSS. The t-test was performed only on the TBL-groups and their respective control group, and not on the divided groups mentioned above. When performing a t-test on such small groups, there is a risk of individual outliers affecting the results of the test (Widerberg, 2019). Therefore, it was decided to only perform t-tests on the bigger groups.

## 3.2 Survey

As part of our research on the impact of test-based learning on upper secondary school students' mathematics skills, a survey study was conducted. The purpose of the study was to collect data on students' experiences with test-based learning.

### 3.2.1 Survey design

To investigate the effects of test-based learning, two distinct surveys were designed following key principles for creating effective questionnaires highlighted by Denscombe (2017). TBL group 1 and 2, received the same comprehensive survey, while the control groups were given a shortened version that focused solely on self-efficacy, stress levels, and the time they dedicate to their studies. This differentiation in survey versions allowed for targeted data collection pertinent to the specific experiences of each group, with the TBL-specific survey including additional questions about test-based learning experiences.

Striving to enhance the quality of the data gathered while also reducing the effort required from respondents, a careful balance between open-ended and closed-ended questions was kept.

Open questions enabled students to freely express their thoughts and experiences regarding test-based learning, providing valuable qualitative insights. Despite the higher effort required for these responses and their subsequent analysis, such questions were essential for obtaining deeper insights into students' perceptions and experiences.

Closed questions facilitated efficient comparisons across different respondent groups and streamlined the data analysis process. Predefined answer options not only reduced the completion time, thus potentially increasing response rate and completeness but also simplified the collection of quantitative data for statistical analysis.

To reduce the risk of respondent boredom and a monotonous pattern of answers, the survey varied question types and response formats. This strategic diversity aimed to maintain engagement and ensure the quality of responses throughout.

This approach, aligning with Denscombe (2017) recommendations, was designed to construct a well-balanced survey that not only sought to improve response rates and completeness but also to validate the responses received. By making a clear distinction between the surveys for the TBL groups and the control groups right from the start, the study was able to tailor its data collection techniques to better understand how test-based learning differently affects student outcomes.

The surveys are available in their entirety in Appendix C

### 3.2.2 Respondents

The study was conducted at an upper secondary school, with participating students from the four classes described above. Each student was assigned a pseudonym code to ensure anonymity in their responses.

### 3.2.3 Survey data collection and analysis

The surveys were created and stored digitally, which facilitated a quick and efficient analysis. A thematic analysis was conducted on the portion of the survey responses where students were required to justify their previous answers (Denscombe, 2017). This analysis helped to categorize these responses into themes and to examine patterns and differences in perceptions and experiences between the groups.

## 3.3 Interviews

The next phase involved a deeper exploration of students' experiences and opinions, which was carried out through interviews over two full days. In addition to interviewing the students, interviews were also conducted with the teachers responsible for implementing TBL in their teaching.

### 3.3.1 Selection of interviewees

Following the analysis of survey data, three distinct groups emerged among the students: those who experienced stress in relation to TBL (stress-affected students), high-performing students who expressed some kind dislike for TBL (critical high achievers) and those who were positively inclined towards the method and experienced positive development in their learning (TBL supporters).

The selection of interviewees was based on these three groups of the survey study. The students were identified based on their survey responses and then asked by their teachers if they agreed to be interviewed. A total of ten interviews were held, and there were at least two interviews held with each of the previously mentioned groups.

When selecting interviewees from the teachers' side, there were only two viable candidates, namely the teacher for each respective TBL group.

### 3.3.2 Interview questionnaire design

When designing questions for an interview, it is important to keep in mind what type of interview is going to be conducted. With the aim of this report and the overall aim with the interviews in mind, a semi-structured format was chosen. It was chosen because of the flexibility and ability to let the interviewees develop their ideas more freely (Denscombe, 2017). The questions in a semi-structured interview should have an open-ended wording which allows the interviewee to answer freely to the questions without being tainted by the interviewers own agenda. The questions should also be neutral in their nature and understandable. Another important aspect in a semi-structured interview is the follow-up questions, where the interviewer has to be prepared to ask follow-up questions to steer the conversation back on track or to further deepen the conversation about a topic (Turner III, 2010). According to, Denscombe (2017) an interview should be started with a simple, easy to answer question, to make the interviewee more talkative during the rest of the interview. With the previously mentioned information, the interview questions were designed for the students and teachers and can be viewed in appendix A and appendix D respectively.

The foundation for these interviews was established through a pilot study conducted at another school, which meant that the questionnaire did not need to be tested further before being officially distributed.

### 3.4 Ethical Considerations

Participant's anonymity was ensured throughout the study. Students were informed about the purpose of the study and gave their informed consent to participate through a consent form. The form was approved by the supervisors at both the school and university. This form also informed them that their participation was voluntary and that they could withdraw their participation at any time. The form can be viewed in appendix G.

# 4

## Results

This chapter presents the main findings from the study on test-based learning in upper secondary school mathematics. It highlights the impact of regular testing on student performance and experiences, drawing from quantitative and qualitative data. The analysis reveals insights into the effectiveness of test-based learning, with comparisons between experimental and control groups. Feedback from students and teachers offers a nuanced view of the method's benefits and challenges, providing a comprehensive understanding of its influence on educational outcomes and practices.

### 4.1 Student's performance

In this subchapter, the data based on students' performance with and without TBL is presented.

In order to calculate the z-scores for each TBL group compared to their control group, every student's exam score was calculated individually, where the mean score and standard deviation were calculated by looking at the whole population. In this case, the whole population is the TBL group and their respective control group. By doing this, a z value is calculated for each student for each of their exams. By taking the mean z-score of one of the classes, it becomes possible to compare this group with their control group. The same can be done with the students who initially performed differently on their first exam, where the mean of these smaller groups were compared to the rest of the population to give an idea of how this group has progressed.

#### 4.1.1 TBL group 1

Table 1 and table 2 presents the z-score and z-score progression for each of the previously mentioned groups. In table 2, each column represents the progression in z-score between two exams. The right-most column showcases the z-score progression between the first and last exam. For TBL group 1, there were 3 students in the High performing group, 11 students in the Average performing group, and 8 students in the Low performing group.

**Table 1***Z-scores for TBL group 1.*

Group	Z0	Z1	Z2	Z3
High performing	0,79	1,16	1,79	1,38
Average performing	0,08	-0,01	-0,18	-0,08
Low performing	-1,58	-1,23	-0,80	-0,51
Total	-0,42	-0,29	-0,14	-0,04

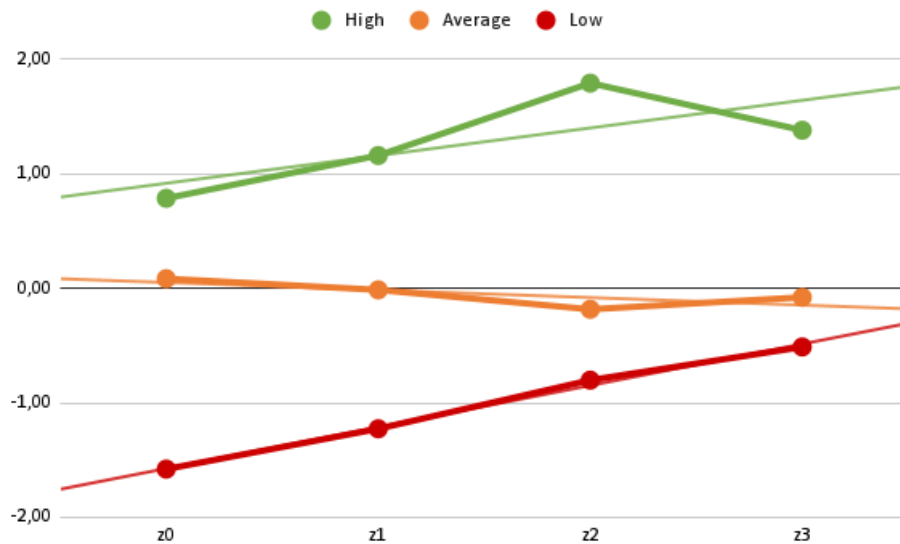
*Note:* Tabular showing the different groups z-score for every measurement point.

**Table 2***Z-score progression for TBL group 1.*

Group	Z1-Z0	Z2-Z1	Z3-Z2	Z3-Z0
High performing	0,37	0,63	-0,41	0,59
Average performing	-0,1	-0,17	0,1	-0,16
Low performing	0,35	0,42	0,29	1,07
Total	0,13	0,15	0,11	0,39

*Note:* Tabular showing the different groups z-score progression for every measurement point.

In the figure 1, we can see table 1 plotted in a graph, where each group is represented by a different colour.

**Figure 1***Z-score TBL group 1*

*Note:* Graph showing the z-scores for each group with trend lines.

Table 3 and table 4 presents the z-score and z-score progression for each of the previously mentioned groups. In table 4, each column represents the progression in

z-score between two exams. The right-most column showcases the z-score progression between the first and last exam. For control group 1, there were 7 students in the High performing group, 8 students in the Average performing group, and 2 students in the Low performing group.

**Table 3**

*Z-scores for control group 1.*

<b>Group</b>	<b>Z0</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>
High performing	1,09	0,8	0,62	0,59
Average performing	0,09	0,02	-0,06	-0,38
Low performing	-0,59	-0,38	-0,77	-0,55
Total	0,42	0,29	0,14	0,04

*Note:* Tabular showing the different groups z-score for every measurement point.

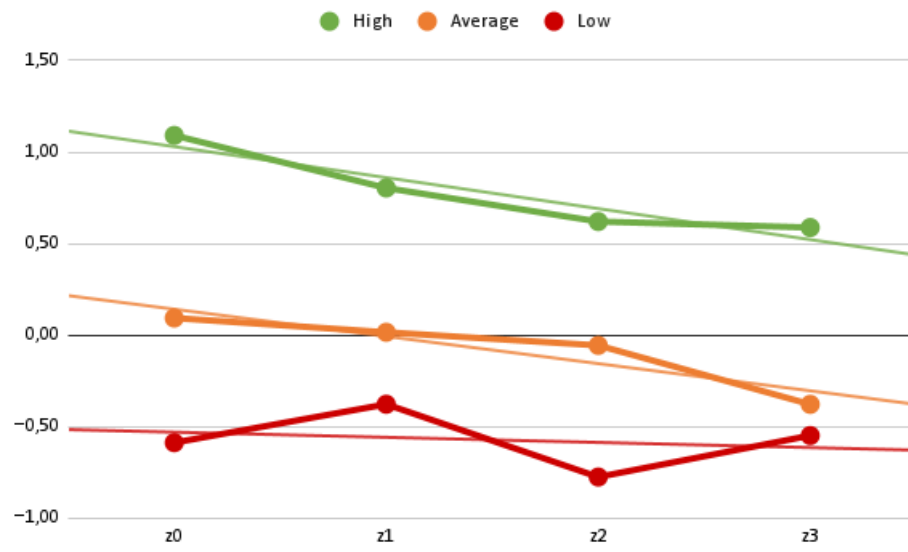
**Table 4**

*Z-score progression for control group 1.*

<b>Group</b>	<b>Z1-Z0</b>	<b>Z2-Z1</b>	<b>Z3-Z2</b>	<b>Z3-Z0</b>
High performing	-0,29	-0,18	-0,03	-0,5
Average performing	-0,7	-0,08	-0,32	-0,47
Low performing	0,21	-0,39	0,22	0,04
Total	-0,13	-0,15	-0,11	-0,39

*Note:* Tabular showing the different groups z-score progression for every measurement point.

In the figure 2, we can see table 3 plotted on a graph, where each group is represented by a different colour.

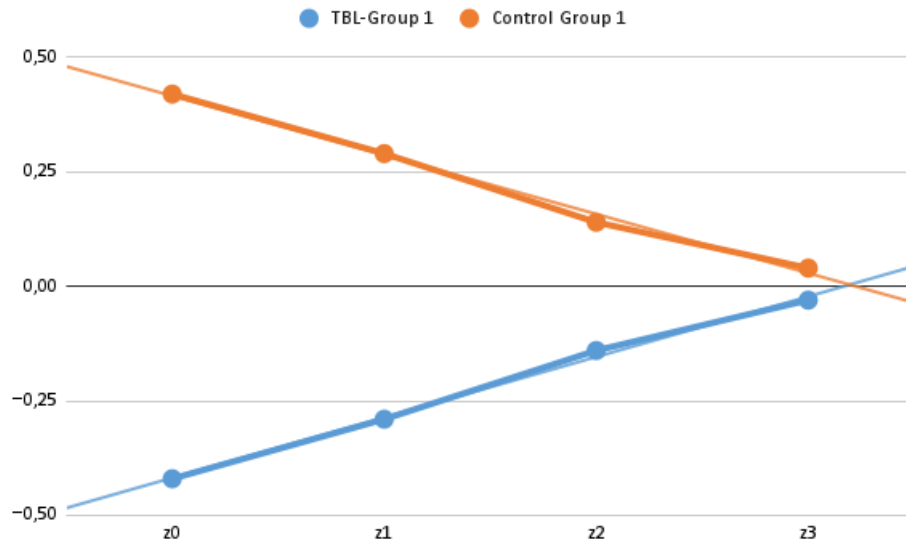
**Figure 2***Z-score, control group 1*

*Note:* Graph showing the z-scores for each group with trend lines.

In figure 3, the "Total" row from table 1 for TBL group 1 and table 3 for control group 1 is plotted. This illustrates the comparison of the progression of the two different classes over the entire period.

**Figure 3**

*Z-score, TBL group 1 and control group 1*



*Note:* Graph showing the z-scores for both TBL group 1 and control group 1 with trend lines.

#### 4.1.2 TBL group 2

Table 5 and table 6 presents the z-score and z-score progression for each of the previously mentioned groups. In table 6, each column represents the progression in z-score between two exams. The right-most column showcases the z-score progression between the first and last exam. For TBL group 2, there were 8 students in the High performing group, 11 students in the Average performing group, and 4 students in the Low performing group.

**Table 5**

*Z-scores for TBL group 2.*

Group	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
High performing	0,95	1,24	0,96	0,97	0,86	0,95
Average performing	0,151	-0,26	-0,17	-0,32	0,12	-0,06
Low performing	-2,09	-0,84	-0,91	-0,90	-1,23	-0,2
Total	0,04	0,16	0,09	0,3	0,143	0,266

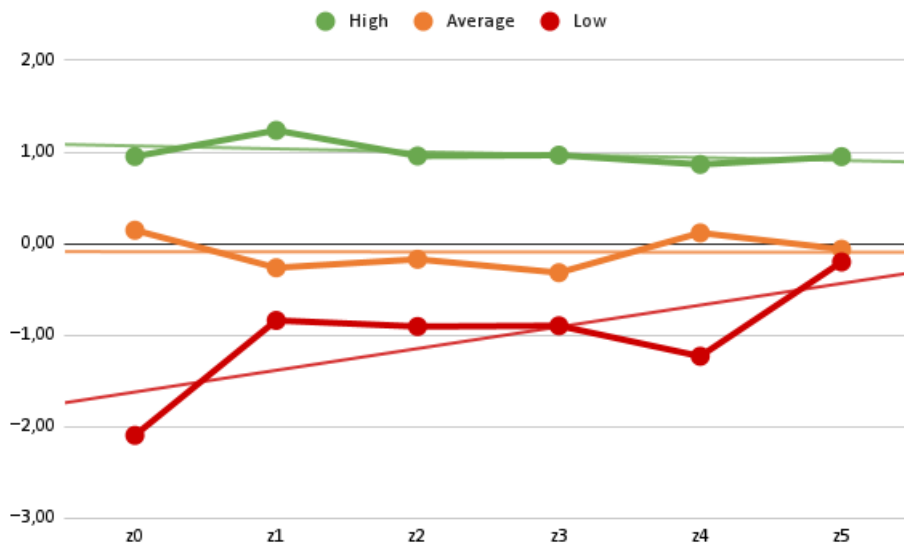
*Note:* Tabular showing the different groups z-score for every measurement point.

**Table 6***Z-score progression for TBL group 2.*

Group	Z1-Z0	Z2-Z1	Z3-Z2	Z4-Z3	Z5-Z4	Z5-Z0
High performing	0,29	-0,28	0,01	-0,1	0,09	0
Average performing	-0,41	0,09	-0,15	0,43	-0,18	-0,21
Low performing	1,25	-0,07	0,01	-0,33	1,03	1,89
Total	0,12	-0,07	-0,06	0,113	0,123	0,226

*Note:* Tabular showing the different groups z-score progression for every measurement point.

In the figure 4, we can see table 5 plotted in a graph, where each group is represented by a different colour.

**Figure 4***Z-score, TBL group 2*

*Note:* Graph showing the z-scores for each group with trend lines.

Table 7 and table 8 presents the z-score and z-score progression for each of the previously mentioned groups. In table 8, each column represents the progression in z-score between two exams. The right-most column showcases the z-score progression between the first and last exam. For control group 2, there were 3 students in the High performing group, 11 students in the Average performing group, and 7 students in the Low performing group.

**Table 7***Z-scores for control group 2.*

Group	Z0	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5
High performing	1,21	1,27	1,42	1,59	1,13	1,23
Average performing	0,2	-0,13	0,01	-0,09	-0,05	-0,06
Low performing	-0,96	-0,86	-0,94	-0,69	-0,84	-1,23
Total	-0,04	-0,16	-0,09	-0,3	-0,143	-0,266

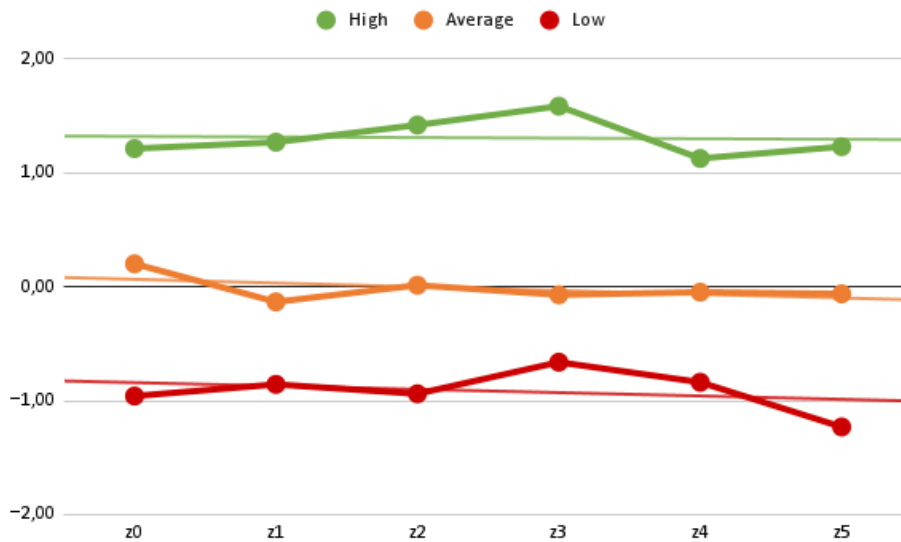
*Note:* Tabular showing the different groups z-score for every measurement point.

**Table 8***Z-score progression for control group 2.*

Group	Z1-Z0	Z2-Z1	Z3-Z2	Z4-Z3	Z5-Z4	Z5-Z0
High performing	0,06	0,15	0,17	-0,46	0,1	0,02
Average performing	-0,33	0,14	-0,1	0,04	-0,01	-0,08
Low performing	0,1	-0,08	0,25	-0,15	-0,39	-0,27
Total	-0,12	0,07	0,06	-0,113	-0,123	-0,226

*Note:* Tabular showing the different groups z-score progression for every measurement point.

In the figure 5, we can see table 7 plotted on a graph, where each group is represented by a different colour.

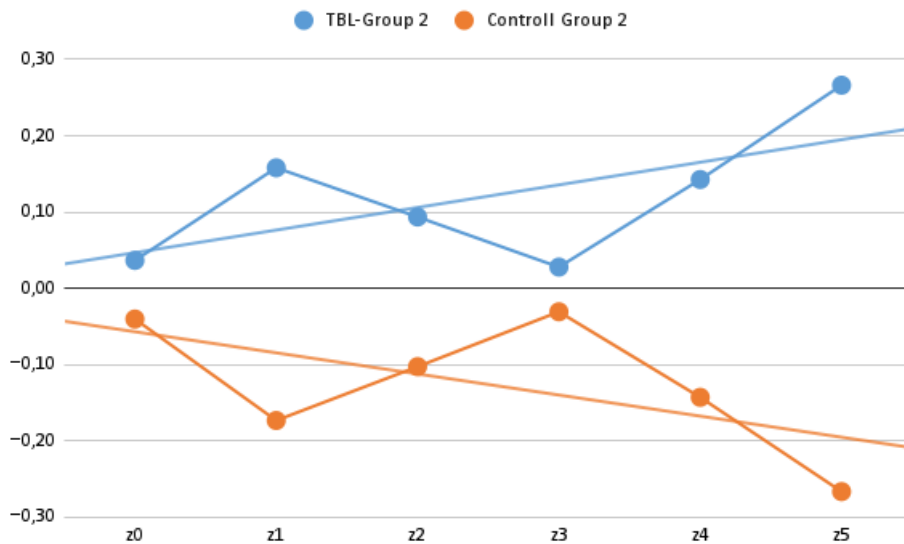
**Figure 5***Z-score, control group 2*

*Note:* Graph showing the z-scores for each group with trend lines.

In figure 6, the "Total" row from table 5 for TBL group 2 and table 7 for control group 2 is plotted. This illustrates the comparison of the progression of the two different classes over the entire period.

**Figure 6**

*Z-score, TBL group 2 and control group 2*



*Note:* Graph showing the z-scores for both TBL group 2 and control group 2 with trend lines.

The raw data can be viewed in appendix F.

### 4.1.3 T-test

For TBL group 1 and control group 1 the t-test gave a p-value of 0,045. The t-test in TBL group 2 and control group 2 gave a p-value of 0,084. The full results of t-tests can be viewed in appendix J.

## 4.2 Surveys

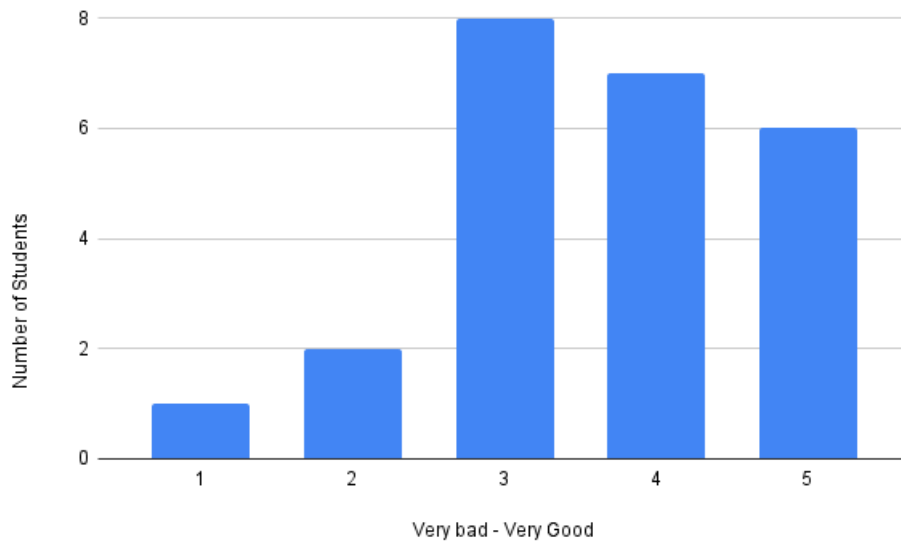
In this subchapter, the data based on students' survey answers is presented.

### 4.2.1 TBL group 1

In figure 7, the responses from students in TBL group 1 are presented. After answering the question, the students were required to develop their reasoning behind their choices. These elaborated responses are summarized in table 9, where students provided their answers in a free-response format. Since the responses of individual students covered multiple themes, one response may cover more than one theme. An example from the theme "TBL improves my memory" in table 9 is this quote from a student: "One remembers things better." Additionally, an example from the theme "TBL increases stress" is illustrated by the following comment: "It can be very stressful and impair focus during lessons".

**Figure 7**

*What are your thoughts on test-based learning?*



*Note:* TBL group 1's responses to the question "What are your thoughts on test-based learning?" were recorded on a scale from 1 to 5, where 1 signified "very bad" and 5 signified "very good".

**Table 9**

*Describe your thoughts on test-based learning.*

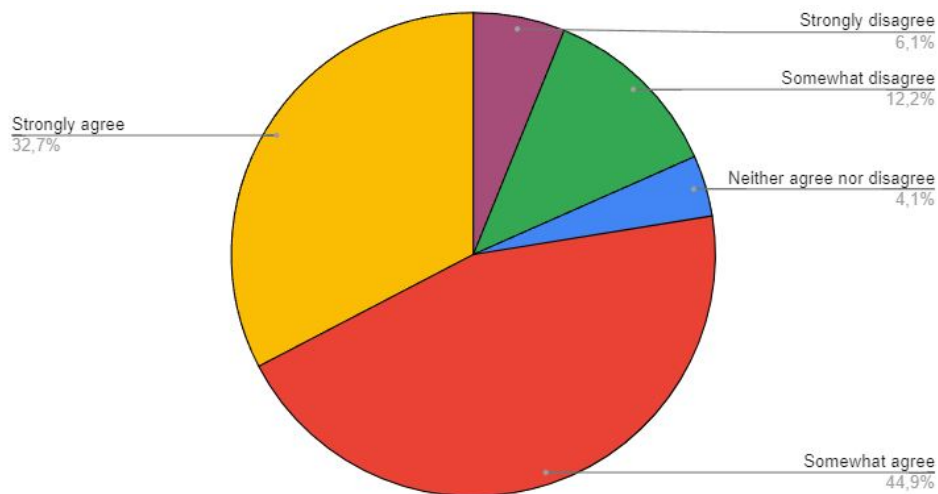
Theme	No. of answers	No. of respondents
TBL improves my memory	6	24
TBL helps me identify knowledge gaps	3	24
TBL increases stress	4	24
Undefinable answer/thinks it's ok	13	24

*Note:* Tabular showing the different themes in the students' answers.

Figure 8 and figure 9 showcases that 77,6 % of the students in TBL group 1 and 70,3% of students in control group 1 are at least somewhat confident in their ability to understand and solve mathematical problems.

**Figure 8**

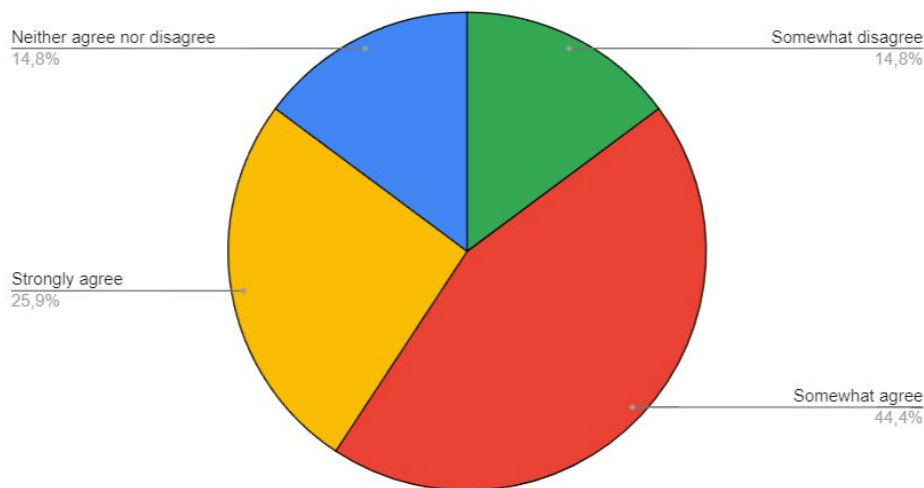
To what extent do you agree with the following statement: "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems."



Note: TBL group 1's responses to the question "To what extent do you agree with the following statement: "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems.""

**Figure 9**

To what extent do you agree with the following statement: "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems."



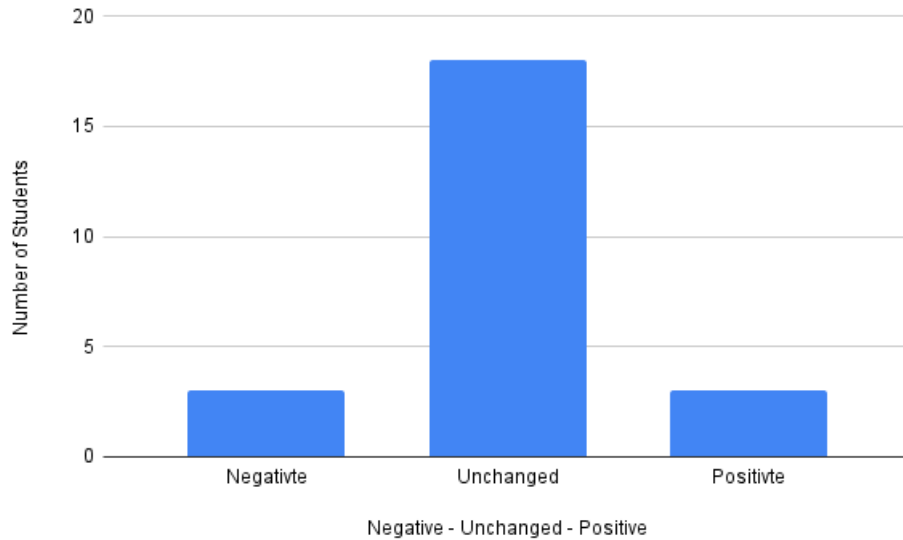
Note: Control group 1's responses to the question "To what extent do you agree with the following statement: "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems.""

Figure 10 presents how students think TBL has influenced their belief in their mathematical abilities. Here, the majority of the class, 18 out of 24 students, feel that TBL has made no change. After responding to this question, the students were asked to elaborate on their reasoning. A summary of their responses is provided in the table 10. As the responses from individual students touched on various themes,

a single response may encompass more than one theme. An example from the theme "Positive impact when passing the test/negative when failing" in table 10 is this quote from a student: "It serves as a receipt for whether I know the subject or not, and if I do, my confidence increases, or it decreases if I don't."

**Figure 10**

*How does test-based learning affect your belief in your mathematical ability?*



*Note:* TBL group 1's response to how TBL has affected their belief in their mathematical ability.

**Table 10**

*Describe how test-based learning affects your belief in your mathematical ability.*

Theme	No. of answers	No. of respondents
Positive impact when passing the test/negative when failing	6	24
Unchanged/undefinable answer	17	24
Positive impact due to the improvement of the memory	1	24

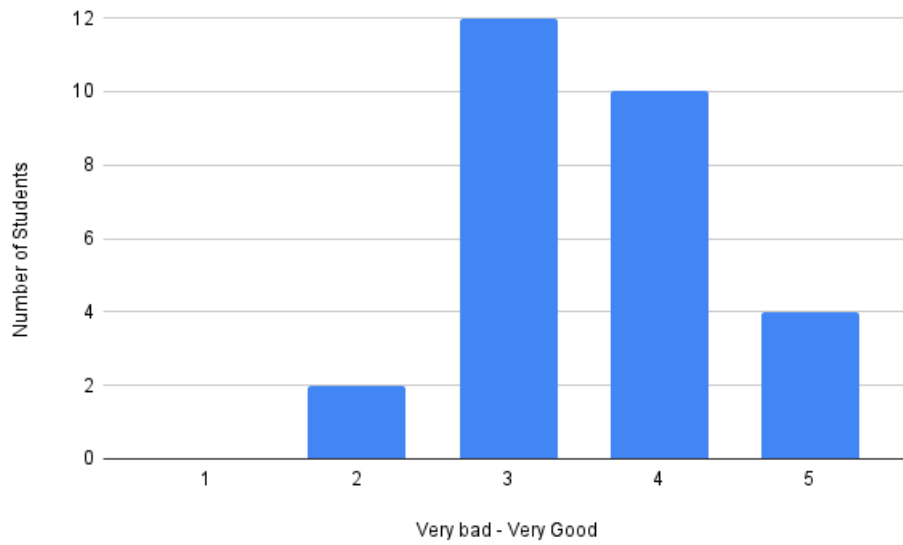
*Note:* Tabular showing the different themes in the students' answers.

## 4.2.2 TBL group 2

In figure 11, the responses from students in TBL group 2 are presented. After answering the question, the students were required to develop their reasoning behind their choices. These elaborated responses are summarized in table 11, where students provided their answers in a free-response format. Since the responses of individual students covered multiple themes, one response may cover more than one theme. An example from the theme "TBL helps me identify knowledge gaps" in table 11 is this quote from a student: "I think it's good because it allows you to see what you know and what you don't."

**Figure 11**

*What are your thoughts on test-based learning?*



*Note:* TBL group 2's responses to the question "What are your thoughts on test-based learning?" were recorded on a scale from 1 to 5, where 1 signified "very bad" and 5 signified "very good".

**Table 11**

*Describe your thoughts on test-based learning.*

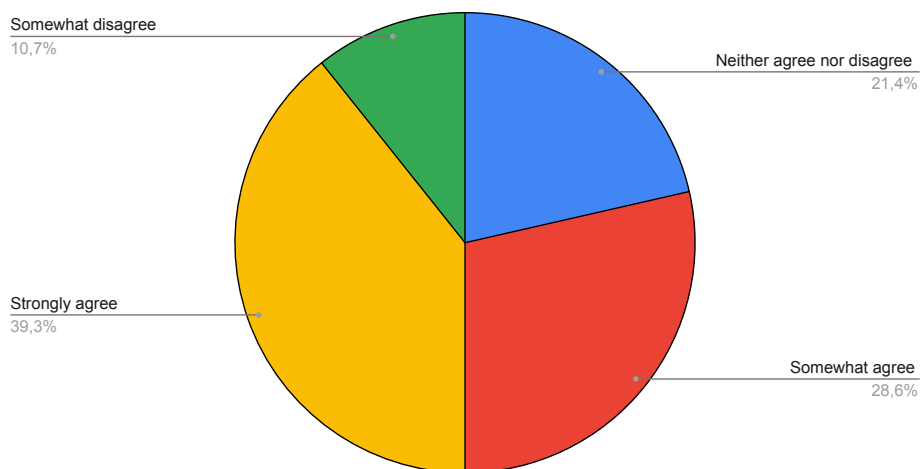
Theme	No. of answers	No. of respondents
TBL helps me identify knowledge gaps	10	28
TBL increases time consumption	3	28
TBL increases stress	3	28
TBL improves my memory	1	28
undefinable answer/thinks it's ok	14	28

*Note:* Tabular showing the different themes in the students' answers.

Figure 12 and figure 13 showcases that 67.9 % of the students in TBL group 2 and 74.1

**Figure 12**

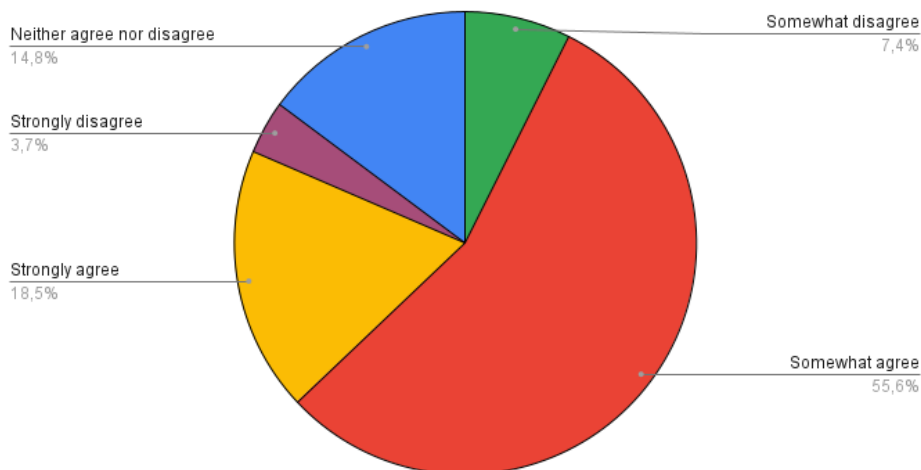
To what extent do you agree with the following statement: "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems."



Note: TBL group 2's responses to the question "To what extent do you agree with the following statement: "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems."".

**Figure 13**

To what extent do you agree with the following statement: "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems."



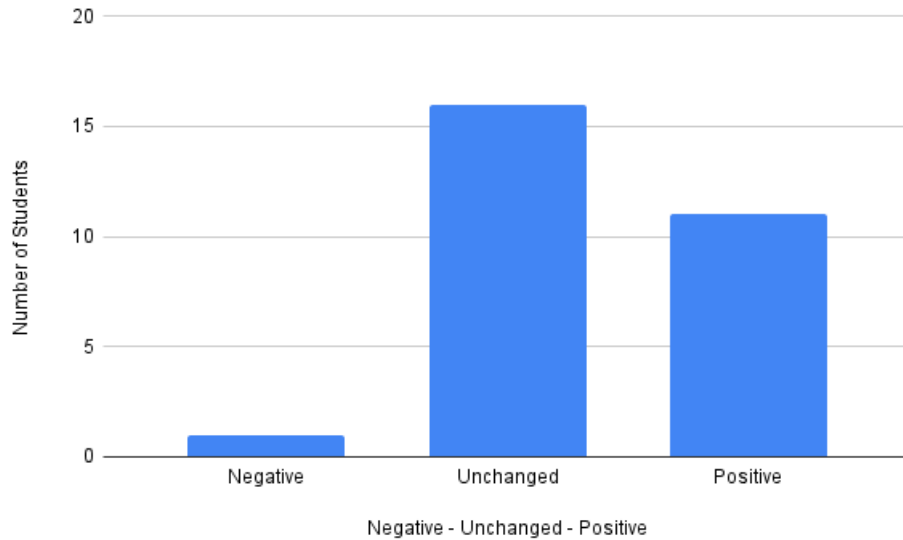
Note: Control group 2's responses to the question "To what extent do you agree with the following statement: "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems."".

Figure 14 presents how students believe TBL has influenced their belief in their mathematical abilities. Here, 11 out of 24 students feel that TBL has made a positive change, 16 believe it has made no change, and one student feels that TBL has had a negative impact. After responding to this question, the students were asked to elaborate on their reasoning. A summary of their responses is provided in the table 12. As the responses from individual students touched on various themes,

a single response may encompass more than one theme. An example from the theme "Positive impact due to the visualisation of knowledge gaps" in table 12 is this quote from a student: "It has a positive impact because it provides confirmation of what I know, which makes me more confident about what I can and cannot do"

**Figure 14**

*How does test-based learning affect your belief in your mathematical ability?*



*Note:* TBL group 2's response to how TBL has affected their belief in their mathematical ability.

**Table 12**

*Describe how test-based learning affects your belief in your mathematical ability*

Theme	No. of answers	No. of respondents
Positive impact when passing the test/negative when failing	3	28
Unchanged/undefinable answer	19	28
Positive impact due to the improvement of the memory	3	28
Positive impact due to the visualisation of knowledge gaps	4	28

*Note:* Tabular showing the different themes in the students' answers.

The answers to the survey from both the TBL groups and the control groups can be viewed in Appendix H.

## 4.3 Interviews

This section features interviews from three distinct groups of students regarding their experiences with TBL. The three groups were as follows:

- stress-affected students
- critical high-achievers
- TBL supporters

The *stress-affected* were those students who in the survey mentioned a feeling of stress related to TBL. The *critical high achievers* were students who have high results in mathematics, together with the fact that they expressed an opinion about TBL in the survey. The *TBL supporters* were students who expressed a positive attitude towards TBL in the survey. The interviews for each group are summarized below, where the responses to each question from the group are compiled directly under the question. The transcribed interviews with the students can be viewed in appendix I.

### 4.3.1 The stress-affected

Three interviews were summarized and compiled into the answers presented below. All the interviewees were from TBL group 1.

#### **How would you compare your motivation and engagement in mathematics compared to other courses?**

The results from these interviews indicate a wide variance in students' motivation and engagement towards mathematics, with some maintaining a relatively high interest despite challenges, while others experienced reduced motivation, often continuing from previous struggles with the subject. It emerged that although mathematics can still be seen as engaging compared to other subjects, this engagement is often fragile and can be easily undermined by negative experiences.

#### **What do you think about test-based learning?**

Opinions on test-based learning are mixed in this group, but there is a common theme of concern for the method, especially regarding its potential to induce stress. Students perceive that although, in theory, TBL could offer a way to reinforce and solidify knowledge, the practice is often different, with experienced stress levels potentially counteracting any learning benefits. There appears to be a feeling that the design of the method needs to be adjusted to reduce stress and make the learning process more rewarding.

#### **How would you say the tests affect your self-confidence?**

The students' suggest that the tests tend to have a negative impact on their self-confidence, especially in case of failures. This impact can be profound, where a series of failures not only reduce self-confidence but also contributes to a sense of hopelessness towards the subject. There seems to be an imbalance where the negative effects of failed tests outweigh the positive effects of success.

#### **Do you feel any stress before/during the tests?**

Stress before and during the tests is a recurring theme, where students express concerns not just about the test itself but also about its consequences, such as additional lessons for failures. One of the students stated the following in their interview, "I am most stressed about not being able to manage it and having to come earlier one day for extra maths." This stress is amplified by the perceived

lack of preparation time, creating a cycle of worry and pressure. One student also expressed if they thought the stress level would change if the mandatory extra lesson was removed, this student answered the following, "Then it wouldn't have felt so bad to fail the test. I think there would have been less stress before the test anyway, but also afterward if one fails it."

**How do you think TBL has affected your results?**

Regarding the impact of TBL on results, these students express uncertainty, with some not seeing any noticeable change and others speculating that it may have had a positive effect.

**If you had to decide, how would you adjust the tests/TBL to make it even better?**

Improvement suggestions focus on increasing preparation time and reducing the stress associated with tests. Students propose longer intervals between learning and testing, which could give them more time to assimilate information and prepare.

### 4.3.2 The critical high achievers

Four interviews were summarized and compiled into the answers presented below. All the interviewees were from TBL group 2.

**How would you compare your motivation and engagement in mathematics compared to other subjects?**

These students feel particularly motivated and engaged in mathematics, largely due to a combination of personal aptitude for the subject and genuine interest. They find mathematics to be more fun and rewarding than other subjects, partly because of its practical applications in other scientific fields, making learning more meaningful and relevant to them.

**What do you think about test-based learning?**

TBL is overall seen as a positive method for continuously checking and ensuring their understanding and progress in mathematics. It helps them identify weaknesses and areas that need reinforcement. However, it is mentioned that this method could lead to a feeling that less time is available for other work during lessons, which may increase the need to study more on their own. An example of this is the following quote from one of the interviews, "The downside is that it takes a bit of time with a lecture and then a test, so there is less and less time to work in the book, meaning one has to work more at home." Furthermore, it has been noted that poor performance on tests can be a source of concern, despite a general understanding among the students that tests are intended as tools for personal development rather than as formal assessments.

**How do the tests affect your self-confidence?**

Self-confidence is generally boosted when tests go well, affirming their knowledge and abilities. On the other hand, if test results are not as expected, it can lead to a temporary decrease in self-confidence. However, students emphasize that these situations offer important lessons and opportunities to focus their studies where needed most.

**Do you think TBL has affected your results in mathematics?**

These students are undecided about the direct impact TBL has had on their mathematics grades. They acknowledge that TBL offers valuable insights into their understanding and aids in preparing for larger exams. Yet, they remain unsure

whether their grades have genuinely improved because of TBL.

**Do you feel any stress before/during the tests?**

Some students express that TBL can be stressful, particularly due to the pressure to perform, but it is perceived as manageable and not comparable to the stress before larger exams. Initially, the stress level may have been higher, but over time, students have become accustomed to the format and now feel more comfortable. Additionally, these students describe that their peers, especially those who struggle with mathematics, feel stressed about the tests and the ongoing pressure associated with them.

**If you had to decide, how would you adjust TBL to make it better?**

Suggestions for improving TBL include offering tests with varying difficulty levels, so students can be challenged at an appropriate level. It's also proposed that the number of questions on tests should be increased to cover a larger portion of the course material, providing a more comprehensive view of students' knowledge.

### 4.3.3 TBL supporters

Four interviews were summarized and compiled into the answers below, with two from TBL group 1 and two from TBL group 2.

**How would you compare your motivation and engagement in mathematics compared to other subjects?**

Students in this group generally express greater motivation and engagement for mathematics compared to most other subjects. This enhanced motivation is driven by a genuine interest in mathematics and a perception of excelling in this area. They appreciate the structured nature of mathematics and its logical challenges, making it easier for them to engage with the subject and aspire for high grades, especially since they view mathematics as essential for their future academic and career goals.

**What do you think about test-based learning?**

This group overwhelmingly views TBL positively. They consider it a valuable method for continuously assessing their knowledge level, with one of the students answering the following when asked about their thoughts on TBL, "Yes, I think it's good. I feel that one knows what one has missed when doing these small tests." The group also mentions that TBL helps in identifying areas requiring further study and enhancing their understanding of the subject. Overall, these students perceive few or no negative aspects of TBL. While acknowledging that the method could be perceived as stressful by some, they personally do not view this as an issue.

**How would you say the tests affect your self-confidence?**

The tests are considered to have a positive effect on their self-confidence. Success in the tests confirms their knowledge and capability within mathematics, which support their self-confidence. Failures in tests are not seen as a hit to self-confidence, but rather as opportunities to learn and improve.

**Do you feel any stress before/during the tests?**

Stress levels among these students are generally low regarding TBL. They view the tests as an integrated part of the learning process and not a cause for concern or stress.

**How do you think TBL has affected your results in mathematics?**

Students believe that test-based learning has positively contributed to their mathematics results. By regularly checking their understanding and identifying areas for improvement, they have been able to focus their studies more effectively.

**If you had to decide, how would you adjust the tests/TBL to make it even better?**

Some students wish for the tests to include more difficult questions to further challenge them and cover a broader spectrum of the mathematics subject. This would provide them with a deeper understanding and better prepare them for future exams and challenges.

## 4.4 Interviews with teachers

The teachers from both TBL groups were interviewed, and their responses are summarized and presented in the following two chapters. The responses to each question from the teachers are compiled directly under the question. The transcribed interviews can be viewed in appendix E

### 4.4.1 TBL group 1

**How do you approach planning and implementing TBL in your mathematics lessons?**

When planning a lesson with TBL, the teacher prepares it much like any other lesson, but with the addition of a test at the beginning of the lesson. This involves selecting 2 or 3 tasks from a database, covering previously taught topics. Two versions of the diagnostic are created to prevent cheating among students.

**How has the time spent on designing and post-processing lessons changed while you have been using TBL?**

Regarding changes in time allocation, it's challenging to quantify, but integrating TBL adds about 30 minutes to lesson planning per week, this time is spent on preparing and grading the tests. It was also mentioned that even if there isn't a test during a lesson, the teacher still wants some kind of activity, which also takes time to plan and implement in the lesson. So time is taken away from all lessons, not just those where TBL is applied.

**How do you perceive the students' feelings before, during, and after the tests?**

Students' primary experience with TBL seems centred on the anticipation of potential rewards like extra sleep, rather than the academic aspect.

**What advantages and disadvantages do you see with TBL?**

The benefits of TBL lie in motivating students to study more at home and providing an additional review opportunity. However, challenges include the consumption of teaching time and the need for extra effort to have the extra lessons, which aren't formally part of the teacher's workload. Another challenge is the varying student paces while writing the tests. Some finish quickly, potentially not fully engaging with the material, while others may feel rushed, impacting the accuracy of their results.

**If you had the opportunity to change something in how TBL is implemented, what would it be?**

The teacher would enhance TBL to better cater to high-achieving students. Currently, weaker students benefit more, and the teacher wishes to make the method more valuable for top performers, perhaps by making it more challenging or rewarding for them.

**4.4.2 TBL group 2****How do you approach planning and implementing TBL in your mathematics lessons?**

The teacher emphasizes a structured planning of the course, ensuring each lesson is well-structured to avoid any last-minute rush or confusion. They typically adhere strictly to this plan, providing students with a clear roadmap. The tests are designed to challenge students' understanding, particularly focusing on fundamental concepts. By presenting questions on a projector and requiring students to work individually without assistance, the teacher aims to prompt critical thinking and self-reflection among students.

**How has the time spent on designing and post-processing lessons changed while you have been using TBL?**

For students, TBL doesn't consume much class time, as they can't prepare for tests in advance. On average, students spend about 15–20 minutes on the tests, with some finishing earlier. As for the teacher, while there's some additional time required to create and think through the tests, it's estimated to be around 30 minutes per week.

**How do you perceive the students' feelings before, during, and after the tests?**

The classroom atmosphere during TBL is described as relatively relaxed. Students are assured that these tests don't impact their grades and are solely for self-assessment. The teacher maintains a casual behaviour during the tests, moving around the classroom to monitor students' progress. However, post-test discussions can extend beyond class time, prompting the teacher to schedule tests towards the end of lessons to minimize disruption. The students' appreciate the clarity it provides regarding their understanding of concepts, acknowledging that it prompts them to identify knowledge gaps.

**What advantages and disadvantages do you see with TBL?**

The teacher identifies two main benefits of TBL: providing reinforcement through repetition and offering clarity on knowledge gaps, thereby enhancing students' understanding and retention of concepts. The main challenge highlighted is the additional time required for test preparation, occasionally leading to late-night work for the teacher. However, this is not seen as a big enough drawback compared to the benefits for students.

**If you had the opportunity to change something in how TBL is implemented, what would it be?**

While content with the current approach, the teacher suggests that adopting a slightly more strict testing format might enhance student performance. However, they prefer the relaxed approach to minimize stress on students, prioritizing a supportive learning environment.

# 5

## Discussion

In this chapter, a discussion is held regarding the results, focusing on how TBL has impacted students' performance in mathematics, their experiences with the method, and teachers' perceptions of its effectiveness. Differences in performance between various groups and students' confidence in their mathematical abilities are also explored. Additionally, the structure of TBL and their effects on students' learning are examined, along with possible improvements to the method from both teachers' and students' perspectives.

### 5.1 Student's performance

From the results of the t-tests, TBL group 1 and control group 1 achieved a p-value of 0,045, since this value is lower than 0,05 the results comparing the these groups as a whole against each other is statistically significant. In TBL group 2 and control group 2 the p-value was larger than 0,05 which means that we can not say that these results are statistically significant, the same is true for the results from the divided groups. This does not mean that these results are not valuable, but it is important to know that these results could have occurred by random chance.

The study shows that the students in TBL group 1 have had a positive improvement in their mathematical performance compared to the students in control group 1, who showed less improvement during the same period. The same applies to TBL group 2, which also experienced positive improvement in their mathematical performance. This improvement is evident in both high-performing and low-performing students in TBL group 1 but is only noticeable among the low-performing students in TBL group 2.

According to the principles of Cognitive Load Theory in chapter 2.4, this trend can be partially attributed to the different cognitive loads students experience under the TBL method. TBL is structured to minimize extraneous load, the mental effort caused by unclear teaching methods. It promotes clear guidelines through consistent review and repetition, which enhances the germane load, the effort used to build meaningful knowledge structures.

Table 1 shows that in TBL group 1, high-performing students improved their z-score from 0.79 to 1.38, while low-performing students improved theirs from -1.58 to -0.51. In contrast, the high-performing students in control group 1 exhibited a decline in z-score from 1.09 to 0.59 and low-performing students had a minor increase from -0.59 to -0.55 (table 3). Similar results were observed in TBL group 2, where low-performing students improved their z-score from -2.09 to -0.20, an

improvement indicating that these students are beginning to close the gap with the rest of the class (table 5). In control group 2, the high-performing students showed no change, whether positive or negative, while the low-performing students experienced a slight negative change (table 7).

These results show that the TBL method benefits students who initially perform poorly, as evidenced in both TBL group 1 and TBL group 2. One possible explanation is TBL's emphasis on review and repetition, which can enhance learning regardless of the students' initial knowledge levels (Jonsson and Nyberg, 2020). TBL also allows students to identify their knowledge gaps, which is not possible for the control group. The lack of self-awareness regarding weaknesses and mistakes may contribute to the control group's declining performance, while the TBL groups develop a deeper understanding of their learning, which strengthens their achievements (Jonsson and Nyberg, 2020).

Regarding the high-performing students in TBL group 2, who consistently performed well over time, it appears that TBL has not provided any additional advantage in improving their performance. This becomes particularly evident when compared to the high-performing students in control group 2, who also maintained steady, high performance levels without TBL. This observation suggests that the primary benefits of TBL, such as continuous challenges and opportunities for self-assessment, may not offer extra value to already high-performing students compared to high-performing students in the control group.

On the other hand, a positive improvement in performance has been observed among the high-performing students in TBL group 1. This success contrasts with the high-performing students in control group 1, where a decline in z-score was noted. This divergence in performance may be explained by the structure of the TBL method, where a specific motivating factor for these students could be the reward offered, a late start on the following Tuesday, if they perform well. Another explanation to this may be that the student in TBL group 1 has a chance to study before the tests.

According to chapter 2.6, which highlights the effects of rewards and punishments, it's well known that rewards generally lead to improved performance through better mood and reduced stress. Our hypothesis is that this combination of regular assessment and tangible rewards creates an environment where students not only maintain, but actively improve their performance. At the same time, individual personality traits should be considered, as some students view it as a punishment rather than a reward.

The results for the average-performing groups in both TBL and control groups show that these students generally did not change much in their performance over the period, except in control group 1. In TBL group 1, the z-score for the average-performing students decreased slightly from 0.08 at z0 to -0.08 at z3, indicating a minor decline (table 1). In TBL group 2, the average-performing students showed a slight decrease from 0.151 at z0 to -0.06 at z5, despite some fluctuations (table 5). Similarly, in control group 2, the change was minimal, from 0.2 at Z0 to -0.06 at z5 (table 7). However, in control group 1, the average-performing students experienced a decline from 0.09 at z0 to -0.38 at z3, suggesting that the absence of the TBL method can lead to less development (table 3). Overall, no notable difference can be viewed when comparing the average-performing students in TBL group 2 with control group 2, while a slight difference in z-score progression can be observed between TBL group 1 and control group 1.

An observation worth considering is data point z3 for TBL group 2 (figure 6). During this test, the group didn't have the same conditions as control group 2. Students in control group 2 had access to computers, while TBL group 2 did not. This could explain why TBL group 2 performed worse in z3 compared to the other data points.

In summary, our results show that TBL is an effective method for increasing knowledge in mathematics, as both TBL groups performed better than their control groups. In Szeibert et al. (2023), it was found that initially low-performing students benefited the most from TBL, which our study also confirms. However, our study also shows that, compared to the control group, the TBL groups have seen positive progress in their results, regardless of whether they are the high-performing group (compared to the control group) or not.

## 5.2 Student experience

The discussion below addresses both students' opinions on TBL and how TBL has influenced their perception of their own mathematical abilities.

### 5.2.1 Attitudes towards TBL

Both TBL groups express a positive attitude towards TBL, which can be seen in figure 7 for TBL group 1 and figure 11 for TBL group 2. Overall, in both groups, only five individuals had negative feelings towards the method, which is a relatively small proportion of the student population. Looking at the differences between the two groups based on the responses in figure 7 and figure 11, a larger proportion of students in TBL group 1 gave the highest rating when asked about their opinion of the method. This could be explained by the fact that this group of students has had TBL for a longer period of time, compared to the other group. Another factor that could explain this is that it may be more evident to have TBL as they do in TBL group 1 compared to TBL group 2 because of the potential consequences of a failed test. In this way, it is natural for stronger opinions to arise when students respond to the question.

When students are asked to verbally describe their opinion of TBL, students in TBL group 1 primarily express that the method helps them remember what they have learned, while students in TBL group 2 mention that it helps them identify which knowledge they need to review. These responses can be seen in table 9 and table 11, respectively. This suggests that students overall have a good understanding of TBL and can identify what the method helps them with. The only negative aspect raised by students regarding TBL based on this question is that it can be stressful, which is also something that emerges in the interviews.

In chapter 4.3.1, where students from TBL group 1 who expressed feeling stressed in the surveys were interviewed, it emerges that some stress can be experienced in connection with the tests, where the reason for the stress is the potential consequences of failing the tests. This is in line with the theory raised in chapter 2.6, where increased stress is the consequence of facing potential punishment compared to facing potential reward. It could be speculated that students who often fail the tests in TBL group 1 see the mandatory extra lesson as something burdensome to participate in, and thus it becomes a form of punishment. Meanwhile, high-performing students who rarely fail the tests view the extra morning off from the otherwise mandatory lesson as a reward for their success. Thus, it may be that

low-performing students are more likely to have a negative perception of the way TBL is conducted in TBL group 1 compared to the high-performing students.

Other negative aspects of the method are raised by high-performing students. In chapter 4.3.2, students who perform well on exams and have expressed some form of criticism of TBL in the surveys are also interviewed. These students see the positive aspects of TBL, such as helping them identify areas they need to study more. The criticism raised against the method is that the tests take time away from the lesson and this leads to less time to solve more challenging problems, as the tasks given in the tests are at a basic level. It's not surprising that this group of students holds negative views about TBL, as this group consisted of students from TBL group 2. Looking at figure 4, it is clear that these students did not see the same improvement in their results during the period as for example the low-performing group. Which could explain their unfavorable opinion of the method.

These students' propose a solution to this by having more difficult questions on the tests so that the students themselves can choose which level they want to take the test on. This could be a way to stimulate the entire student group.

The other student groups that were interviewed also raised improvements that could be implemented in the way TBL is conducted, similar to before, one improvement was having more difficult questions to choose from so that students' can decide on what level they wish to take the tests on. Another improvement raised by all student groups was that they wanted to see an increase in the number of tasks on the tests so that more of the current subject was tested. One potential problem with this suggestion is that it would lead to increased time required to conduct TBL, which could be problematic for teachers in their lesson planning.

### 5.2.2 Self-efficacy

In the statement, "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems" 32.7% of TBL group 1 responded that they "Strongly agree" and 44.9% "Somewhat agree" (figure 8). This indicates that a big proportion of students in this group have strong confidence in their mathematical abilities. However, it's worth noting that a similar trend is seen in control group 1, where 25.9% of students "Strongly agree" and 44.4% "Somewhat agree" (figure 9). This suggests there is not a noteworthy difference between these two groups regarding their belief in their mathematical abilities. Despite TBL group 1 students regularly working on tasks with feedback, which according to Bandura (1977) should increase their confidence, no difference in their self-efficacy can be seen between these two groups.

When analysing the responses from TBL group 1 on the question "How does test-based learning affect your belief in your mathematical ability?" it's clear that the majority of students (18 out of 24) believe TBL hasn't changed their confidence in their mathematical abilities, which aligns with the previous comparison between the groups (figure 10). This finding reinforces the conclusions above, that TBL does not support the development of self-efficacy, as we hypothesized.

In TBL group 2, 39.3% "strongly agree" and 28.6% "somewhat agree" with the statement "I am confident in my ability to understand and solve mathematical problems" (figure 12). In comparison, in control group 2, 18.5% "strongly agree" and 55.6% "somewhat agree" (figure 13). This shows that was no big difference between the number of students who answered positively to the question. But it can be stated that a larger proportion of students in TBL group 2 strongly

agree with the statement compared to control group 2. When asked, "How does test-based learning affect your belief in your mathematical ability?" 11 out of 28 students in TBL group 2 responded positively (figure 14), which may be a reason more students' feel confident in their mathematical skills. In their explanations, 7 students mentioned that TBL enhances memory or helps them identify knowledge gaps (table 12), supporting the theory that TBL promotes greater awareness of personal knowledge areas (Jonsson and Nyberg, 2020).

Another reason these students may feel more confident in mathematics, aside from their own explanations, is provided by Bandura (1977), which notes that students develop their self-efficacy based on the conditions surrounding the task. In the case of TBL group 2, students' complete their tests in a calm environment without stress or pressure to succeed. In contrast, if the environment were stressful and demanding, students would find it more challenging to develop their self-efficacy (Bandura, 1977).

### 5.3 Teachers opinion

This part of this study aims to explore the teachers' experiences of using TBL in their teaching. Before this can be done, it is important to note that the two individuals whose interviews form the basis of this discussion are the same individuals who provided this project with data from their classes. Thus, there is a certain risk that the interview responses given by the teachers may be biased towards the project.

Based on the interviews, an increased workload can be seen for teachers implementing TBL in their lessons, with both respondents mentioning that it takes about 30 extra minutes per week to design and grade the tests. Although both teachers design their lesson plans differently when conducting lessons with TBL, with one using pre-constructed tasks and the other creating tasks themselves. Similarly, one teacher grades their tasks by hand, while the other only checks a few individuals' tests.

Therefore, it can be imagined that a teacher who creates new tasks from scratch and grades all individuals' tests by hand would have a slightly higher workload than 30 extra minutes per week, while the workload should decrease if pre-constructed tasks are used and students, for example, grade their own tasks.

Looking at how teachers perceive students' feelings about TBL, the teacher for TBL group 1 mentions that students look forward to the potential reward of a successful test, resulting in the morning off the following Tuesday. The teacher for TBL group 2 notes that students' attitude towards TBL is very relaxed, and they see it mostly as an opportunity to identify their knowledge gaps. Thus, one could say that the teachers' perceptions of what students think about TBL differ somewhat, which may partly be due to differences in how the two teachers chose to implement TBL, where the absence of reward/punishment in the case of TBL group 2 naturally can lead to a more relaxed environment. Comparing teachers' perception of how TBL is perceived by students with how students have actually expressed it, there is a certain difference in TBL group 1, where some students have expressed feeling stressed about taking the tests, especially when there is something to lose. At the same time, there are students who have expressed feeling benefits when something is at stake during the tests. This largely suggests that the variance of students in a class will generate "opponents" and "allies," when applying TBL, as in TBL group

1.

The positive aspects that both teachers highlight in using TBL are that it helps students review knowledge and identify their knowledge gaps, while the possible negative consequences of TBL that teachers experience are that it takes time away from lessons and that there may be a lack of value for the highest performing students. However, both teachers express that the positive aspects resulting from TBL outweigh the negatives. This can be interpreted as the teachers having a strong belief in the method's effect on students' learning.

When the teachers are allowed to highlight the potential areas where they feel TBL can be improved, the teacher in TBL group 2 mentions being satisfied with how it is currently being applied, while the teacher in TBL group 1 feels they would like to reach the high-performing students better with the method. This is also something expressed by the high-performing students when asked to suggest improvements to the method. This suggests that there is a feeling in TBL group 1 that TBL does not have the desired effect for the high-performing students. However, as shown earlier, this perception is not true in TBL group 1, as a positive development in the high-performing students' mathematical skills has been observed (figure 1).

# 6

## Conclusion

Below, the research questions of this study are answered individually:

### **Does test-based learning improve the knowledge of upper secondary school students in mathematics compared to non-test-based learning?**

Our study shows that test-based learning improves the mathematical performance of upper secondary school students. The method has been particularly beneficial for students who initially performed at a low level. For the high-performing students, one of the groups has progressed while having TBL, while the other group has retained their level of performance. For the average-performing students, no notable change can be seen when comparing them to the control groups.

### **What is students' experience of having test-based learning, and what are the perceived advantages and disadvantages of the method?**

Students in TBL group 1 and TBL group 2 have generally expressed a positive attitude towards the method. They have identified knowledge gaps and improved memory as the two key areas where the method contributes to their learning. There is some criticism of test-based learning from a small part of the student group, where especially students in TBL group 1 mention increased stress as a negative consequence of using the method. This stress is mainly reported coming from the feeling of failing the tests and then having to attend the mandatory extra maths class. A few students mention that they do not see the value of the method and feel that it is a waste of time during the lesson.

### **What is teachers' experience of using test-based learning, and what are the perceived advantages and disadvantages of this method?**

Teachers are positive about the use of test-based learning. They emphasize the method's ability to effectively identify and address students' knowledge gaps and that the method promotes students' engagement in the learning process. However, they do experience some disadvantages with the method. Firstly, there is a feeling that the tests do not sufficiently challenge the high-performing students, although the results data show improvement even for this group. Secondly, the teachers find that the time consumption outside the classroom is increased when implementing TBL.

### **Recommendations**

To improve the method, it's useful to adjust the difficulty level of tasks in the tests to suit more students. Allowing students to choose their difficulty level could make the learning experience more personalized. This adjustment ensures that tasks are neither too challenging nor too easy, helping to maintain student's engagement.

It's essential to consider how to apply TBL. Our study indicates that if it's applied as in TBL group 1, both low-performing and high-performing students improve their performances. However, this implementation may induce stress among students.

Alternatively, applying the method as in TBL group 2 shows that only low-performing students have enhanced their performance. The advantage of this implementation is that students are unaware of when the tests occur, which removes the perception of risk and creates a positive atmosphere. This approach can reduce test-related stress, which is beneficial.

In summary, the effect of TBL on students' knowledge in mathematics has been positive, with the experience of the method being mostly positive among both teachers and students. Therefore, we recommend implementing the method to enhance students' knowledge, actively involve them in the teaching process and gain a better overview of their knowledge levels. By adopting test-based learning, teachers can empower students' to reach their full potential in mathematics.

# Bibliography

- Andrade, C. (2021). Z scores, standard scores, and composite test scores explained. *Indian Journal of Psychological Medicine*, 43(6), 555–557. <https://doi.org/10.1177/02537176211046525>
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2), 191–215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Bjork, R. A. (1988). The role of retrieval practice in enhancing long-term memory. *Journal of Experimental Psychology*, 14(4), 456–467. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.14.4.456>
- Comet, J., Aude, J., Clemet, E., Risler, J., Henaut, A., Slonimski, P., & Codani, J. (1999). Significance of z-value statistics of smith-waterman scores for protein alignments. *Computers Chemistry*, 23, 317–331.
- Denscombe, M. (2017). *Forskningshandboken: För småskaliga forskningsprojekt inom samhällsvetenskaperna*. Studentlitteratur AB.
- Jemma, G. (2023). Understanding quartiles and quintiles: Dividing data for analysis and comparison. *Math Eterna*, 13(3). <https://doi.org/10.35248/1314-3344.23.13.194>
- Jonsson, B., & Nyberg, L. (2020). *Testbaserat lärande: Att stärka inlärning och minne*. Natur och Kultur.
- Kim, T. K. (2015). T test as a parametric statistic. *Korean Journal of Anesthesiology*, 68(6), 540–546. <https://doi.org/10.4097/kjae.2015.68.6.540>
- May, B. M. (2022). Effects of spaced repeated retrieval practice and test-potentiated learning on mathematical knowledge and reasoning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(1), 92–107. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1961034>
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81–97.
- Pastötter, B., & Frings, C. (2019). The forward testing effect is reliable and independent of learners' working memory capacity. *Journal of Cognition*, 2(1), 37. <https://doi.org/10.5334/joc.82>
- Roediger, H. L., Putnam, A. L., & Smith, M. A. (2011). Chapter one - ten benefits of testing and their applications to educational practice. *Psychology of Learning and Motivation*, 55, 1–36.
- Sakuragi, S., & Sugiyama, Y. (2009). Effects of reward and punishment on task performance, mood, and autonomic nervous function, and the interaction with personality. *Journal of Physiological Anthropology*, 28(4), 181–190. <https://doi.org/10.2114/jpa2.28.181>
- Son, L. K., & Sethi, R. (2010). Adaptive learning and the allocation of time. *Adaptive Behavior*, 18(2), 132–140. <https://doi.org/10.1177/1059712309344776>

- Storm, B. C., Bjork, E. L., & Bjork, R. A. (2010). Optimizing scheduled retrieval practice: Expanding retrieval enhances long-term retention. *Memory Cognition*, *38*(2), 244–253. <https://doi.org/10.3758/MC.38.2.244>
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, *10*(3), 251–296.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*, 257–285. [https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202\\_4](https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4)
- Szabó, C., Zàmbò, C., Muzsnay, A., Szeibert, J., & Bernáth, L. (2023). *Investigating the efficacy of retrieval practice in university mathematics* (tech. rep.). Revista de Educación, Revista de Educación.
- Szeibert, J., Muzsnay, A., Szabó, C., & Bereczky-Zámbó, C. G. (2023). A case study of using test-enhanced learning as a formative assessment in high school mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *21*(623-643). <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10264-8>
- Turner III, D. W. (2010). Qualitative interview design: A practical guide for novice investigators. *The Qualitative Report*, *15*(3), 754–760.
- Widerberg, C. (2019). *The two-sample t-test and the influence of outliers* (tech. rep.). Uppsala, Uppsala universitet.

# A

## Appendix 1

### Interview questions for students

- Hur skulle du jämföra din motivation och engagemang i matematiken jämfört med de andra kurserna?
- Vad tycker du om testbaserat lärande?
- Hur skulle du säga att testerna påverkar ditt självförtroende?
- Hur anser du att TBL har påverkat dina resultat?
- Känner du någon stress inför/under testerna?
- Om du hade fått bestämma, hur hade du anpassat testen/TBL för att göra det ännu bättre?

# B

## Appendix 2

### Example test for TBL group 2

1. Lös ekvationerna

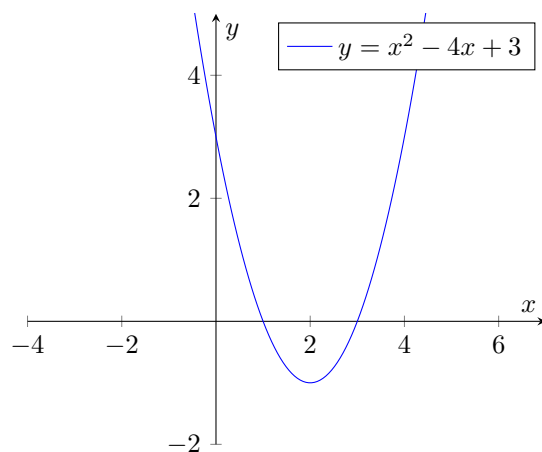
a)  $5x^2 - 15x = 0$

b)  $5x^2 + 20x - 25 = 0$

2. Lös ekvationen  $x + \sqrt{2x + 1} = 7$

3. Nedan finns grafen till funktionen  $y = x^2 - 4x + 3$ .

Lös ekvationen  $x^2 - 4x + 3 = 3$  mha grafen och förklara hur du gör.





# C

## Appendix 3

### C.1 Control group survey questionnaire

1. I vilken utsträckning håller du med om följande påstående: "Jag är säker på min förmåga att förstå och lösa matematiska problem." \*

- Håller inte alls med
- Håller delvis inte med
- Varken eller
- Håller delvis med
- Håller helt med

2. Hur är din upplevda stressnivå: \*

	Ingen	Låg	Mellan	Hög
Inför delprov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inför det nationella ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Under lektionstid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Under kursens gång	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inför tester/diagnoser	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Hur mycket tid lägger du på matematikstudier utanför undervisningen jämfört med andra ämnen? \*

- Lägger ned mycket mindre tid
- Lägger ned mindre tid
- Samma
- Lägger ned mer tid
- Lägger ned mycket mer tid

## C.2 TBL group survey questionnaire

1. I vilken utsträckning håller du med om följande påstående: "Jag är säker på min förmåga att förstå och lösa matematiska problem." \*

- Håller inte alls med
- Håller delvis inte med
- Varken eller
- Håller delvis med
- Håller helt med

2. Hur är din upplevda stressnivå: \*

	Ingen	Låg	Mellan	Hög
Inför delprov	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inför det nationella ...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Under lektionstid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Under kursens gång	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Inför tester/diagnoser	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3. Hur mycket tid lägger du på matematikstudier utanför undervisningen jämfört med andra ämnen? \*

- Lägger ned mycket mindre tid
- Lägger ned mindre tid
- Samma
- Lägger ned mer tid
- Lägger ned mycket mer tid

4. Vad tycker du om testbaserat lärande? \*

	1	2	3	4	5	
Inte bra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mycket bra

4.1 Motivera ditt svar: \*

Lång svarstext

5. Hur upplever du att testbaserat lärande påverkar ditt lärande? \*

	1	2	3	4	5	
Negativt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Positivt

5.1 Motivera ditt svar: \*

Lång svarstext

6. Hur tror du att testbaserat lärande påverkar ditt resultat i kurserna? \*

	1	2	3	4	5	
Negativt	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Positivt

6.1 Motivera ditt svar: \*

Lång svarstext

7. Hur påverkar testbaserat lärande din tro på din matematiska förmåga? \*

Negativt

Oförändrad

Positivt

7.1 Motivera ditt svar: \*

Lång svarstext

8. Hur har ditt sätt att studera (studieteknik) påverkats av testbaserat lärande? \*

Lång svarstext

# D

## Appendix 4

### Interview questions for teachers

- Hur går du tillväga när du planerar och genomför TBL i dina matematiklektioner?
- Hur har tidsåtgången vid utformning och efterarbeten av lektioner förändrats medan du använt TBL?
- Hur uppfattar du att eleverna känner inför/under/efter testerna?
- Finns det några återkommande synpunkter från eleverna om hur testerna påverkar deras lärande och välbefinnande?
- Vilka fördelar ser du med TBL?
- Vilka nackdelar eller utmaningar ser du med TBL?
- Om du hade möjlighet att ändra något i hur TBL genomförs, vad skulle det vara?
- Hur tror du att dessa ändringar skulle påverka elevernas uppfattning och resultat?

# E

## Appendix 5

### E.1 Transcribed interview with teacher from TBL group 1

**Ja, och då har vi första frågan och då undrar vi lite om du kan berätta om hur det går tillväga när du har en lektion med TBL och hur du går tillväga när du planerar den lektionen?**

Ja alltså, när jag planerar en lektioner så egentligen så planerar den som alla andra lektioner förutom då att jag planerar för att göra en diagnos i början på lektionen. Och det innebär att jag letar upp 2 eller 3 stycken uppgifter som tar upp sådant som vi har gått igenom. Och de uppgifterna hämtar jag ifrån en sån uppgiftsdatabas som jag har tillgång till som läromedelsförfattaren har delat med sig utav.

**Hur går du till under själva testet, hur funkar det?**

Lektionen jag har ju i och med att de sitter så tätt i eleverna så gör jag 2 versioner utav diagnosen så att de inte får samma diagnos. Jag ändrar ett par siffror mellan de här 2 olika diagnosen då och så. Vet jag ju det och det, det där är ju ett litet problem och det är ju då att olika elever tar olika lång tid på sig, så där är ju den del som blir färdiga. De duktiga elever de blir färdiga fort kanske får ut minst utav diagnosen i och med att det inte är någon utmaning för dem. Så för deras del är det ju en liten slöseri med tid då samtidigt som att de som är långsamma står. Som har ja som kan ha diagnoser som ger dem rätt att få längre tid när de gör prov till exempel då. De blir stressade så vilket gör då att resultatet på diagnosen kan vara lite missvisande om det beror på att de inte kan det som jag ställer frågor på eller om det beror på att de hade kunnat det om de hade fått lite längre tid då och jag tror det är en liten stressfaktor där för eleverna att hinna med det där då.

**Hur skulle du säga att din tidsåtgång har förändrats? Alltså, hur mycket mer tid lägger du varje vecka nu när du har TBL jämfört med innan?**

Det är så svårt att veta för ofta så vill jag ha något, varje lektion vill jag gärna ska innehålla någonting mer än bara en genomgång och räkna själv. Så när jag har en sådan lektion så tar det tid för att göra det här brytet i den här vanliga lunket. Genomgång - räkna själv. Och det kanske tar lika lång tid som att göra i ordning och rätta diagnosen. Å andra sidan har vi inte alltid ett sånt här avbrott i lektionen för att göra någonting annat om gruppövning eller någon menti på projektorn eller något sådant där då så det kanske tar lite längre tid, men det är inte mycket längre tid. Det kanske tar 30 minuter. Kanske det.

**Om vi ser till eleverna då. Hur är din uppfattning om vad eleverna känner kring TBL?**

Jag tror att deras starkaste upplevelse av TBL det är den här anspänningen inför om man ska få med sig en sovmorgon eller inte. Det tror jag är det som påverkar deras upplevelse mest.

**Finns det återkommande synpunkter som kommer från eleverna?**

Aldrig en enda synpunkt. Mer än att när de får tillbaka diagnosen så säger de ibland, ja, ja, men det jag kunde ju detta. Det är ingen idé att jag kommer på repetitions tillfället för jag kan ju det.

**Så det har aldrig lyfts någon kritik mot att ni har de här repetitionstillfällena?**

Nej.

**Vad ser du för fördelar med den här metoden, alltså TBL?**

Jag tvingar eleverna, nej jag tvingar inte. Jag motiverar eleverna till att jobba, att förbereda sig, räkna lite mer hemma och det tror jag att de gör. Hade jag inte haft den här diagnosen så hade de inte lagt så mycket tid hemma med att räkna, det tror jag är de viktigaste faktorn faktiskt. De får ytterligare ett repetitionstillfälle.

**Och vad ser du för nackdelar eller utmaningar med metoden, alltså TBL?**

Dels så tar det lite undervisningstid. Och sen så i och med att jag tror att mycket utav effekten beror på att jag har där repetitionstillfället och det repetitionstillfället den tiden "bjuder" jag på. Det är ingenting som jag egentligen har betalt för att genomföra. Så vi tar mer av min tid egentligen nu när vi pratar om det här mycket mer tid det tar för mig att genomföra den här diagnosen. Det är egentligen inte det som är den största om man ser tidsförlusten för mig, utan det är att jag har det här repetitionstillfället, för det har inte jag i min tjänst, utan det har bett om att få en position på schemat jag kan genomföra detta.

**Och det gjordes då i samband med att du startade med TBL?**

Nej, alltså, det är så vi har i årskurs ett, så har vi våran tjänst att genomföra ett sånt här stödpass i matematik. Det har vi in till matte 2, förlåt i årskurs 2. Men jag bad om det för att kunna fortsätta på det här sättet att undervisa. Men det är ingenting som jag måste göra. Så det är väl den som egentligen är den största tidsförlusten för mig. Det som gett mig mer arbete kan man säga.

**Om du hade fått ändra någonting med hur du utför TBL för att göra det bättre och du hade lite ja, men oändligt med resurser kan vi säga, vad skulle det vara då?**

Om jag hade oändligt med resurser. Ja, det som jag egentligen ser som begränsning är elevtid. Vi såg ju här när vi tittar på era diagram då att det var den "svaga" gruppen som hade den mest positiva utvecklingen. Och jag hade ju önskat att jag hade kunnat ge den "starka" grupper motsvarande utveckling då. Och då tror jag inte att det här påverkar dem överhuvudtaget. För, jag tror jag tror inte att de duktiga eleverna behöver tvinga sig själv här, plugga hemma en extra gång

för att lyckas på diagnosen, för det gör de ändå. De har lyckats inhämta de här kunskaperna under lektionstid så att de behöver inte jobba extra för att klara diagnosen, vilket jag tror är den största framgångsfaktorn är att de jobbar lite mer hemma, inför diagnosen. Så ja. Kanske kunna göra det här arbetssättet mer värdefullt för den “duktiga” eleverna. Kanske är det som jag hade önskat att jag kunde göra.

**Det var det vi ville fråga dig! Tack för din medverkan!**

Tack själva!

## E.2 Transcribed interview with teacher from TBL group 2

**Ja. Det första vi skulle vilja att du gör är att berätta lite om hur du går tillväga när du planerar en lektion som ni har TBL i och när du genomför TBL i matematikundervisning?**

Ja, det jag gör egentligen. Det är ju att jag har i grund och botten har jag då en tydlig planering egentligen, lektion för lektion för hela kursen för att det ska bli bra. Så det inte blir stressigt, några moment eller så där. Och så håller jag mig ganska så strikt till den planeringen så att de liksom har någonting att hålla sig till. och tidigare än det här projektet så har jag egentligen inte kört TBL överhuvudtaget, utan jag har mer varit lite så här. Relationsbaserat lärande att man ska se till att gruppen fungerar och liksom och det så gör jag ju. Men det jag har gjort nu, att jag en gång i veckan haft ett skriftligt test med dem. Och då de frågorna har jag ju haft mest på grundläggande nivå. Och verkligen tänkt till och frågat på sådana saker som kan vara lite kluriga och där jag inser att det kommer vara elever som tänker att, Det här går ju fint när de sitter och räknar och de frågar kompiserna och allting är trivsamt och bra och de tänker att det här fixar de, med om de får en testfråga. Och jag har oftast gjort så faktiskt det sista i alla fall att jag tar det på projektorn så alla ser frågorna på projektorn. 3 stycken frågor kanske? Men de sitter där ensam med papper och penna och inte får fråga kompiserna eller någonting, för de ska ju göra det separat och jag säger att det går inte på betygen. Ni gör det för er egen skull för att se vad ni själva kan och så vidare så är det många som har fått sig lite tankeställare när de då sitter där och märker att jag kan inte det här utan att fråga kompiserna eller titta i facit eller någonting. Så då, då har jag den uppfattningen i alla fall att. Eleverna får sig en liten tankeställare och kollar upp det efteråt. Efter test är klart. Då frågar de kompiserna vad man gjorde egentligen och då har man suttit och tänkt på det under. Ja 10 minuter eller någonting sånt där och då. Då tror jag att det då tror jag att det kan gå in lite bättre i huvudet på dem.

**Och hur mycket tid skulle du säga att det tar på lektionen att ha TBL?**

Det tar inte mycket tid för mina lektioner. De kan ju inte läsa på. De vet inte när de får testet. Och säg att jag tar. Ja, jag skulle vilja säga att det tar. Jag försöker ha 20 minuter på på mig, men de flesta blir nog klara lite innan, så säg att det tar genomsnitt. Kanske en kvart för eleverna. 20 minuter för vissa.

**Och det är då på lektionerna, men om man tänker på tid innan och tid efter.**

Ja för eleverna tar det ju ingen tid för de de kan ju inte läsa på, men för mig tar det ju lite tid eftersom jag måste tillverka testerna då så det är, men jag kan inte säga att det i och med att jag kör så som jag har kört att. Jag samlar in dem, men jag rättar dem inte på samma sätt som ett vanligt prov. Jag kan titta på vissa elever, speciellt jag har alla sparade. Man säger att det tar mig kanske en halvtimme extra i veckan att tänka igenom testet, någonting sånt och mer är det väl inte egentligen.

**Om vi kollar lite på hur du tror att eleverna uppfattar att ha TBL och hur de känner alltså känslan i klassrummet, att ni ska ha tester och efter och under testerna, hur skulle du beskriva den?**

Relativt avslappnad i och med att jag inte som sagt bara har någon belöning eller bestraffning eller. Och jag säger att det inte går på betyget och så där utan det är för egen skull och det kommer bara så här, så ja, nu kör vi test och så här projektorn här så tar vi varsitt papper och sätter ner. Och så går jag runt liksom och kollar och så där. Jag flyttar inte bänkarna på samma sätt som ett ordinarie prov och och så, så det tar ju inte den tiden heller. Så att däremot så har jag ju märkt att. Efter ett sånt där test så blir det ju mycket snack och då kan ju det ta tid för liksom lektionstiden så ofta har jag valt att göra det. När det är 20 minuter kvar av lektionen så att när de är klara så blir det inte jättemycket. Rörigt på grund av det här då utan då är det liksom att då snackar de om det när de liksom lämnar lektionssalen och innan nästa lektion eller så här, då pratar de, hur var det? Hur var det? Det märker jag att de gör. Jag har valt att tycka det är bäst att ha det i slutet av lektionerna så att. Så att de har så mycket lugn beräkningstid som möjligt av resten av lektionen då, så jag tror att man har det i början av lektionen så kanske det då försvinner en kvart till av massa prat från det här testet och då? Det tror jag, då tar det ännu mer tid av lektionen.

**Finns det några återkommande synpunkter från elevernas håll om test-baserat lärande? Hur det är att ni har, är det någonting de säger till dig?**

De har accepterat det, jag har förklarat nu är det så här det ingår i en forskningsstudie och nu kör vi så här redan från början när de var. Ja, små grundskoleelever som kommer till gymnasiet, så de har liksom inte ifrågasatt det de har inte varit med om någonting annat här på gymnasiet. Utan när jag har frågat lite grann på utvecklingssamtal och sånt så har de väl. Håller med om det som jag har uttryckt då att det kan vara liksom att det är för deras egen skull. Och att de får ett? Vad ska man säga? De får det de får ett tydliggörande av, sånt som de eventuellt inte skulle kunna då. Då blir det väldigt klart när de sitter där i själva situationen med bara papper och penna framför sig och inte kan fråga någon. Så, så det blir nog en lite klarare för dem själva så att ja, det här kanske jag ska kolla på. Annars kan vi sitta så i en provsituation och det vill de ju inte. Men, jag tror inte de blir så stressade för det här är inget prov och det vet de. Men samtidigt så vet de också att de skulle. Här på ett prov så vill jag inte ha den här tjänsten. Att jag inte fattar lite så?

**Vilka är de tydligaste fördelarna du ser med TBL?**

Och så som jag körde så? När de inte får läsa på annars kanske mina fördelar med att läsa på också naturligtvis, men det gör ju inte mina elever så att. Nej, då är det väl det jag har sagt. Det är det som jag ser det tydligaste fördelen det är att få. Men det är väl 2 fördelar, dels så får man ju lite repetition för att jag även slängt in lite uppgift som de har. Kanske inte gjort precis denna veckan, men som ändå kanske kommer till nästa prov eller så. Så det blir lite repetition och så här. Jaha, hur var det man gjorde det här nu då? Det gjorde vi förra veckan. Denna veckan har jag ju helt fokuserat på andra. Den. Tror jag är en fördel och sen också att det är som sagt var då tydliggör. Om, det är någonting som man inte har så bra koll på.

**Om vi vänder på det då ser du några nackdelar eller utmaningar med TBL?**

Nej, jag tycker nog den största om det skulle finnas någon nackdel så är det väl att det tar ju lite. Mer tid, eftersom jag måste göra testerna ibland har det varit så att

jäklar också. Fredagen går ju bort och jag har inte haft någon test denna veckan och klockan är halv ett på natten och jag har lektion kl. 8. Då får jag ju sätta mig och göra ett test som inte jag har liksom. Om jag har slarvat lite med den tanken och för det är ju nytt för mig också. Så klart att då blir det väl en halvtimme mindre sömn då ibland då. Det är inte så jättemycket tid så som jag körde. Men det är väl en jag ser egentligen ingen. Jag tycker inte det är en jättestor nackdel för duktiga elever som tvingas sitta en en 10 minuter. En kvart att göra uppgifter som de redan kan det. Det skulle vara meningslöst om de gör det en hel lektion eller inte utmana sig själva. Men ett sånt där test så kan de väl bara få en bekräftelse på att de kan det och. Så inga direkta nackdelar. Egentligen tycker jag inte.

**Om du fick ändra någonting i hur du kör TBL med din klass för att göra det bättre. Vad skulle det vara för någonting?**

Jag vet inte, det är alltså. Jag tror att jag trivs ganska bra med så som jag kör det nu faktiskt. Jag skulle kunna ändra det så att det kanske blir bättre resultat för eleverna om jag skulle vara lite. Tuffare så det blev nästan som små prov som man har ibland som eleverna. Får läsa på till eller någonting sånt, men just att man har det så här. Avslappnat liksom och så att det bara blir en del av det hela, så. Jag skulle nog välja att köra så som jag har det nu egentligen för att inte det ska bli så stor press och belastning på eleverna från andra ämnen och hur de ja sådär. så känner jag.

**Ja men grymt. Det var det var egentligen det som vi hade en fråga om, så tar vi och stänga av.**

Jaha.

# F

## Appendix 6

F.1 TBL group 1, Collected data from exams

	Diagnos 1			NP Ma1			NP ma2			Diagnos 2		
	x1	x1-m1	Z	x2	x2-m2	Z	x2	x2-m2	Z	x2	x2-m2	Z
TBL1	42	-1,27	-0,20	55	5,78	0,59	31	-2,14	-0,23	22	0,37	0,17
TBL3	43	-0,27	-0,04	53	3,78	0,38	51	17,86	1,94	21	-0,63	-0,28
TBL4	49	5,73	0,89	62	12,78	1,30	53	19,86	2,15	25	3,37	1,53
TBL5	45	1,73	0,27	50	0,78	0,08	31	-2,14	-0,23	18	-3,63	-1,65
TBL6	37	-6,27	-0,98	47	-2,22	-0,22	28	-5,14	-0,56	23	1,37	0,62
TBL7	43	-0,27	-0,04	41	-8,22	-0,83	23	-10,14	-1,10	22	0,37	0,17
TBL12	42	-1,27	-0,20	55	5,78	0,59	32	-1,14	-0,12	23	1,37	0,62
TBL13	42	-1,27	-0,20	49	-0,22	-0,02	30	-3,14	-0,34	24	2,37	1,08
TBL14	30	-13,27	-2,06	38	-11,22	-1,14	19	-14,14	-1,53	20	-1,63	-0,74
TBL16	40	-3,27	-0,51	51	1,78	0,18	42	8,86	0,96	24	2,37	1,08
TBL17	41	-2,27	-0,35	37	-12,22	-1,24	24	-9,14	-0,99	21	-0,63	-0,28
TBL18	43	-0,27	-0,04	45	-4,22	-0,43	30	-3,14	-0,34	23	1,37	0,62
TBL19	47	3,73	0,58	51	1,78	0,18	34	0,86	0,09	24	2,37	1,08
TBL20	29	-14,27	-2,22	30	-19,22	-1,95	20	-13,14	-1,43	20	-1,63	-0,74
TBL21	31	-12,27	-1,91	28	-21,22	-2,15	26	-7,14	-0,77	14	-7,63	-3,46
TBL22	46	2,73	0,42	34	-15,22	-1,54	19	-14,14	-1,53	14	-7,63	-3,46
TBL23	34	-9,27	-1,44	29	-20,22	-2,05	23	-10,14	-1,10	21	-0,63	-0,28
TBL24	45	1,73	0,27	54	4,78	0,48	34	0,86	0,09	22	0,37	0,17
TBL27	48	4,73	0,74	64	14,78	1,50	48	14,86	1,61	24	2,37	1,08
TBL29	48	4,73	0,74	56	6,78	0,69	48	14,86	1,61	25	3,37	1,53
TBL30	44	0,73	0,11	53	3,78	0,38	31	-2,14	-0,23	23	1,37	0,62
TBL31	23	-20,27	-3,15	37	-12,22	-1,24	24	-9,14	-0,99	21	-0,63	-0,28
klassMedel	40,5	-2,73	-0,42	46,3	-	2,9	31,9	-	1,3	21,5	-	0,1

## F.2 Control group 1, Collected data from exams

Kontroll1	52	8,73	1,36	59	9,78	0,99	46	12,86	1,40	23	1,29	0,59
Kontroll3	42	-1,27	-0,20	36	-13,22	-1,34	27	-6,14	-0,67	21	-0,71	-0,32
Kontroll4	44	0,73	0,11	52	2,78	0,28	32	-1,14	-0,12	22	0,29	0,13
Kontroll5	44	0,73	0,11	49	-0,22	-0,02	24	-9,14	-0,99	20	-1,71	-0,77
Kontroll6	49	5,73	0,89	48	-1,22	-0,12	32	-1,14	-0,12	23	1,29	0,59
Kontroll7	49	5,73	0,89	54	4,78	0,48	37	3,86	0,42	24	2,29	1,04
Kontroll11	46	2,73	0,42	36	-13,22	-1,34	27	-6,14	-0,67	18	-3,71	-1,68
Kontroll12	53	9,73	1,51	59	9,78	0,99	37	3,86	0,42	22	0,29	0,13
Kontroll13	49	5,73	0,89	60	10,78	1,09	43	9,86	1,07	25	3,29	1,50
Kontroll15	42	-1,27	-0,20	62	12,78	1,30	42	8,86	0,96	24	2,29	1,04
Kontroll17	42	-1,27	-0,20	55	5,78	0,59	31	-2,14	-0,23	23	1,29	0,59
Kontroll19	44	0,73	0,11	43	-6,22	-0,63	44	10,86	1,18	22	0,29	0,13
Kontroll22	49	5,73	0,89	66	16,78	1,70	44	10,86	1,18	24	2,29	1,04
Kontroll25	51	7,73	1,20	54	4,78	0,48	33	-0,14	-0,01	20	-1,71	-0,77
Kontroll26	37	-6,27	-0,98	55	5,78	0,59	25	-8,14	-0,88	20	-1,71	-0,77
Kontroll27	44	0,73	0,11	50	0,78	0,08	37	3,86	0,42	21	-0,71	-0,32
Kontroll30	45	1,73	0,27	48	-1,22	-0,12	24	-9,14	-0,99	17	-4,71	-2,14
klassMedel	46,0	2,7	0,42	52,1	2,9	0,29	34,4	1,3	0,14	21,7	-	-0,04
totMedel (m1)	43,3			49,2			33,1			21,6	0,0	
standardavikelse	6,429660819			9,862266603			9,218080573			2,201269687		

## F.3 TBL group 2, Collected data from exams

diagnos 1	poäng	z0	delprov 1	poäng	z1	delprov 2	poäng	z2	NP	poäng	z3	delprov 1	poäng	z4	delprov 2	poäng	z5
44	2,8	0,35	12	-2,5	-0,40	18	3,7	0,58	38	-4,8	-0,34	12	-3,1	-0,55	16	0,7	0,11
42	0,8	0,10	8	-6,5	-1,04	7	-7,3	-1,14	52	9,3	0,67	9	-6,1	-1,10	12	-3,3	-0,51
40	-1,2	-0,15	14	-0,5	-0,07	15	0,7	0,11	38	-4,8	-0,34	17	1,9	0,35	14	-1,3	-0,20
48	6,8	0,84	18	3,5	0,57	23	8,7	1,37	56	13,3	0,96	22	6,9	1,25	23	7,7	1,18
41	-0,2	-0,02	13	-1,5	-0,23	13	-1,3	-0,20	35	-7,8	-0,56	14	-1,1	-0,19	15	-0,3	-0,05
44	2,8	0,35	15	0,5	0,09	15	0,7	0,11	36	-6,8	-0,49	15	-0,1	-0,01	19	3,7	0,57
33	-8,2	-1,01	20	5,5	0,89	18	3,7	0,58	56	13,3	0,96	14	-1,1	-0,19	22	6,7	1,03
48	6,8	0,84	25	10,5	1,70	23	8,7	1,37	63	20,3	1,47	21	5,9	1,07	25	9,7	1,49
51	9,8	1,21	25	10,5	1,70	24	9,7	1,53	64	21,3	1,54	24	8,9	1,61	27	11,7	1,79
44	2,8	0,35	23	8,5	1,38	17	2,7	0,43	50	7,3	0,53	22	6,9	1,25	23	7,7	1,18
41	-0,2	-0,02	12	-2,5	-0,40	11	-3,3	-0,51	34	-8,8	-0,63	18	2,9	0,53	15	-0,3	-0,05
43	1,8	0,22	14	-0,5	-0,07	13	-1,3	-0,20	43	0,3	0,02	20	4,9	0,89	15	-0,3	-0,05
40	-1,2	-0,15	13	-1,5	-0,23	12	-2,3	-0,36	35	-7,8	-0,56	18	2,9	0,53	14	-1,3	-0,20
52	10,8	1,34	24	9,5	1,54	24	9,7	1,53	57	14,3	1,03	22	6,9	1,25	16	0,7	0,11
25	-16,2	-2,00	9	-5,5	-0,88	7	-7,3	-1,14	25	-17,8	-1,29	9	-6,1	-1,10	16	0,7	0,11
43	1,8	0,22	5	-9,5	-1,52	6	-8,3	-1,30	23	-19,8	-1,43	8	-7,1	-1,28	8	-7,3	-1,12
26	-15,2	-1,88	7	-7,5	-1,20	6	-8,3	-1,30	28	-14,8	-1,07	6	-9,1	-1,64	12	-3,3	-0,51
49	7,8	0,97	23	8,5	1,38	21	6,7	1,05	61	18,3	1,32	23	7,9	1,43	27	11,7	1,79
13	-26,2	-3,48	1	-13,5	-2,17	3	-11,3	-1,77	11	-31,8	-2,30	4	-11,1	-2,00	6	-9,3	-1,43
49	7,8	0,97	25	10,5	1,70	25	10,7	1,68	66	23,3	1,68	23	7,9	1,43	24	8,7	1,33
47	5,8	0,72	17	2,5	0,41	11	-3,3	-0,51	42	-0,8	-0,05	14	-1,1	-0,19	20	4,7	0,72
44	2,8	0,35	12	-2,5	-0,40	18	3,7	0,58	45	2,3	0,16	20	4,9	0,89	13	-2,3	-0,35
47	5,8	0,72	20	5,5	0,89	12	-2,3	-0,36	39	-3,8	-0,27	10	-5,1	-0,91	10	-5,3	-0,81
41,48	0,3	0,037	15,43	1,0	0,16	14,87	0,6	0,09	43,35	0,60	0,043	15,87	0,79	0,143	17,04	1,74	0,266

## F.4 Control group 2, Collected data from exams

diagnos 1	poäng	z0	delprov 1	poäng	z1	delprov 2	poäng	z2	NP	poäng	z3	delprov 1	poäng	z4	delprov 2	poäng	z5
33	- 8.2	-1.01	12	-2.5	-0.40	7	-7.3	-1.14	21	-21.8	-1.58	10	-5.1	-0.91	4	-11.3	-1.73
40	- 1.2	-0.15	14	-0.5	-0.07	14	-0.3	-0.04	33	-9.8	-0.71	15	-0.1	-0.01	9	-6.3	-0.97
52	10.8	1.34	22	7.5	1.22	26	11.7	1.84	63	20.3	1.47	20	4.9	0.89	23	7.7	1.18
44	2.8	0.35	21	6.5	1.06	22	7.7	1.21	48	5.3	0.38	18	2.9	0.53	20	4.7	0.72
38	- 3.2	-0.39	9	-5.5	-0.88	8	-6.3	-0.98	42	-0.8	-0.05	9	-6.1	-1.10	4	-11.3	-1.73
50	8.8	1.09	22	7.5	1.22	24	9.7	1.53	65	22.3	1.61	22	6.9	1.25	24	8.7	1.33
42	0.8	0.10	12	-2.5	-0.40	15	0.7	0.11	41	-1.8	-0.13	9	-6.1	-1.10	18	2.7	0.41
51	9.8	1.21	23	8.5	1.38	20	5.7	0.90	66	23.3	1.68	22	6.9	1.25	23	7.7	1.18
35	- 6.2	-0.76	7	-7.5	-1.20	4	-10.3	-1.61	24	-18.8	-1.36	10	-5.1	-0.91	4	-11.3	-1.73
43	1.8	0.22	11	-3.5	-0.56	14	-0.3	-0.04	35	-7.8	-0.56	19	3.9	0.71	16	0.7	0.11
28	-13.2	-1.63	6	-8.5	-1.36	3	-11.3	-1.77	21	-21.8	-1.58	7	-8.1	-1.46	4	-11.3	-1.73
41	- 0.2	-0.02	8	-6.5	-1.04	12	-2.3	-0.36	27	-15.8	-1.14	17	1.9	0.35	14	-1.3	-0.20
35	- 6.2	-0.76	11	-3.5	-0.56	10	-4.3	-0.67	32	-10.8	-0.78	12	-3.1	-0.55	9	-6.3	-0.97
46	4.8	0.60	10	-4.5	-0.72	11	-3.3	-0.51	50	7.3	0.53	10	-5.1	-0.91	9	-6.3	-0.97
46	4.8	0.60	19	4.5	0.73	21	6.7	1.05	48	5.3	0.38	18	2.9	0.53	19	3.7	0.57
46	4.8	0.60	15	0.5	0.09	14	-0.3	-0.04	48	5.3	0.38	11	-4.1	-0.73	14	-1.3	-0.20
39	- 2.2	-0.27	11	-3.5	-0.56	8	-6.3	-0.98	40	-2.8	-0.20	12	-3.1	-0.55	7	-8.3	-1.27
41	- 0.2	-0.02	16	1.5	0.25	14	-0.3	-0.04	44	1.3	0.09	22	6.9	1.25	19	3.7	0.57
38	- 3.2	-0.39	12	-2.5	-0.40	16	1.7	0.27	53	10.3	0.74	16	0.9	0.17	15	-0.3	-0.05
27	-14.2	-1.75	7	-7.5	-1.20	10	-4.3	-0.67	40	-2.8	-0.20	9	-6.1	-1.10	11	-4.3	-0.66
43	1.8	0.22	13	-1.5	-0.23	13	-1.3	-0.20	43	0.3	0.02	12	-3.1	-0.55	19	3.7	0.57
40.9	- 0.3	-0.040	13.4	-1.1	-0.17	13.6	-0.7	-0.10	42.1	-0.65	-0.047	0.6	-1.4	-0.143	0.5	-2.5	-0.266

# G

## Appendix 7

## Samtyckesblankett för behandling av personuppgifter

Denna studie syftar till att få en bättre insyn i hur testbaserat lärande påverkar kunskapsutvecklingen hos gymnasieelever inom matematik, samt att få en bild av hur elever och lärare upplever testbaserat lärande.

### 1. Information

Datainsamlingen kommer att ske sporadiskt under vårterminen 2024. Därför fylls denna blankett i för att tydliggöra hur behandlingen av era personuppgifter kommer att se ut.

**Namn på organisation/företag:** Chalmers tekniska högskola

**Kontaktuppgifter:** Olle Burman, Florian Lundblad

### 2. Syftet med behandling av personuppgifter

Personuppgifterna samlas in för att kunna göra en analys av resultat från tidigare prov och tester tillsammans med enkätsvar och intervjusvar.

### 3. Personuppgifter

Uppgifter som samlas in och lagras är pseudonymkod, enkätsvar, ljudfiler från intervjuer och transkriptioner av dessas, samt anonymiserade resultat från tidigare prov och tester.

### 4. Lagring av personuppgifter

Uppgifterna ovan kommer att lagras på det gemensamma Google Drive-kontot som tillhör Olle Burman och Florian Lundblad. Delar av dessa uppgifter kommer att inkluderas i den rapport som skrivs och kommer då att vara helt anonymiserade. De övriga uppgifterna sparas fram till och med augusti 2024.

### 5. Samtycke

Jag, \_\_\_\_\_, ger härmed mitt samtycke till *Chalmers tekniska högskola* för insamling och behandling av mina uppgifter som beskrivits ovan. Jag förstår att jag när som helst kan återkalla mitt samtycke.

**Datum:**

**Namnteckning:**

# H

## Appendix 8











# I

## Appendix 9

## I.1 Interview 1

**Hur skulle du jämföra din motivation och engagemang i matematiken jämfört med de andra kurserna?**

Jag skulle säga att jag är mer motiverad i matematiken. Så det är det ämnet som jag tycker att jag är bäst på, så jag tänker att jag kan få bäst betyg i och det jag tycker är roligt..

**Känner du att du har lätt för matten?**

Ja, jo, om man jämför med andra ämnen så är det ju så.

**Om vi kollar på testbaserat lärande just vad tycker du om det?**

Jag tycker det är bra, liksom kunna veta hur man lägger till liksom. Om det är någonting som man inte kan, så får man reda på det bättre.

**Är det något du kan komma på som är negativt med det?**

Nej, inte något som jag tänker på.

**Känner du att om du misslyckas på ett test att du pluggar extra på de delarna då?**

Ja, då blir det ju att man kanske repeterar det som om man är något som man inte riktigt har fått in.

**Är det någonting du gör på lektionstid då eller hemma?**

Ja, det är man ofta hemma i sådana fall.

**Hur skulle du säga att med testerna som ni gör påverkar ditt självförtroende?**

Jo, men jag skulle nog säga att det påverkade positivt.

**Även när testet inte går så?**

Ja då vet jag liksom, ofta så är det kanske inte något som jag har missat helt. Det kanske är någon liten grej som jag liksom missat och då vet jag liksom vad jag ska träna på inför och proven och så.

**Om vi kommer till resultaten inom matematiken. Hur skulle du säga att själva testen och testbaserat lärande har påverkat dina resultat.**

Jag har för mig att vi har väl haft det nästan hela tiden så jag. Jag minns inte riktigt om jag. Jag har väl legat ungefär samma. Jag tror inte det har påverkat mina resultat så jättemycket, så det var väl legat på samma betyg, typ hela gymnasietiden.

**Men, känner du någon skillnad från högstadiet i resultat väg, att det har blivit någon förändring**

Ja, alltså, det är ju helt andra kriterier nu, liksom så men. Jag blir mycket bättre på matte nu bara för att det är liksom vi gör ju så himla mycket matte nu, liksom

på. Det är 4 dagar i veckan liksom och det är mycket matte så man blir ju bättre så klart.

**Tror du att det hade förändrats, alltså resultaten, om ni inte hade haft testerna varje vecka?**

Jo men, jag tror kanske att jag har haft lite sämre då kanske jag har haft lite sämre koll på hur jag låg till och så ofta kanske jag tror att jag ligger bra till och så kanske är det någonting som jag inte riktigt kan och så får jag reda på På att testa Och så blir jag bättre förberedd till proven då.

**Och när du sitter och skriver de här testerna, både då under och inför du ska skriva dem, känner någon stress då?**

Nej,

**Och vad är det när du ska skriva prov som då blir betygsatta?**

Ja, då är det ju kanske lite, men liksom det beror lite på också, hur jag känner att jag liksom har pluggat mycket och känner att jag kan det mesta. Då brukar det vara ganska så lugnt ändå.

**Överlag om vi bara tar matte som ämne är det någonting du känner mer stress inför än andra ämnen på gymnasiet?**

Nej, inte just nu, men sen har man ju hört mycket om att så här matte 3 och 4 och det ska man väldigt svårt så att det kanske blir mer stressad då. Men just nu så tycker jag inte.

**Och den sista frågan då, om du hade fått hålla i tyglarna och fått bestämma helt hur de här testen, TBL, skulle vara utformat. Hur hade du anpassat det då? För att göra det ännu bättre.**

Kanske att testen hade några fler frågor. För nu är det väl 3 frågor på dem. Kanske haft lite fler frågor, men jag vet inte riktigt.

**Tänker du samma struktur på frågorna då?**

Ja men det ja jo, men det tycker jag. Men kanske man kan ha fler frågor så får man få lite bredare liksom.

**Grymt, då får vi tacka så mycket för det.**

## **I.2 Interview 2**

**Ja, då kan jag väl ta och starta igång. Hur skulle du jämföra din motivation och ditt engagemang i matematiken jämfört med andra ämnen?**

Ja alltså. Jag har typ alltid haft ganska lätt för matte och så där tycker jag väl ändå det är ganska kul så så det är väl lite mer sådär. Vill väl utveckla mig och sådär.

**Så du har du har större motivation och engagemang i matematiken än**

**andra ämnen?**

Alltså inte alla, men generellt så tycker jag väl det är ganska kul.

**Har du alltid tyckt det varit kul med matematiken, i högstadiet osv?**

Ja det har det varit ganska samma sak.

**Har matten alltid känts enkel?**

Ja men typ.

**Om vi går in på själva testbaserad lärande då, vad tycker du om det?**

Jag tycker väl lite både och att dels så är det är bra med det, tycker jag är typ så här att man får känna lite såhär hur mycket man kan och sådär. Om man kan det så är man ändå med på banan och så där och om det är något man inte kan får man repeterar lite, men sen så nackdelen är väl att det tar ändå lite tid så här med en genomgång och sen test så blir det mindre och mindre tid för att jobba i boken så får man jobba mer hemma och så där. Det blir väl lite mer stressigt med uppgifterna, typ.

**Hur skulle du säga att de här testerna som ni gör påverkar ditt självförtroende?**

Ja alltså. Det beror väl på hur det går, men om jag klarar dem och det känns lätt och sånt så känner jag väl det booster väl lite så i matten att aa jag visar vad jag kan.

**Hur känns det om du inte klarar testerna?**

Men då är det väl lite tvärtom kanske, men samtidigt så får man ju reda på vad man vet. Då är det ju bara att öva, det är ju bättre att man får reda på det under ett test än på provet liksom.

**Om vi säger att du presterar dåligt på ett av testerna. Känner du då att du lägger extra mycket tid på att plugga just på de grejerna?**

Ja kanske. Alltså, jag vet inte. Det har gått ganska bra på testerna så jag vet inte riktigt.

**Om vi då tänker på ditt resultat i matematiken, tror du att det har påverkats av att ni har testbaserat lärande?**

Asså jag vet inte riktigt, men det är väl just det här lite checka varje vecka att man är med på banan men. Ja, men inte så mycket.

**Tror du hade varit skillnad om ni inte hade haft de här testerna varje vecka?**

Ehm, Det finns både fördelar och nackdelar. Men jag vet inte om mitt betyg hade ändrats. Det tror jag inte kanske.

**Och när du sitter och skriver de här testerna, känner du någon som helst stress då under och inför?**

Nej, alltså, typ inte, det är väl. Alltså, det är inte alls som på ett prov typ, för det är inte så allvarligt kan man ju säga. Alltså, det är ju mer lite mer seriöst än bara att jobba i boken. Såklart så är det bara lite men. Det är inte så.

**Om du skulle jämföra matematiken brett då med andra ämnen. Finns det en annan stressnivå i matten än andra ämnen?**

Ja alltså det. Det går ju ändå egentligen ganska fort för oss i alla fall som läser på liksom dubbelfarts så lite stressigt är det väl och man hinner inte riktigt ge alla uppgifter så där. Sen så har jag inte jobbat så mycket hemma heller, men man måste ju ändå. Samtidigt så är det liksom, det är ju boken du gör och du vet när det är prov och du kan ju planera själv lite bättre, så i andra ämnen är det lite svår kanske och du måste få den veckan innan vad du ska kunna. Nu vet man ju liksom allting som man kan ju planera själv så. Samtidigt som det går fort snabbt fart, så men ja, ibland är väl stressigt .

**Om du fick bestämma helt själv och ändra anpassa testbaserat ärende. Skulle du göra några förändringar då för att göra det bättre?**

Det jag har känt är väl kanske att det varit mest E frågor känns det som på testerna, och det är så här jag. Ja, jag känns som jag har klarat alla dem liksom utan jättestora bekymmer, så det har väl varit för mig då kanske mer om det hade varit C och A frågor på dem också så hade det ju varit ännu mer att så här ja veta vad man kan och lite sådär för nu är det ändå ganska enkla frågor känns så just. Så just för mig hade det passat med lite svårare uppgifter.

**Då vill vi tacka så mycket för din medverkan!**

Tack!

### I.3 Interview 3

**Första frågan, hur skulle du jämföra din motivation och engagemang i matematiken om du får jämföra med de andra ämnena som ni har på gymnasiet?** Ja, jag tycker nog det är högre motivation i matten än i de andra ämnena. Det är ju lättare att plugga till matten tycker jag. För du har en bok och du ska göra det som är i boken. Och de andra ämnena är ju lite mer ja, olika grejer, så matten är det lättare att få motivation att sätta sig ner en halvtimme att plugga än historia ska du börja med där? Det vet man inte riktigt. Och sen så är det ju mycket matte. Så vi har ju 4 lektioner i veckan så det blir ju mycket matte och då är det lättare tycker jag att hålla motivationen, historia har vi en gång en veckan, så där glömmer man ju bort vad man gjorde förra lektionen.

**Tycker du att det är kul med matematiken?** Ja jag tycker ännu det är helt OK. Jag tycker ju tekniken tycker jag är roligare, men matten är ju ändå en tvåa. Skulle jag vilja påstå.

**Ni håller ju på med testbaserat lärande, och då undrar vi vad du tycker om det?** Ja, jag tycker det är bra. Jag tycker att man vet vad man har missat på när man gör de här små testen. När man sitter på lektionen kan man väldigt mycket enklare fråga någon bredvid sig och så får man svaret nästan, och då känner man nästan att det var "jag" som gjorde det fast det var ju inte jag som gjorde det, då känner man någon falsk trygghet att man kan det som man räknar på. Men när

man sitter där tyst och alla är tysta och man kan ju inte riktigt fråga varandra, då vet man ju svart på vitt att det här kan jag inte. Så får man lägga mer tid på det. Ja, det tycker jag är bra att man vet vad man inte kan. På ett enklare sätt.

**Ser du någon negativ aspekt av Testbaserat lärande?** Nej, det tror jag nog inte det. Jag antar att vissa kan bli stressade, men jag är inte så stressad över det direkt för min lärare säger det varje gång att det går ju inte på betygen och det är bara för dig själv och så det spelar ingen roll om man missar 2-3 uppgifter på ett sånt test för då vet man bara vad man ska plugga på. Det proven när det räknas vad man kan. Så jag ser inget direkt negativt med det.

**Om vi kollar på de här testerna, hur på känner du att ditt självförtroende påverkas när du skriver testerna? Och resultatet utifrån dem då?** Ja, självförtroendet går ju upp och ner om man skriver dåligt på ett sånt test så ja, det går kanske inte går ner så mycket, men då vet man ju att man inte kan det som jag har sagt. Man vet att man har varit för man har känt en falsk trohet att man kan. Och när man skriver bra så vet man ju att ligger man i fas så att man har goda förutsättningar.

**När du inte känner att du kan det ni har skrivit, lägger du extra tid på det då, eller hur reagerar du?** Ja, men det brukar jag göra. Då brukar jag nästa lektion brukar jag fokusera på de områdena man skrev dåligt på, för det brukar vara oftast vara ett specifikt område. Som man inte riktigt kom ihåg då eller inte hade pluggat tillräckligt mycket på.

**Och om det är tvärtom, om det går bra, vad gör du då?’** Nej, då fokuserar jag ju hellre på det nyare då om man ska säga, men oftast så är det ju det vi har gjort, så då är det ju fortsätter man ju bara. Men om man har presterat sämre så går jag tillbaka mer på min fritid ändå och gör det för på lektionerna måste man ändå räkna framåt för att hänga med.

**Det här kanke är en svår fråga nu när ni bara haft testbaserat lärande hela tiden. Hur tror du att det har påverkat ert resultat i matematiken? Att ni har testbaserat lärande.**

Och det har ju gått bättre i gymnasiet än vad det gick i grundskolan. Men det vet jag inte om det är min lärare som har höjt den prestanda och att man har mer liktänkande människor runt sig. Jag vet inte riktigt. Jag tror att det är att man har vetat vad man inte kan och fokusera på det, och det kan nog ändå ha höjt lite att man vet vad man ska fokusera sin kraft på.

**Tror du hade varit skillnad resultatmässigt om ni inte hade haft TBL?**

Ja, jag tror ju jag tror det skulle vara skillnad, men jag vet inte hur mycket skillnader det skulle vara. Men jag tror ändå det skulle vara skillnad i resultaten.

**Om, vi kommer till själva testerna då. Känner du någon stress inför dem och under testerna när ni skriver dem?**

Nej, jag känner aldrig någon stress över dem. Det har varit så klart att det inte är något ja “test”egentligen. Det är ju bara för att veta vad man kan egentligen för sig själv, så jag har inte känt någon stress över något sånt.

**Hur skulle du säga att din allmänna stressnivå är inom matematiken?**

Ja, den är väl kanske låg från början, så. Jag brukar inte stressa upp mig så mycket på prov heller, men ja testbaserat lärande så känner jag verkligen ingen stress.

**Är det så över hela gymnasiet, alltså alla ämnena? Att du har en låg stress överallt eller är det specifikt matematik som du känner så?** Nej, jag brukar inte stressa upp mig på någon aspekt av någonting så där jättemycket. Men matten kan man ju stressa upp sig på när man kommer till en uppgift som man inte har en aning om, på prov då oftast. För då stressar man ju upp sig. Men det är ju som all alla ämnen, du kommer till någon fråga som är en A fråga och inte kan den så klart att man blir mer stressad men inte så som att man blir jättestressad egentligen.

**Jorden fortsätter snurra helt enkelt.**

Ja men precis.

**Då har vi den sista frågan då, om du fick bestämma och det är du som håller i tyglarna. Hur hade du anpassat TBL för att göra det bättre?**

Jag vet inte riktigt, jag tycker det är rätt så bra som det är att det är. Att det är 3, 4 frågor med olika områden. Sen så jag tycker det är rätt så bra mellanrum mellan dem också så att man hinner ändå lära sig något nytt innan det nästa kommer så. Jag vet inte vad man skulle kunna förbättra. För de är ju rimlig, rimlig längd och rimlig spacing mellan och så, så jag tog inte det går så mycket att förbättra. Om jag ska vara ärligt.

**Det det är helt OK att svara så också, men då tackar vi så mycket för det här!**

Tack själva!

## I.4 Interview 4

**Med, då kör vi igång tar vi första frågan, hur skulle du jämföra din motivation och engagemang inom matematiken jämfört med de andra kurserna som ni har på gymnasiet?**

Jag skulle säga att matematiken ligger högre i min ambition. Det är någonting som jag är ändå lite bättre på. Känner jag. Ja, jag tycker det är kul, liksom. I alla fall när man förstår lite grejer så att man kan ta det till andra ställen som typ fysik och tekniken. Det är användbart, man kan säga användningen av det.

**Så att känslan av att man kan applicera det på många områden gör att du känner dig engagerad och motiverad?**

Ja precis.

**Och vad skulle du säga att du tycker om testbaserat lärande?**

Jag tycker det är ett kul koncept för det är inte alltid som man jobbar under lektionerna, det kan bli att man kanske sitter och pratar med en kompis. så jag tycker att testerna är dels bra sätt att se så att det är OK att göra på ett viss sätt och att man inte bara sitter och pratar bort arbetstid när man behöver plugga. Då

kan man få såhär, jag kan det här, ganska OK liksom. Och sen också så är det också jag tycker om, liksom det gör ju att man gör saker liksom. Jag tror att många kan ha liksom. Ja, det är ett problem att man inte jobbar på lektionerna och allting och tester gör ju att du jobbar.

**Är det någonting du känner är negativt med testbaserat lärande?** Kan väl lite stressigt, antar jag. Liksom att man lämnar in sina tal som man får fel på, det att det kan vara lite jobbigt liksom.

**Så det du säger är att det är jobbigt om man har fel på testerna?**

Ja dels det men sen också att man känner lite press liksom att man ska klara det.

**Det leder ju oss in lite på var nästa fråga, hur skulle du säga att ditt självförtroende påverkas av att skriva de här testerna?**

Oftast ganska bra skulle jag ändå säga, men inte när man inte vet hur man gör, lite fel som man lämnar in eller typ när man går igenom testet efteråt och så bara ja, det kommer inte jag fram till liksom något sånt så kan man säga att det påverkar lite negativt.

Om du klarar testerna blir det positiv och om inte blir det negativt? Ja precis.

**Hur skulle du säga då att testbaserat lärande har påverkat dina resultat i kursen?**

Lite svårt att säga för vi började ju med från dag ett liksom och redan innan gymnasiet hade jag bestämt mig lite för att gå lite hårdare för kurserna liksom och att plugga innan proven och så liksom. Det är lite svårt att säga om det eller om det är testbaserat lärande liksom.

**Om du får chansa lite då, och om du inte hade haft TBL, tror du det hade varit någon skillnad?**

Jag skulle. Att det skulle vara lite skillnad i alla fall.

**En sak som jag undrar är, känner du att du lägger mycket tid på matematikstudier utanför lektionerna?**

Innan vissa prov. Det är vissa prov som annars är helt säkert på och då pluggar kan jag inte så mycket och vissa prov kanske typ det provet jag hade senaste veckan. Eller i måndags. Det var lite klurigt så det la jag lite tid på men inte jättemycket. Men jag lägger ganska mycket tid på att hjälpa kompisar förstå.

**Då när ni sitter och skriver de här testerna? Vi har pratat lite om det, men känner du någon stress inför och under att du ska skriva de här testerna?**

Jag skulle säga lite mer än om man bara jobbar i boken, men ändå jag har ändå vant mig lite det där. Det var värre och början. Nu är det mer så att det bara kommer det här liksom och så göra man det.

**Om vi kollar lite på matten överlag, är det mer stressigt än i andra ämnen?**

För mig? Nej. Det är nog att de är lugnare än den.

**Om du hade själv fått bestämma dem och fått vara kaptenen över skeppet, hur hade du anpassat testen? Eller liksom testbaserat lärande för att göra det bättre?**

Kanske göra lite fler olika tester som man får välja själv vilken nivå av test, så man har ett test med som är lite lättare liksom och sen test för att utmana sig lite också. För nu har vi bara ett test.

**Ett val av olika nivåer?**

ja precis.

## I.5 Interview 5

**Hur skulle du jämföra din motivation och engagemang inom matematiken jämfört med andra ämnen och kurser på gymnasiet?**

Alltså jag har ju ganska lätt för matte så det alltså. Jag förstår ju det mesta.

**Tycker du det är kul med matematik?**

Ja, jag tycker det är kul med matematik för att jag ändå förstår typ allt.

**Finns det något annat ämne som du har samma känsla till?**

Alltså, det beror ju lite på vad vi gör för vissa grejer är roligare än andra. Jag tycker engelskan, den är ju också ganska samma känsla.

**Men så du har ändå ett driv när du kommer till mattelektionen att det här kommer bli en rolig lektion eller något som du kommer trivas med?**

Ja men precis.

**Lägger du mycket tid på matematiken utanför klassrummet så att säga?**

Inte så mycket egentligen. Jag pluggar lite inför prov och så, men jag förstår mest på lektionen för jag behöver inte plugga så jättemycket utanför.

**Och då tänkte vi, kolla lite vad du tycker om testbaserat lärande?**

Ja, men jag tycker ändå det är ganska bra för då ser man ju verkligen vad man kan och vad man inte kan, och det betygsätts ju inte så det gör ingenting om man har fel eller något sånt. Men då vet man ju vad man ska tänka extra på att plugga mer på så.

**Du nämner en positiv aspekt i att man ändå ser vad man kanske behöver träna på eller vad man kan. Känner du att det finns någon negativ aspekt av testbaserat? Känner du av något som är negativt med det?**

Alltså just jag känner inte av så där jättemycket. Men jag tänker om man kanske inte är lika bra i matte och har lite svårare för matte, då kanske det bara blir mer

stressigt om man har massa tester på lektionen och så. Tänker jag.

**Men du nämner det här om att du vet att du inte blir bedömd. Men känner du att det kan spela in i ditt betyg det du presterar på testerna.**

Nej det känner jag inte. Lärare TBL 2 har ju också sagt att det inte bedöms.

**Okej, hur skulle du säga att testerna påverkar ditt självförtroende?**

Ja, men det påverkar ju för man ser ju vad man kan och då ser man ju om man har lärt sig det eller inte.

**Skulle du säga att testbaserat lärande har påverkat dina resultat i matematiken?**

Alltså, jag vet inte, det är ju svårt för man har ju inget att jämföra direkt med. Man har ju högstadiet, fast det är ju alltså olika. Det är ju ganska olika saker men. Ja, det kanske har väl lite positivt resultat för då vet man ju exakt vad man ska fokusera på inför när man pluggar och fokuserar mer på det och då lär man ju det sig bättre.

**Tror du att det hade varit en annan sak hon inte hade haft TBL alltså resultatmässigt?**

Alltså jag vet inte. Kanske inte eller kanske det. Det är svårt att säga eftersom vi inte har haft det.

**Hur hur känner du när du skriver själva testerna?**

Ja, men det känns ganska lugnt. Det är för det är alltså oftast ganska enkla grejer alltså så här grundläggande som man kan. **Känner du någon stress inför de här testerna?**

Nej.

**Har du någon känsla av stress inom matematiken, alltså själva ämnet?**

Nej inte helt, eller det är väl om man går igenom något nytt och man inte helt fattar, då kan man ju om man har liksom prov snart. Men det löser sig.

**Sista frågan här då, om du fick ändra någonting i hur de här testerna fungerar och att ni har testbaserat lärande skulle du vilja ändra någonting för att göra det bättre?**

Vi har ju oftast ganska få frågor och det beror ju på vilket område man jobbar i, men man ska ju ändå ha frågor som alltså tar hela området så att det inte är någon sak man missar som är viktig ändå. Men jag tror ändå vi har haft frågor som jag tar det vi jobbar med just då?

**Så om det skulle vara någonting man skulle kunna ändra så skulle det kunna vara att ha fler frågor, förstår jag dig rätt?**

Ja, fast det ska ju inte heller vara för mycket, för det ska ju inte kännas som ett prov direkt utan bara ett litet test.

**Då är vi klara med intervjun och så får vi tacka för din medverkan.**

Tack själva!

## **I.6 Interview 6**

**Då kör vi igång. Hur skulle du jämföra din motivation och engagemang i matematiken jämfört med de andra kurserna?**

Jag hade nog sagt att jag inte har så superbra motivation för matte så jag tycker det är lite jobbigt ibland. Men när jag väl grejar det då tycker jag det är roligt alltså det, det är inte tråkigaste ämnet, men det är inte roliga stämnet än.

**Vad skulle du säga att de andra ämnen har som inte mattan har idag? Med avseende på motivation eller engagemang?**

Jag vet inte riktigt alltså, det är typ skrivuppgifter som jag tycker är roligt när man kan mycket om ämnet. Mattan så finns det många områden jag tycker är jobbiga, och det är det som drar ner det.

**Om vi då går in lite på testbaserat lärande, vad vad tycker du om det?**

Jag tycker alltså det, det är ju alltså det är bra med testbaserad lärare för att man kommer ju ihåg mycket saker som man inte brukar komma ihåg annars. Men ja, jag tycker att det tar lite tid att göra de här testerna på lektionerna så att man hade ju liksom kunnat öva in någonting som man inte kunde förut istället för sånt man redan kunde.

**Känner du att testerna bidrar till att du måste lägga mer tid då på studier utanför mattan?**

Nej

**Men då tycker du det känns lite onödigt att sitta och skriva testerna, eller förstår jag dig fel?**

Aa men lite så.

**Skulle du säga att testerna påverkar ditt självförtroende? Alltså testerna i sig inte är hela matematiken utan just testerna.**

Jag hade nog ganska eller jag hade nog sagt det asså. Att om man gör bra på de här testerna då känner man ju att man kan sakerna man har gått igenom.

**Känns det åt andra hållet om man inte lyckas på testerna?**

Ja.

**Hur skulle du säga testbaserat lärande påverkat dina resultat i matematik.**

Ja, det vet jag faktiskt inte alltså, men det hade lika gärna kunnat göra det om jag inte hade kunnat någonting sedan innan så hade jag kunnat lära mig efter testet

för att min lärare brukar gå igenom testet. Så det har hjälpt mig lite, men inte så att det syns på mina resultat.

**Ja, du sa du sa ju det här om att det känns bra när man liksom klarar testerna och att man fått ökat självförtroende och att man kanske fått lägre självförtroende om man misslyckas på testerna när man inte vet vad man ska svara. Hur känner du då med stressen kring testerna? Känner du alltså att det finns en stressnivå som ökar när du ska skriva med testerna?**

Nej, jag känner ingen stress.

**Är det överlag så i dina studier eller gäller det enbart dina matematikstudier?**

Nej, det är allting.

**En extra fråga till det här med resultaten, tror du det hade varit någon skillnad om ni inte hade haft testbaserat lärande? Nu får du jämföra med högstadiet då eftersom ni har haft TBL sen ni började. Men om du får tänka fritt tror du det hade varit någon skillnad resultatmässigt?**

Jag vet inte riktigt.

**Kan du utveckla hur du tänker?**

Jag hade nog blivit mer självsäker på metoden jag använder.

**Sista frågan då, Om du själv hade fått bestämma hur testerna skulle sett ut och så för att göra det ännu bättre enligt dig själv då? Hur hade du anpassat dem då?**

Jag kanske hade gjort det så att det inte bara är E frågor på tester, kanske lite C frågor för att man liksom kan utöka sin nivå.

**Okej, så att göra lite mer utmanande uppgifter. Tror du det hade påverkat din känsla över ditt eget resultat, hur du ligger till?**

Ja, det tror jag definitivt.

**Grymt det var alla frågor vi hade och så får vi tacka för din medverkan.**

Tack så mycket.

## **I.7 Interview 7**

**Ja, vår första fråga till dig är då hur du skulle säga att din motivation och engagemang är inom matematik, om du då jämför med andra ämnen på gymnasiet?**

Alltså jag före gymnasiet. I alla fall kan vi säga först. Jag gillar matte alltså under tidigare år. Jag gillar mig fortfarande matte hyfsat mycket tycker jag själv. Ja, alltså, jag skulle inte säga att jag är lika motiverad som förr. Men jag är hyfsat

motiverad inom matten tycker jag, jag försöker väl liksom och hänga med och lära mig saker.

**Tycker du att det är ett roligt ämne i skolan?**

Jämfört med andra ämnen tycker jag nog, det är hyfsat roligt alltså jämfört med de flesta ämnen skulle jag säga att det är en av dem som jag tycker är mest roligt.

**Om vi då pratar lite mer om testbaserat lärande, vad tycker du om det generellt?**

Alltså det kanske beror lite på, ehm jag kan väl tänka mig att det kanske hjälper lite, men jag tycker också att det kanske kan bidra till liksom stress hyfsat mycket tycker jag också.

**På vilket sätt skulle du säga att det bidrar med stress?**

Alltså, det är väl mer att nu att vi har haft det alltså vi har haft det varje vecka sedan, jag kommer inte ihåg när vi började med det eller vi har haft det hela tiden, men. Alltså att man vet om man ska ha ett sorts test, kanske som man liksom vill göra bra på kanske så man försöker att göra sitt bästa och då blir det på något sätt stress för det liksom att man vill göra. Man vill prestera.

**Ser du något positivt med de testen eller diagnoserna som ni gör?**

Alltså det kanske är att man alltså. Hela grejen med att man försöker komma ihåg det som man gjort tidigare på alltså tidigare lektioner om det man har försökt lära sig tidigare i veckan. Det kan vi hjälpa att hålla kvar det liksom.

**Att det kan hjälpa för minnet när man repeterar?**

Ja men precis.

**Hur skulle du säga att de här diagnoserna ni gör påverkar ditt självförtroende?**

Alltså, jag skulle väl nästan säga att jag tycker att om man klarar det så är det väl nästan att det känns som att det är det man borde göra. Vad ska man säga. Det känns, man förväntas att klara det eftersom det inte ska vara liksom jättesvåra grejer. Men sen om man skulle misslyckas med det så känns det som att då blir det något dåligt gjort. Hur ska jag säga, typ att när man misslyckas med det har det en större effekt än när man lyckas med det.

**Ja, för ni har de här extra-lektionerna ni måste gå på om ni inte klarar testerna, hur känns det att behöva gå på en sån?**

Så jag kan ju förstå liksom anledningen till att man behöver gå på det, men samtidigt känns det ju som att det är något sorts liksom straff för att man har misslyckats med diagnosen. **Hur förändras ditt självförtroende och din uppfattning om ämnet av matematik av att du behöver gå på de här extra-lektionerna, alltså hur känner du kring det?**

Asså jag känner att det kanske drar ner motivationen överlag i ämnet för man känner att det kan vara jobbigt att behöva gå på de lektionerna, alltså den tisdagslektionen

som man behöver gå på om man misslyckas. Alltså det blir att man behöver komma in på en extralektion för att man har misslyckas och det känns tråkigt.

**Och och du känner om jag tolkar det rätt, så känner du att det inte riktigt finns den belöningen på andra sidan ifall man klarar av, utan man bara når upp till gränsen?**

Nej men exakt! Det känns verkligen som att när man lyckas med testen är något som man borde göra, och om man misslyckas så finns det en nackdel om man säger så.

**Vi går vidare. Hur skulle du säga att dina resultat i matematiken har förändrats när ni har haft TBL?**

Alltså, jag skulle säga att jag inte känner direkt att det har förändrats, men det kanske är för att man inte märker det själv. Jag är inte helt säker. Alltså, det är ju det jag har märkt själv liksom känns inte som att något har förändrats jättemycket. Men det kan ju som sagt vara att jag bara liksom inte märker eftersom det kanske har utvecklats långsamt eller vad man ska säga.

**Tror du det hade varit någon skillnad om ni inte hade haft TBL?**

Alltså, jag tror inte det egentligen. Men det kan vara samma grej där att jag bara inte har sett utvecklingen liksom.

**Vi har ju tidigare rört lite kring stress men om du skulle få beskriva, hur känns det att sitta på ett test och du märker att du inte kan svara på någon av uppgifterna?**

Det är väl mest typ att man känner att man hade tappad det man kunnat innan. Jag vet inte riktigt hur jag ska beskriva det men, oftast om jag känner att jag inte kan något på diagnosen blir jag förvånad eftersom att på lektionen innan eller under lektionen känns det som jag kan det. Sen när man misslyckas på diagnoserna då så känns det väl bara att man har. Jag vet inte, man har. Alltså, jag vet inte hur man ska säga det.

**Men, om vi säger att det inte har gått så bra på diagnosen. Känner du då att det finns en möjlighet att ta igen det på tisdagens lektion eller blir det enbart som ett misslyckande och en dålig känsla?**

Alltså, jag känner överlag inte att tisdagslektionen jag har varit på hjälpt mig att ta igen det som jag har missat. Utan jag har nog lärt mig det hemma istället, typ inför prov osv. Men mestadels har det känts dåligt att man misslyckats med diagnosen.

**Hur tror du det hade känts om dessa tisdagslektionen inte fanns? Alltså att det enbart är att man har presterat dåligt, utan "bestraffning".**

Då hade det inte känts så illa att misslyckats med det. Jag tror det hade varit liksom mindre stress före diagnoserna i alla fall, men även efter om man har misslyckats med det. Då hade det bara varit att man pluggar mer på det hemma själv, och det hade väl bara varit att man lägger mer kraft på det hemma när man ska plugga ändå.

**Hur mycket tid lägger du på matematikstudierna utanför skolan? Alltså**

**utanför klassrummet.**

Alltså, jag vet inte. Jag lägger ned tid gör jag, speciellt inför prov gör jag ju det såklart, men inte liksom överdrivet mycket. Lite grann skulle jag säga.

**Är det likadant i andra ämnen eller är det just för matematik?**

Det beror lite på vad det är i matematiken. Jag lägger ner mer tid inför prov för jag ska repetera det. Men om man jämför med typ engelska hörförståelse så finns det inte så himla mycket att plugga på. Men om det är ett fakta prov kanske jag pluggar lika mycket som inför ett matteprov.

**Överlag då i matematiken. Känner du att det som ämne är mer stressigt än andra ämnen som du har eller andra kurser du läser på gymnasiet?**

Alltså inte direkt tror jag inte. Det kanske känner mer alltså på om man tar med det med diagnoserna, då kanske det känns lite mer stressigt, men överlag som ämnet så är det nog kanske inte det.

**Då har vi kommit till den avslutande frågan, om du hade fått bestämma och själv fått anpassa TBL och de här testerna och diagnoserna ni har. Hur hade du velat göra?**

Alltså inte vad jag kan tänka på riktigt, alltså mer än det här att man känner stressen över att man behöver gå liksom på en extra lektion och man misslyckas och det där så känner jag inte. Då är det ju inget dåligt utanför det. Det är liksom det enda som man känner är dåligt av det möjligtvis extra lektionen eller blir att man känner att man har misslyckats med det så det är inte direkt någonting fel med det i sig.

**Okej. Men då var vi klara med intervjun, och vi får tacka för din medverkan.**

Det var så lite så.

## **I.8 Interview 8**

**Yes, hur skulle du jämföra din motivation och engagemang i matematiken jämfört med de andra kurserna på gymnasiet?**

Ja alltså, jag är ganska engagerad i och med att jag tycker det är intressant. Det är väl därför då. Sen också att Ja, men det är väl mest egentligen att jag tycker det är ett intressant och roligt ämne liksom att man blir engagerad.

**Finns det några andra ämnen som du känner likadant?**

Men ja lite mer, typ fysik tycker jag är kul och det är väl samma grej då med att räkna och så. Men sen många kreativa ämnen också som bild och cad och så.

**Känner du att du alltid har tyckt om matematik även i grundskolan?**

Ja, men det är väl mest för att jag är ganska snabblärd så att det har gått bra liksom och då blir det nog att man gillar det kanske.

**Då undrar vi vad du tycker om testbaserat lärande?**

Jag tycker det är en bra strategi. Det är de som man har lite små diagnoser då och då, liksom. Man ser om man har hängt med. Och om man inte gjort det, så får man ju ta igen.

**Det så du skulle säga att du lägger extra mycket tid om du skulle presentera dåligt på en diagnos? Absolut.**

**Är det någonting du kan känna är negativt med TBL?**

Nej, alltså, det är inte så mycket. Det är inget straff liksom om man gör dåligt ifrån sig liksom det blir bara mer att man. Man tvingar sig själv medan att lära sig mer. Det tycker jag är bra.

**Ni har ju de här extra lektionerna, om man inte klarar testerna. Vad tycker du om dom?**

Jag ser det mer som en möjlighet att utvecklas.

**Får ni gå på de här extra lektionerna, även om ni skulle klara testerna?**

Det tror jag absolut. Det är öppet, öppna dörrar så att säga.

**Hur skulle du säga att testerna påverkar ditt självförtroende?**

Bra, tror jag för Om man ser den där uppgiften då och tar fram ens kunskap och gör den rätt, då kan man känna liksom, Ja, jag kan det, och det känns bra.

**Om det inte är så då att man känner att man kan uppgiften som man ställs inför är det fortfarande en god känsla?**

Nej, då är det ingen god känsla. Då har man ju missat något helt enkelt, men. Får man ju ta tag i det.

**Men det är inget som tar på självförtroendet?**

Nej. Inte för mig iallafall. Det är bara mer att ja, dåligt.

**Och hur skulle du anse att TBL har påverkat dina resultat i matematiken?**

Jag vet inte riktigt, för jag har inte haft det innan i grundskolan och så och resultatet ser samma ut men jag tycker ändå det är en bra grej. Det är som att man har liten Slutprov på varje kapitel. Det är liksom. Så att man vet att man kan gå vidare, så att man har förstått det liksom. Så jag tycker det är bra.

**Tror du att det förändrats, dina resultat eller känslan så här om du inte hade haft TBL på gymnasiet? Kanske svårt att se det där framför sig.**

Ja. Lite så lite tråkigare kanske. Lite tråkigare mattelektioner händer inte så mycket, men nu när man vet att ja, det är ett test, då får man liksom. Som, jag är taggad och ja, jag tycker det. Jag tycker det är roligt.

**Och när ni sitter och skriver de här diagnoserna då, känner du någonsin någon stress inför det eller under medan ni skriver dem?**

Nej, jag känner mig också bra förberedd så att.

**Det är en situation där du verkligen inte kan det som kommer på diagnosen. Känner du någon stress då?** Det här känner ingen stress, då känner jag mer att. Ja, det här får jag ta tag i liksom.

**Om vi kollar på hela mattekursen överlag. Känner du mer stress i den jämfört med andra ämnen på gymnasiet?**

Nej, det jag har i andra ämnen som jag tycker är jobbigare liksom.

**Om du då hade fått bestämma du hade suttit och hållit i tyglarna. Hur hade du anpassat diagnoserna eller upplägget om du hade fått göra det bättre då?**

Ja. Kanske lite fler uppgifter. Samtidigt är de ju inte, det är ju inte något stort kapitel de är på så att men lite mer bredd kanske för att se om man verkligen missar något.

**Hur många frågor brukar ni ha?**

Det brukar vara 2.

## I.9 Interview 9

**Yes, första frågan då, hur skulle du jämföra din motivation och engagemang i matematik jämfört med andra ämnen på gymnasiet?**

Ja, matte har alltid varit mitt ungefär bästa ämne ska jag säga, så jag är väl mer motiverad att få bra i det för att jag, ja, det är det ämnet jag liksom kan satsa på höga betyg på samtidigt så har jag aldrig haft särskilt svårt för det, så jag är inte jättemotiverad för att plugga så här extra jobba hemma liksom på det. Men ifall jag känner att det är något jag inte kan eller något jag behöver liksom öva mer på för att kunna få ett bra betyg så kommer jag såklart försöka göra det. För det är verkligen det var ifall för att få kunna in på bra högskola så behöver jag satsa på matematiska ämnena mer eftersom att det är det jag har chans på.

**Tycker du att det är ett roligt ämne, matematiken?**

Ja jag skulle säga att det är hyfsat kul. Det är inte jättekul om du inte förstår, men jag brukar förstå det mesta ganska bra efter att ha funderat lite på det. Och ja, min lärare är ju ganska bra på att hålla genomgångar.

**Har du något annat ämne som du har samma motivation till?**

Ja, Webbutveckling har ju, det är ju väldigt kul, tycker jag. Och det är också min lärare och han är en väldigt bra lärare skulle jag säga. Han är väldigt bra på liksom att lära ut, vilket gör en mer motiverad också. Vissa lärare är ju mer att man får göra lite som man vill och då blir jag inte så motiverad att lära sig för man kan ändå göra vad som helst. Sen är det då matematiska ämnen då till exempel fysik

tycker jag är rätt kul, men det är samtidigt där också att på fysiklektionerna så är det väldigt tråkiga genomgångar så man orkar inte riktigt lyssna på det, så då blir man lite mindre motiverad. Men ja, i allmänhet matematiska ämnen.

**Om vi då går in på testbaserat lärande, vad tycker du om det?**

Ja, jag tyckte det var ganska bra faktiskt. Jag vet en del personer tycker det var stressande, men jag tyckte inte det var så farligt. Och jag känner att det hjälper faktiskt det här med att man liksom påminner sig själv lite. Och ser vad man att det går bra och så. Men sen så är det ju oftast väldigt enkla uppgifter. Och jag har inte haft så mycket problem med det om jag inte typ varit sjuk på lektionerna, då kanske dom var lite svårare, men. Jag tycker det kan nog hjälpa en del skulle jag säga, men jag tror det hjälper mest för de som inte förstår skulle jag säga vad det är så även om det hjälper mig en del så är det kanske inte extremt viktigt men, jag tycker det är ganska bra.

**Ser du någon negativ aspekt av TBL och testerna?**

Inte för mig. Jag har inte riktigt haft några tycker det är så farligt. Jag tycker det är ganska bra. Jag vet att vissa tycker det är väldigt stressande för man måste gå på en extralektion på tisdagen och folk vill inte det. För de som det inte går så bra för på testerna blir ganska stressade över det här, speciellt när vi har mycket andra saker samtidigt. Men för mig har det inte varit några problem.

**Hur skulle du säga att de här testerna/diagnoserna påverkar ditt självförtroende?**

Ja ifall vi har känt för att det är väldigt enkelt för jag tycker jag kan bli väldigt, väldigt bra och jag tycker att det inte är för enkel uppgift. För ibland är det ju känns det väldigt enkelt för allihopa. Då känner jag ändå att det liksom har hjälpt mig att jag i alla fall kan the basics. Jag förstår vad som händer, så det hjälper absolut med självförtroendet. Alltså, det är inte allt alltför enkelt då, för då känns det inte som att det gör så mycket.

**Om vi vänder på det och vi säger att du kanske inte lyckas på ett test/diagnosen, hur känner du då?**

Ja, det har inte hänt så många gånger, men jag skulle väl säga att det blir jag märker att det blir tydligt att jag inte kan det. Eftersom det är väldigt enkelt, då måste jag kolla upp det. Jag mår inte såhär jättedåligt av det eller så, men det kanske är att jag måste komma på tisdagen, men självförtroendet kanske går ner lite men det är inte så farligt. Det är mest att jag kollar upp det efteråt, förstår vad det är. Det brukar lösa sig.

**Hur anser du att de här testen har påverkat dina resultat i matematiken? Känner du att de har gjort det?**

Det är ju lite svårt att säga, men. Alltså i form av betyg tror jag inte riktigt att det påverkas så mycket. Jag tror jag fortfarande har haft samma betyg. Kanske att jag hade behövt plugga lite mer hemma till proven möjligtvis. Men då hade jag gjort det, så jag tror fortfarande samma betyg, men jag tror det kan ändå hjälpt att alltså påminna sig själv om det man precis har gått igenom en vecka tidigare och så så det är jag säkert ändå hjälp med kunskaperna och kanske göra det lite enklare inför proven.

**Kanske en svår fråga, om du får jämföra med högstadiet, känner du att du pluggar mer eller mindre inför prov på gymnasiet jämfört med högstadiet?**

Ja, det beror på vilka prov ifall när det gäller matte så är typ aldrig pluggat inför prov. Jag tror jag pluggar lite mer nu, faktiskt till gymnasiet för ibland ändå. Jag brukar ändå plugga några dagar innan jag gör lite grann i alla fall för att liksom påminna mig själv. Och det har inte gjort tidigare, förutom kanske nationella i nian, men annars har jag inte gjort det innan. och när det gäller andra ämnen, Alltså det, det beror helt på hur mycket jag känner att jag kan ifall jag kan det ganska bra, då orkar jag inte riktigt plugga medan jag känner att Jag inte kan så bra, eller jag kan lite mindre Då pluggar jag nog en del skulle jag säga. Det är fortfarande så här jag pluggar inte mer än en vecka innan det är så här maximalt. Oftast är det kanske 4-5 dagar innan. Som jag börjar plugga .

**Jag tror du nämnde lite där, men tror du hade dina resultat förändrats om ni inte hade haft TBL?**

**Om vi tar den här situationen där vi sitter och skriver diagnoserna då på lektionerna. Känner du någonsin någon stress inför det eller under när ni sitter och skriver dem?**

Nej, jag skulle inte säga att jag kan tänka mig, kanske. Det har väl varit någon gång jag inte kunde vad det var och då kände man sig lite stressad när jag höll på att skriva och inte förstår vad det är. Men om jag inte vet med om mig, så kan jag inte det. Eller att jag inte eller jag bara missat genomgångarna, kanske någonting då? Då kan jag vara lite grann, men inte så farlig, utan jag sa det inte som en stor grej. Det är mer sätt att lära sig så ja och sen ifall man behöver komma på tisdag så är det inte hela världen för mig.

**Hur ser du på att man får de här extralektionerna?**

Ja, delvis är det väl att en del folk får mer stress och sånt för det, så det är väl lite negativt på det sättet. Men samtidigt så ifall man inte får det, då kommer ingen ta det så seriöst. Det kommer bara vara så det kommer att vara som ett test. Man kan väl kanske påminna sig lite men ingen kommer bry sig så mycket om det inte finns inga konsekvenser att man misslyckas så. Jag tror inte det hade hjälpt lika mycket då.

**Om vi bara hoppar tillbaka till stressen. Hur känner du till den allmänna stressnivån inför matematikämnet? Hur är den jämfört med andra ämnen?**

Jag skulle säga att den är lägre än andra ämnen. Alltså, det är ju det att jag måste känna som jag måste prestera väldigt bra i matten, så det höjer lite stressen. I andra ämnen som jag kan sämre. som jag känner att det inte är lika bra på brukar jag ha mer stress än i just matte.

**Tror du att det beror på ämnet i sig eller kan det bero på att ni gör de här testerna varje vecka?**

Ja alltså, mestadels tror jag att det är ämnet jag har liksom. Jag är bra på matte, genetiskt skulle jag säga. Så ofta är det att jag känner att om man kan ett ämne bra så blir jag inte så stressad av det. Jag skulle inte att TBL gör ju ändå att

man kan det lite bättre utan man har reflekterat över det. För man känner att man kommer ihåg lite bättre så det hjälper ju med stressen i alla fall lite grann med att man inte behöver så här stressen att plugga så mycket.

**Då kör vi sista frågan där då om du hade fått bestämma helt själv, hur hade du gjort om TBL för att göra det bättre?**

Ja. Jag personligen kanske skulle skrivit lite svårare frågor ibland. Ibland känns det som att det är extremt enkelt och det är inte bara för mig då, utan det är en del andra som jag tycker som tycker det också är samma sak tror jag. Men, annars tycker jag det är ganska bra. Det var lite bättre, ska jag säga i ettan då vi hade 4 mattelektioner då i veckan och då hade vi. Typ en fråga per lektion så 4 frågor eller så är det 3. Nu har vi så här en eller två frågor, så det är inte jättemycket. Det känns som att det liksom gick ner, lite svårighetsgraden gick ner. Det känns inte lika allvarligt längre. Det är mycket enklare att prestera bra och det är inte så svåra frågor, så kanske någon till fråga och lite svårare, men det är ju bara för mig då jag tror inte alla skulle tycka samma direkt men ja.

## I.10 Interview 10

**Och det första vi vill fråga dig, det är, hur skulle du jämföra ditt engagemang och motivation i matematik jämfört med andra ämnen på gymnasiet?**

Mindre antar jag ett av de ämnen som jag inte gillar så mycket.

**Hur kommer det sig att du inte gillar matematiken, är det något specifikt?**

Ja. Aldrig varit något för mig, inte varit bra på det heller.

**Har det varit så i grundskolan då också?**

Ja, det går ju lite sämre nu, men det var så i grundskolan också.

**Vilka andra ämnen känner du att du tycker om då på gymnasiet något specifikt?**

Design ämnen, bild och cad sådant där kanske engelska också.

**Och en liten fråga om testbaserat lärande då som ni har varje vecka som ni utsätts för. Vad tycker du om de här testerna?**

Det är väl bra egentligen. Jag vet inte hur bra det funkar för mig, men. Det kan säkert funka bra för andra.

**Och, varför tror du att det inte funkar bra för dig?**

Jag har inte sett mycket resultat från det själv. Men det kanske är bra egentligen bara att jag inte märker av det så mycket.

**Skulle du skulle du vilja beskriva någonting du känner kan vara positivt och negativt med TBL?**

Jag har ju varit med på ganska mycket extra matte förr. Diagnoser som inte har gått bra. Dock man får mer tid att plugga egentligen.

**Men så du ser det som något positivt att ni har de här extra lektionerna man får gå på?**

Ja, det är inte negativt.

**Och hur skulle du säga att de här diagnoserna påverkar ditt självförtroende?**

Det är väl negativt, kanske. Eller ja, om man. Misslyckas med Flera i rad så är det väl inte så bra.

**Om vi skulle vända på det och säga att man klarar flera diagnoser i rad. Påverkas ditt självförtroende positivt då?**

Lite i alla fall, kanske.

**Vi pratar ju vid det lite förut också. Du var inne på dina resultat och så, men hur tror du att de här diagnoser har kunnat påverka ditt resultat inom matematiken?**

Vet ni riktigt alltså jag antar att det är positivt på resultatet. Hur mycket det hjälper, vet jag inte.

**Tror jag det var någon skillnad om ni inte hade de här testerna varje vecka?**

Jag hade ju fått mindre tid att plugga på. Så att det hade väl varit lite sämre då kanske.

**Hur känner du att din stressnivå är under och inför de här diagnoserna?**

Ja, lite stressad är man väl. Jag tycker inte att vi har haft jättemycket tid mellan lektionen där vi lär oss någonting och när vi ska ha diagnos på det. Det är väl mest det. Det är ju typ en dag så om man har något att göra då, så. Kan det vara lite svårt att plugga in allt.

**Hur känner du dig stressad? Vad är du stressad över?**

Jag är mest stressad över att man inte ska klara det och komma tidigare någon dag till extra matten.

**Om vi om vi tänker på på hela mattekursen överlag skulle du säga att du känner mer stress där än andra ämnen?**

Ja.

**När ni skriver de här testerna diagnoserna, känner du att det är någon liksom press och stress just under själva tillfället eller är det bara inför som det känns stressigt?**

Mest inför, jag är väl ganska van vid det. Där är ju inte det, det är inte att världen går under när man misslyckas med det. Man får komma lite tidigare en dag liksom.

**Ja, hur är känslan att behöva komma in tidigare än tisdagsmorgon för att man inte presterar det på ett av de här testerna?**

Jag är van vid det så att jag ser det inte som jobbigt.

**Om du hade fått bestämma, alltså att det är du som sitter och håller i tyglarna, hur hade du anpassat de här diagnoserna eller själva upplägget av testbaserat lärande för att göra det bättre?**

Jag hade väl lagt upp det, så kanske att vi hade en genomgång för någonting på torsdagen, kanske sen hade vi en diagnos för på tisdagen eller torsdag nästa vecka. Sen fick man lite mer tid att plugga på den. Just nu har vi bara en dag.

**Alltså att man liksom i början av nästa vecka testas på det man gjorde förra veckan?**

Ja för då har man ju hela helgen också.

**Lägger du mycket tid på matematikstudier utanför undervisningstiden?**

Jag borde väl lägga mer, men det är väl något jag får fokusera lite mer på kanske.

# J

## Appendix 10

**T-Test**

[DataSet1]

**Group Statistics**

	Grupp	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Z5	3,00	23	,2313	1,01361	,21135
	4,00	21	-,2257	,67528	,14736

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
Z5	Equal variances assumed	2,096	,155	1,742	42
	Equal variances not assumed			1,774	38,564

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means			
		Significance		Mean Difference	Std. Error Difference
		One-Sided p	Two-Sided p		
Z5	Equal variances assumed	,044	,089	,45702	,26231
	Equal variances not assumed	,042	,084	,45702	,25765

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
Z5	Equal variances assumed	-,07235	,98638
	Equal variances not assumed	-,06432	,97836

**Independent Samples Effect Sizes**

	Standardizer <sup>a</sup>	Point Estimate	95% Confidence Interval	
			Lower	Upper
Z5	Cohen's d	,86909	,526	- ,079 1,125
	Hedges' correction	,88500	,516	- ,078 1,105
	Glass's delta	,67528	,677	,042 1,296

a. The denominator used in estimating the effect sizes.  
 Cohen's d uses the pooled standard deviation.  
 Hedges' correction uses the pooled standard deviation, plus a correction factor.  
 Glass's delta uses the sample standard deviation of the control group.

**T-Test**

**Group Statistics**

	Grupp	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Z3	1,00	22	,3877	1,40175	,29885
	2,00	17	-,4241	1,04046	,25235

**Independent Samples Test**

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means	
		F	Sig.	t	df
Z3	Equal variances assumed	,138	,713	1,998	37
	Equal variances not assumed			2,076	36,960

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means			
		Significance		Mean Difference	Std. Error Difference
		One-Sided p	Two-Sided p		
Z3	Equal variances assumed	,027	,053	,81184	,40634
	Equal variances not assumed	,022	,045	,81184	,39115

**Independent Samples Test**

		t-test for Equality of Means	
		95% Confidence Interval of the Difference	
		Lower	Upper
Z3	Equal variances assumed	-,01147	1,63516
	Equal variances not assumed	,01928	1,60441

DEPARTMENT OF SOME SUBJECT OR TECHNOLOGY  
CHALMERS UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
Gothenburg, Sweden  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**  
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY