

Nikolai Roede Dokken  
Ian-Angelo Roman Evangelista

# The Role of AI Opponents in Online Multiplayer Games: Exploring Difficulty Scaling and Adaptive Strategies for Player Motivation and Engagement

Master's thesis in Computer Science  
Supervisor: Boban Vesin  
Co-supervisor: Michail Giannakos  
June 2023



Norwegian University of  
Science and Technology



Nikolai Roede Dokken  
Ian-Angelo Roman Evangelista

# **The Role of AI Opponents in Online Multiplayer Games: Exploring Difficulty Scaling and Adaptive Strategies for Player Motivation and Engagement**

Master's thesis in Computer Science  
Supervisor: Boban Vesin  
Co-supervisor: Michail Giannakos  
June 2023

Norwegian University of Science and Technology  
Faculty of Information Technology and Electrical Engineering  
Department of Computer Science



Norwegian University of  
Science and Technology





---

## Abstract

This thesis aims to compare different implementations of AI opponents in a developed word game and investigate how AI in games can be designed to increase players' motivation and engagement. While researching this topic, different variations of AI opponents were implemented and tested, and their characteristics are compared and discussed.

An online word game was developed to carry out the research in this report. The report presents qualitative and quantitative data collected through usability tests, public game testing, and game simulations. Data was collected through semi-structured interviews during the usability tests, without targeting any specific demographic. During public testing, players were invited to play through online forums and social media. The data was analyzed using content analysis, one-way ANOVA, and Kruskal-Wallis tests. Further tests were performed using T-tests and Mann-Whitney U tests.

The results of the research indicate that to increase players' motivation and engagement in relation to playing against an AI, simple hacks and algorithms may be applied. Furthermore, each implementation's characteristics must be carefully considered to ensure that the AI behaves as expected without compromising the player experience in any way. However, the limited adaptability of the different AI algorithms to a player's skill level emphasizes the need for a more dynamic AI. This is required to cover the spectrum of all skill levels in order to provide each player with a delicate balance between skill and challenge. Further studies should investigate how to accurately estimate a player's motivation and engagement, as well as their skill level, in order to adjust an AI's skill level appropriately.

---

## Sammendrag

Denne avhandlingen har som mål å sammenligne ulike implementasjoner av KI-motstandere i et utviklet ordspill og undersøke hvordan KI i spill kan utformes for å øke spillernes motivasjon og engasjement. Under forskningen ble ulike variasjoner av KI-motstandere implementert og testet, og deres egenskaper vil bli sammenlignet og diskutert i denne rapporten.

Et nettbasert ordspill ble utviklet for å gjennomføre forskningen i denne rapporten. Rapporten vil presentere kvalitative og kvantitative data som er samlet gjennom brukertester, åpne spilltester og spill-simuleringer. Under brukertestene ble data samlet inn gjennom semi-strukturerte intervjuer, men ingen spesifikke demografiske grupper ble utvalgt til disse. Ved den åpne testingen ble spillere invitert til å spille gjennom nettfora og sosiale medier. Dataene ble analysert ved hjelp av innholdsanalyse, enveis ANOVA og Kruskal-Wallis tester. Videre tester ble gjennomført ved hjelp av T-tester og Mann-Whitney U-tester.

Resultatene av forskningen indikerer at for å øke spillernes motivasjon og engasjement i forhold til å spille mot en KI, kan enkle triks og algoritmer anvendes. Videre må egenskapene til hver implementasjon nøye vurderes for å sikre at KI-motstanderen oppfører seg som forventet uten å påvirke spillerens spillopplevelsen i negativ forstand. Imidlertid understreker KI-ens begrensede tilpasningsevne, i forhold til spillerens ferdighetsnivå, behovet for en mer dynamisk KI. Dette er nødvendig for å dekke hele spekteret av ferdighetsnivåer for å gi hver spiller en fin balanse mellom ferdighet og utfordring. Videre studier bør undersøke hvordan man nøyaktig kan måle en spillers motivasjon og engasjement, samt hvordan man kan estimere en spillers ferdighetsnivå og justere KI-motstanderens ferdighetsnivå deretter.

---

## Acknowledgment

This report is written for the Department of Computer Science (IDI) at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) in Trondheim. It is written in collaboration with Boban Vesin and Michail Giannakos in the Spring of 2023.

We want to give special thanks to Boban Vesin and Michail Giannakos who have been our advisors during this project. They have been supportive and cooperative throughout the entire process.

We also want to thank all the participants of the usability tests. Their feedback has been really important in the writing of this thesis and for the development of the accompanying game.

To Nikolai, I am grateful for your immense work and dedication to this thesis. You were one of the first friends I made when I came to Trondheim. Who would have thought that we would be writing this thesis together five years from when we started? I have learned so much from you throughout the years but mostly during these past months. This thesis and product would never have come to fruition without you. Thank you.

Ian

To Ian, collaborating on this thesis with you has been an honor. Your dedication, both at work and outside, has inspired and impressed me. The process of writing this thesis together has been both challenging and immensely gratifying. The writing sessions we've shared have been an absolute delight, blending focused work with moments of creativity and shared excitement. I could not think of a better way to end 5 years as fellow students and continue countless years as friends.

Nikolai

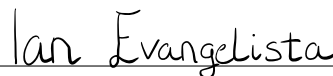
Finally, we want to thank our friends and family, who have supported us throughout our research and studies.

Reshjem, 6th of June 2023

Place, Date



Nikolai Roede Dokken



Ian-Angelo Roman Evangelista

---

# Table of Contents

<b>Abstract</b>	<b>i</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>ii</b>
<b>Acknowledgment</b>	<b>iii</b>
<b>List of Figures</b>	<b>viii</b>
<b>List of Tables</b>	<b>ix</b>
<b>Acronyms and Abbreviations</b>	<b>x</b>
<b>1 Introduction</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation . . . . .	1
1.2 Objectives and Research Questions . . . . .	1
1.3 Contributions . . . . .	2
1.4 Thesis Outline . . . . .	3
<b>2 Background</b>	<b>4</b>
2.1 AI in Games . . . . .	4
2.1.1 Hacks . . . . .	4
2.1.2 Heuristics . . . . .	4
2.1.3 Algorithms . . . . .	4
2.2 Rational Agents . . . . .	5
2.2.1 PEAS - Performance, Environment, Actuators, Sensors . . . . .	5
2.2.2 Simple Reflex Agents . . . . .	5
2.2.3 Greedy Agents . . . . .	5
2.2.4 Goal-Based Agents . . . . .	6
2.2.5 Utility-Based Agents . . . . .	6
2.3 Game Tree Search Agents . . . . .	6
2.3.1 Minimax Algorithm . . . . .	6
2.3.2 Alpha-Beta Pruning . . . . .	7
2.3.3 Monte Carlo Algorithm . . . . .	9
2.4 Machine Learning . . . . .	11
2.4.1 Neural Networks . . . . .	12
2.4.2 Reinforcement Learning . . . . .	12
2.4.3 Deep Reinforcement Learning . . . . .	13

---

2.5	Flow Theory . . . . .	13
2.5.1	Application of Flow Theory in Game Design . . . . .	13
2.6	Theory on Intrinsically Motivating Instruction . . . . .	15
2.6.1	Challenge . . . . .	15
2.6.2	Fantasy . . . . .	16
2.6.3	Curiosity . . . . .	16
2.7	Dynamic Game Difficulty Balancing . . . . .	16
2.8	Human-Computer Interaction . . . . .	17
2.9	Relevant Research Studies and Publications . . . . .	17
2.9.1	Motivation and Engagement in Word Games . . . . .	17
2.9.2	Algorithms in Games . . . . .	18
2.10	Existing Solutions . . . . .	19
2.10.1	Wordle . . . . .	19
2.10.2	Scrabble . . . . .	19
2.10.3	Wordfeud . . . . .	19
2.10.4	Words with Friends . . . . .	20
2.10.5	Chess, Deep Blue and Stockfish . . . . .	20
2.10.6	Go and AlphaGo . . . . .	20
<b>3</b>	<b>Design and Implementation</b>	<b>21</b>
3.1	The Game . . . . .	21
3.1.1	Game Rules . . . . .	21
3.1.2	Game Definition . . . . .	21
3.2	Functional Requirements . . . . .	22
3.3	Design Decisions . . . . .	22
3.3.1	Easy Opponent . . . . .	23
3.3.2	Medium Opponent . . . . .	23
3.3.3	Hard Opponent . . . . .	24
3.3.4	Extreme Opponent . . . . .	26
3.3.5	Dictionary . . . . .	27
3.3.6	Visualizing the AI . . . . .	27
3.3.7	System Architecture . . . . .	29
3.4	Development Process . . . . .	30
3.4.1	Development Tools . . . . .	30
3.4.2	Test Driven Development . . . . .	30

---

---

<b>4</b>	<b>Methodology</b>	<b>31</b>
4.1	Research Design . . . . .	31
4.1.1	Participants . . . . .	31
4.1.2	Test Setup . . . . .	31
4.1.3	Test Procedure . . . . .	32
4.2	Data Collection . . . . .	33
4.2.1	Observations . . . . .	33
4.2.2	Interviews . . . . .	34
4.2.3	Public Testing . . . . .	34
4.2.4	Questionnaires . . . . .	34
4.2.5	Simulations . . . . .	34
4.3	Data Analysis . . . . .	35
4.3.1	Qualitative Data Analysis . . . . .	36
4.3.2	Quantitative Data Analysis . . . . .	38
<b>5</b>	<b>Results</b>	<b>40</b>
5.1	Results of Qualitative Analysis . . . . .	40
5.1.1	Player Experience . . . . .	40
5.1.2	Game Mechanics . . . . .	42
5.1.3	AI Behaviour . . . . .	42
5.1.4	User Interface . . . . .	44
5.1.5	Improvements . . . . .	45
5.2	Results of Quantitative Analysis . . . . .	46
5.2.1	Simulations . . . . .	46
5.2.2	Questionnaire . . . . .	48
5.2.3	Public Testing . . . . .	48
<b>6</b>	<b>Discussion</b>	<b>55</b>
6.1	Designing Game AI to Increase Players' Motivation and Engagement . . . . .	55
6.1.1	Difficulty Levels and Algorithms' Characteristics . . . . .	55
6.1.2	Flow . . . . .	56
6.1.3	Intrinsically Motivating Instruction . . . . .	59
6.2	Performance Comparisons of Different Game AI Implementations . . . . .	59
6.2.1	AI versus AI . . . . .	59
6.2.2	AI versus Human Players . . . . .	60
6.3	Limitations . . . . .	62

---

6.3.1 Usability Tests . . . . .	62
6.3.2 Game Space Complexity . . . . .	62
<b>7 Conclusion and Further Work</b>	<b>64</b>
7.1 Further Work . . . . .	64
<b>Bibliography</b>	<b>66</b>
<b>Appendix</b>	<b>68</b>
<b>A Form of Consent</b>	<b>69</b>
<b>B Interview Guide</b>	<b>71</b>
<b>C Usability Test Question</b>	<b>72</b>
<b>D System Usability Test</b>	<b>76</b>
<b>E Usability Test 1</b>	<b>77</b>
<b>F Usability Test 2</b>	<b>94</b>
<b>G Usability Test 3</b>	<b>117</b>
<b>H Statements on Player Experience</b>	<b>136</b>
<b>I Statements on Game Mechanics</b>	<b>144</b>
<b>J Statements on AI Behavior</b>	<b>146</b>
<b>K Statements on User Interface</b>	<b>153</b>
<b>L Statements on Improvements</b>	<b>156</b>
<b>M Coverage Report</b>	<b>159</b>
<b>N Game URL</b>	<b>160</b>

---

## List of Figures

1	Flow Channel . . . . .	14
2	Thomas Malone’s Framework for a Theory of Intrinsically Motivating Instructions	15
3	The 8 channels of flow . . . . .	18
4	Minimax average score and time per game . . . . .	24
5	Simplified Minimax Search Tree . . . . .	25
6	MCTS average score and time per game . . . . .	27
7	The sequence and interaction of letter exchanges between a player and the AI . . .	28
8	Scores . . . . .	28
9	System architecture . . . . .	29
10	Firestore database model. The orange frames are objects stored within the white documents . . . . .	29
11	Overview of the research design . . . . .	31
12	Win ratios of difficulties at the top after 100 game simulations against difficulties at the left. For all simulations, the difficulty at the top starts the game . . . . .	47
13	Average scores of difficulties at the top after 100 game simulations against difficulties at the left. For all simulations, the difficulty at the top starts the game . . . . .	47
14	Average time per game simulated in seconds. . . . .	48
15	Number of users that have played x games . . . . .	49



---

## List of Tables

1	Table of Thesis Outline . . . . .	3
2	Functional Requirements . . . . .	22
3	Definition of metrics collected for quantitative data analysis from usability testing	33
4	Definition of metrics collected for quantitative data analysis from game simulations	35
5	Categories for the qualitative data analysis . . . . .	37
6	The number of positive, negative, and neutral statements about the player experience during each round of usability testing . . . . .	40
7	Key findings comparing actual and expected game time. Absolute difference is used to calculate average guess difference from actual game time. . . . .	41
8	The number of positive, negative, and neutral statements about game mechanics during each round of usability testing . . . . .	42
9	The number of positive, negative, and neutral statements about AI behavior during each round of usability testing . . . . .	42
10	The number of positive, negative and neutral statements about user interface during each round of usability testing . . . . .	44
11	The number of positive, negative and neutral statements about improvements during each round of usability testing . . . . .	46
12	Results after 100 game simulations between the different difficulties and the extreme MCTS adversary . . . . .	47
13	Results of SUS test 1 . . . . .	48
14	Results of SUS test 2 . . . . .	48
15	Results after public testing . . . . .	49
16	Shapiro-Wilk Test for Normality . . . . .	50
17	Levene's Test for Homogeneity of Variances . . . . .	51
18	One-Way ANOVA Results . . . . .	51
19	One-Way ANOVA Test Results . . . . .	51
20	Pairwise t-test results for AI difficulties . . . . .	52
21	Results of Kruskal-Wallis Test for Performance Indicators . . . . .	53
22	Pairwise Mann-Whitney U results for AI difficulties . . . . .	53
23	Point-Biserial Correlation Analysis Results . . . . .	54
24	Coverage report of the difficulty modes . . . . .	159

---

## Acronyms and Abbreviations

<b>AI</b>	Artificial Intelligence. 4
<b>ANOVA</b>	Analysis of Variance. 38, 49–51, 60, 61
<b>DGDB</b>	Dynamic Game Difficulty Balancing. 1, 16, 56, 65
<b>DRL</b>	Deep Reinforcement Learning. 13
<b>HCI</b>	Human-Computer Interaction. 17
<b>MCTS</b>	Monte Carlo Tree Search. 6, 9–11, 18, 20, 26, 27, 32, 35, 46, 55–57, 60–62, 64, 65
<b>MDP</b>	Markov Decision Process. 12
<b>NPC</b>	Non-Playable Character. 4
<b>RL</b>	Reinforcement Learning. 12, 13
<b>SUS</b>	System Usability Scale. 31, 32, 34, 39, 48
<b>UCB</b>	Upper Confidence Bound. 9–11
<b>UI</b>	User Interface. 28, 29, 32, 42, 44, 45, 58
<b>UT1</b>	Usability Test 1. 32, 36
<b>UT2</b>	Usability Test 2. 32, 36, 39
<b>UT3</b>	Usability Test 3. 32, 36, 39
<b>UX</b>	User Experience. 17

---

# 1 Introduction

This section introduces the motivation for the research made, the description of the problem, and the objectives and research questions to be answered in the thesis. It will also give an overview of the approach to answering the research questions and an outline of the thesis.

## 1.1 Motivation

Mobile games have become increasingly popular over the years, with millions of players worldwide spending countless hours playing their favorite games. As a result, the video game industry has grown into a multi-billion dollar industry, with new games being released every year (Clement 2023). One of the key factors that make video games so appealing to players is their ability to provide a sense of challenge and engagement, which can lead to a feeling of satisfaction and accomplishment when a player successfully completes a difficult task (Deterding et al. 2011).

However, designing games that are both challenging and engaging can be a difficult task, especially for game developers who want to create games that appeal to a broad range of players. This is where game AI comes in – by designing AI systems that can adapt to a player’s skill level and provide just the right amount of challenge, developers can create games that are both engaging and satisfying to play (Andrade et al. 2021).

The challenge for game AI designers is to find the right balance between challenge and frustration (Yannakakis and Togelius 2018). If a game is too easy, it can quickly become tedious and disengaging, while if it is too difficult, it can lead to frustration and a loss of interest in the game. Therefore, there is a need for research that explores how game AI can be designed to increase players’ engagement, while still maintaining a balance that prevents the player from feeling overwhelmed or frustrated. To address this need, this thesis will investigate how game AI can be designed to create a more motivating and engaging gaming experience.

While game AI design has received significant attention in various game genres, such as action or strategy games, the design of game AI for word games has been relatively overlooked, despite the potential for these games to promote intellectual and educational benefits. Word games are popular for a variety of reasons. Firstly, they provide a mental challenge that can be both stimulating and entertaining (Shah and Saleem 2021). They require players to think critically and creatively, as they have to come up with words using either a limited set of letters or having limited space to create words. This mental challenge can be satisfying and rewarding when players are able to successfully come up with words and score points. Secondly, most word games are easy to learn and play. The rules are generally simple, and most games can be played by people of all ages and skill levels. They are also relatively short, making them a convenient choice for people who are looking for a quick and fun distraction. Thirdly, word games can be played alone or with others, making them a versatile form of entertainment. They can be played to pass the time, challenge oneself, or compete with others.

Implementing a game AI in a word game can enhance the player experience by providing a dynamic and adaptive opponent. A game AI can be designed to challenge the player’s abilities while still maintaining a balance that prevents frustration or boredom. It can also provide an element of unpredictability and variety, which can keep the game interesting and engaging for longer periods of time. Additionally, a game AI can allow for more personalized gameplay experiences, as it can adapt to the player’s skill level and adjust the level of challenge accordingly.

## 1.2 Objectives and Research Questions

Based on the aforementioned motivation and the need for further research regarding Dynamic Game Difficulty Balancing and player motivation in games, as identified by Vang 2022 and Zohaib 2018, this thesis will attempt to answer the following research questions:

- 
- **RQ1:** How should game AI be designed to increase players' motivation and engagement, while maintaining an optimal skill-challenge balance?
  - **RQ2:** How do various game AI opponents compare in terms of specific performance indicators and characteristics?

To enable this research and answer the above questions, a game was developed. Specifically, a word game described in Section 3.1 was designed to allow for comparison between AI opponents. Performance indicators and characteristics in relation to RQ2 are defined to be any game-relevant measures like score, the number of words formed, and win rate. There is a set of objectives that are required to be achieved throughout the research period. This thesis' research objectives and approach are to create a game AI adversary that provides a sufficient challenge while giving the player a positive and rewarding experience. More specifically, the researchers want to investigate how advanced the adversary needs to be to achieve this goal and what game AI approaches are needed. In addition to being able to play against a computer, the player should be able to play against others online. However, this feature is not emphasized in this thesis. Below is a summary of the research objectives which are to be achieved.

- (i) Literature review on game AI and heuristic functions in board and small online games.
- (ii) Implement a game AI and compare different approaches.
- (iii) Conduct usability studies on the game AI.
- (iv) Collect and analyze gameplay data from public testing.

### 1.3 Contributions

This thesis contributes to existing research about designing AI opponents in games using dynamic difficulty adjustment and how these agents should facilitate player motivation and engagement. More specifically, the research contributes with a developed word game used to collect and analyze both qualitative and quantitative data. The results highlight strengths and weaknesses of different algorithms commonly used in AI opponents, and point to what characteristics should be considered based on the environment of the agent. By addressing these contributions, this thesis advances the current understanding of player motivation and engagement in online multiplayer games, providing valuable knowledge for both academia and the game industry. The research outcomes aim to inspire further studies and shape the future design practices of online multiplayer games with AI opponents and effective difficulty scaling mechanisms.

---

## 1.4 Thesis Outline

<b>Section</b>	<b>Description</b>
1 Introduction	Describes the motivation of the thesis and the related problem. Presents the objectives to be reached, research questions to be answered, and how it will be done.
2 Background	Clarifies the key concepts, relevant theory, and existing solutions.
3 Design and Implementation	Explains the development process and details of the design and implementation decisions.
4 Methodology	Introduces the methodology used in the research. It describes the procedures for collecting data and methods of analyzing it.
5 Results	Presents the results and key findings from the research.
6 Discussion	Discusses the results and key findings from the research and examine the limitations of the research.
7 Conclusion and Further Work	Concludes the research made and presents ideas for future work.

Table 1: Table of Thesis Outline

---

## 2 Background

This section will present relevant concepts and theory to the requirements of the thesis, the developed game, and the performed studies. This requires introducing an extensive number of interconnected concepts, which implies a more complicated structure of the background section. In brief, the section will start by presenting theory on AI in games, common game theory including rational agents, and common algorithms used to implement them. Furthermore, theory on how to create an engaging player experience will be presented. Finally, relevant studies and some existing solutions will be presented.

### 2.1 AI in Games

Artificial Intelligence (AI) in games has been common for a long time. Different games use them in varying degrees either to act as a direct opponent for the player or to simulate a realistic environment, for instance through Non-Playable Characters (NPCs). While AI is often used to create a challenging game experience for players, technological improvements have also enabled us to create AI opponents that precede our knowledge of games and how to play them. Examples of this can be seen in games like chess (IBM's Deep Blue in 1997) and Go (AlphaGo in 2017), where AI opponents have won against the representative world champions in each game.

Different types of AI are used in games to achieve different results with varying complexity. Some games like Go require advanced algorithms and machine learning to pose a challenge against human players. Other games with smaller game spaces (a game space is the collection of all possible moves) might only need an algorithm that makes a random move in order to challenge the player. Below are a few different types of AI in games, defined by Millington 2019.

#### 2.1.1 Hacks

A hack is a type of artificial intelligence in a game (Millington 2019). It is a simple piece of code that gives the illusion of intelligence. An example is a random number generator which, if applied judiciously, may cause seemingly intelligent outcomes. Hacks do not need any complicated cognitive models, learning, or neural networks.

#### 2.1.2 Heuristics

A heuristic is a function that is aimed to produce an approximate solution when there are no exact solutions for a problem or the time to obtain the solution is too long (Millington 2019). There are some key points to consider when using a heuristic function.

- (i) Completeness - the heuristic may not find all the solutions when there exists multiple.
- (ii) Optimality - the heuristic may not find the best solution when there exist multiple solutions.
- (iii) Precision - finding an acceptable solution in a timely manner, may result in an inaccurate solution.

#### 2.1.3 Algorithms

An algorithm can be formalized as a series of steps, each performed one after another (in contrast to a heuristic), for solving a specific problem in a finite number of steps (Millington 2019). The result of an algorithmic process is predictable and reproducible. An algorithm has a particular set of steps or instructions for solving a problem.

---

## 2.2 Rational Agents

Rational agents are a fundamental concept in game AI. A rational agent is a software program that is able to make decisions and take actions in a game based on its goals and available information. The key characteristic of a rational agent is that it acts in a way that is logically consistent with its goals and the information it has available (Russell and Norvig 2021). In game AI, rational agents can be used to simulate intelligent behavior in opponents.

### 2.2.1 PEAS - Performance, Environment, Actuators, Sensors

To design a rational agent, one must specify its performance measures, environment, actuators, and sensors (Russell and Norvig 2021). These different artifacts are described below and explained using a self-driving taxi agent example, also from Russell and Norvig 2021's book *Artificial Intelligence, A Modern Approach*.

An agent's performance measure is used to know how well it is doing and can be used to decide what action to take. This could be a specific measure directly related to winning a game, or it could relate to how to perform actions. For a self-driving taxi agent, different performance measures include time to destination, the safety of passengers, fuel efficiency, or a combination of the three.

Rational agents operate in environments. To design a rational agent it is important to have knowledge of its environment. Some environments are fully observable, meaning the complete state of the environment is known to the agent, while others are partially observable, meaning the agent only has access to some information about the environment. Environments can also be unobservable if the agent does not have any sensors. If the next state of the environment is determined only by its current state and the agent's action, it is a deterministic environment. Otherwise, the environment is said to be stochastic. A self-driving taxi agent operates in a multi-agent (other cars and people), partially observable, stochastic environment. As the agent can not know what's around the next corner it is partially observable. As other cars and people do not freeze when the taxi stops, it is a stochastic environment.

Actuators are used to perform actions. After deciding on an action to perform, the agent's actuators will be used to interact with the environment. For a self-driving taxi agent, actuators include the steering wheel, accelerator, brakes, gear selector, blinkers, horn, and more.

Sensors allow the agent to perceive the environment. These perceptions can be used to decide on an action. The described taxi agent might have cameras, LiDAR scanners, heat sensors, accelerometers, and more as its sensors.

### 2.2.2 Simple Reflex Agents

Simple Reflex Agents are rational agents that select their actions solely based on the current percept of their surrounding environment (Russell and Norvig 2021). These agents typically use condition-action rules to determine their next action, meaning they are programmed to follow very specific rules based on whether a condition about the environment is met or not.

### 2.2.3 Greedy Agents

A greedy agent is a form of rational agent that makes decisions by always selecting the best available action at each step (Russell and Norvig 2021). In other words, it never considers long-term gains when performing an action, applying a local search strategy to find the local best action. Greedy agents may be effective in certain situations but do not always produce optimal solutions.

---

### 2.2.4 Goal-Based Agents

Goal-based agents are characterized by their ability to formulate and pursue long-term objectives or goals (Russell and Norvig 2021). These agents take actions based on their assessment of whether an action will take them closer to their goal or not.

### 2.2.5 Utility-Based Agents

Utility-based agents consider the desirability of different outcomes (Russell and Norvig 2021). By assigning a utility value to different game states, the utility-based agent is able to perform actions that lead to the most desired game state. These agents often use probabilistic reasoning to make decisions. In games, this might mean performing an action that leads to the highest probability of winning. Minimax and Monte Carlo Tree Search (MCTS) described in Section 2.3 are examples of strategies applied by utility-based agents in adversarial search.

## 2.3 Game Tree Search Agents

Game tree search agents have a fundamental role in the context of game development. A game tree is a graph of all possible game states of a given game. There are various algorithms used to explore the vast game tree and to make decisions on which game state to proceed to. A game tree search agent is able to evaluate the potential consequences of different actions and make strategic and informed choices based on which action is the most advantageous. Examples where game tree search agents are used are traditional board games like chess and Go.

### 2.3.1 Minimax Algorithm

Minimax is a well-known algorithm in game theory and is commonly used in decision-making situations where two or more players are involved. The algorithm is used to determine the optimal move for a player in a given turn, based on the assumption that the other players also play optimally. The Minimax algorithm is commonly used in games such as chess, checkers, and tic-tac-toe, where the goal is to find the best possible move that maximizes the player's chances of winning while minimizing the opponent's chances of winning.

The algorithm works in that the player MAX wants to find a sequence of actions that leads to a win. However, player MIN is working against player MAX, meaning that MAX tries to maximize its outcome, while MIN tries to minimize it (Russell and Norvig 2021). The optimal strategy in a game tree is determined by finding the Minimax value of each state in the tree. The Minimax value is the utility for MAX of being in that state with the assumption that both players are playing optimally until the game reaches a terminal state. MAX prefers to move to a state of maximum value when it is MAX's turn to move, and MIN prefers a state of minimum value.

By finding the Minimax value of each state, the search algorithm is able to find the best move for MAX. It will try all actions and will choose the action whose resulting state has the highest Minimax value. The algorithm is recursive and proceeds all the way down to the leaves of the tree and then backs up the Minimax values through the tree as the recursion unwinds. By doing so, the algorithm performs a complete depth-first exploration of the game tree.

The algorithm works as follows:



---

**Algorithm 1** Minimax Algorithm

---

```
1: function MINIMAX(node, maximizingPlayer)
2:   if node is a terminal node then
3:     return the heuristic value of the node
4:   end if
5:   if maximizingPlayer then
6:     bestValue  $\leftarrow -\infty$ 
7:     for each child of node do
8:        $v \leftarrow \text{minimax}(\text{child}, \text{False})$ 
9:       bestValue  $\leftarrow \max(\text{bestValue}, v)$ 
10:    end for
11:    return bestValue
12:   else
13:     bestValue  $\leftarrow \infty$ 
14:     for each child of node do
15:        $v \leftarrow \text{minimax}(\text{child}, \text{True})$ 
16:       bestValue  $\leftarrow \min(\text{bestValue}, v)$ 
17:     end for
18:     return bestValue
19:   end if
20: end function
```

---

### 2.3.2 Alpha-Beta Pruning

Alpha-Beta pruning is a popular algorithm in game theory that is used to optimize the Minimax algorithm by eliminating the exploration of a number of game states while computing the correct Minimax decision (Russell and Norvig 2021). The algorithm is based on the concept of eliminating branches of the game tree that are guaranteed to lead to a worse outcome than previously explored branches. This concept allows the algorithm to prune the game tree and significantly reduce the amount of computation required to find the optimal move. Alpha-Beta pruning can be applied to trees of any depth, and it is often possible to prune entire sub-trees rather than just leaves. The Alpha-Beta pruning algorithm is commonly used in games such as chess and checkers, where the game tree can be very large and complex.

The Alpha-Beta pruning algorithm is a modified version of the Minimax algorithm that incorporates pruning techniques to reduce the number of nodes that need to be evaluated. The idea is to consider a node  $n$  in the tree which a player can move to. If the player has a better choice to move to either at the same depth level as  $n$  or at any node higher up, it will never move to  $n$ . When you know enough about  $n$  to eliminate it, you prune it. To do Alpha-Beta pruning, you need the two variables  $\alpha$  and  $\beta$ .  $\alpha$  represents the highest value of the best alternative which have been found at any point along the path for MAX.  $\beta$  represents the lowest value of the best alternative which have been found at any point along the path for MIN. By using both variables, the Alpha-Beta search updates both variables as it goes along. It will prune the remaining branches at a node when it can conclude that the value of the current node is known to either be worse than the current  $\alpha$  value for MAX or worse than the current  $\beta$  value for MIN.

The algorithm works as follows:

---

**Algorithm 2** Alpha-Beta Pruning Algorithm

---

```
1: function ALPHABETA(node, alpha, beta, maximizingPlayer)
2:   if node is a terminal node then
3:     return the heuristic value of the node
4:   end if
5:   if maximizingPlayer then
6:     bestValue  $\leftarrow -\infty$ 
7:     for each child of node do
8:        $v \leftarrow \text{alphaBeta}(\text{child}, \text{alpha}, \text{beta}, \text{False})$ 
9:       bestValue  $\leftarrow \max(\text{bestValue}, v)$ 
10:      alpha  $\leftarrow \max(\text{alpha}, v)$ 
11:      if beta  $\leq$  alpha then
12:        break
13:      end if
14:    end for
15:    return bestValue
16:   else
17:     bestValue  $\leftarrow \infty$ 
18:     for each child of node do
19:        $v \leftarrow \text{alphaBeta}(\text{child}, \text{alpha}, \text{beta}, \text{True})$ 
20:       bestValue  $\leftarrow \min(\text{bestValue}, v)$ 
21:       beta  $\leftarrow \min(\text{beta}, v)$ 
22:       if beta  $\leq$  alpha then
23:         break
24:       end if
25:     end for
26:     return bestValue
27:   end if
28: end function
```

---

Nevertheless, the efficiency of Alpha-Beta pruning may vary vastly depending on the game being played and the specific implementation of the algorithm. It is therefore difficult to estimate how much Alpha-Beta pruning can improve the efficiency of the Minimax algorithm. Neitz and Lima 1999 stated:

With Alpha-Beta Pruning the number of nodes on average that need to be examined is  $O(b^{d/2})$  as opposed to the Minimax algorithm which must examine  $O(bd)$  nodes to find the best move. In the worst case Alpha-Beta will have to examine all nodes just as the original Minimax algorithm does. But assuming a best case result this means that the effective branching factor is  $b^{(1/2)}$  instead of  $b$ . (Neitz and Lima 1999)

In some cases, Alpha-Beta pruning can reduce the number of game states that need to be searched by more than 90%, which can make the Minimax algorithm much faster and more efficient (MacUser 1986). However, this will depend on the specific characteristics of the game and the implementation of the algorithm.

If a game tree has an average of  $B$  branches from every non-terminal node, and if the depth of the tree is  $D$  ply, there will be a total of  $B^D$  terminal nodes on the tree. A Minimax search would require the evaluation of all these nodes. Using the Alpha-Beta algorithm under its optimal conditions, the program would need to examine only  $2 * \sqrt{B^D}$  nodes. For a chess playing program, searching to a depth of 4-ply with an average of 36 branches from each node, there are more than 1 million terminal positions. Under optimal conditions, the Alpha-Beta algorithm would reduce the number of terminal nodes examined to around 2000, or a savings of 99.8%. (MacUser 1986)

However, Alpha-Beta pruning may introduce some additional overhead, as it requires maintaining

---

and updating  $\alpha$  and  $\beta$  values as the search progresses. This can add to the complexity of the algorithm and may not always result in a significant improvement in efficiency.

### 2.3.3 Monte Carlo Algorithm

MCTS is a search algorithm used to solve game trees (Russell and Norvig 2021). It can be used alongside machine learning principles of reinforcement learning. The algorithm is commonly used in different board games, such as chess and Go, with high branching factors, and games where it is difficult to tell whether a game state is good or bad. The properties that make the MCTS algorithm suitable for these situations are described below.

When performing a tree search, there's always the possibility that the current best action is not the most optimal action. By using the MCTS algorithm, it continues to evaluate other alternatives periodically during the learning phase by executing them, instead of the current perceived optimal strategy. This is called the *exploration-exploitation trade-off*. MCTS exploits all actions and strategies that are found to be the best till now but it also must continue to explore the local space of alternative decisions and find out if they could replace the current best. Exploration expands the breadth of the search tree more than its depth, and it may quickly become inefficient when there is a large number of steps. In order to avoid inefficacy, it can be balanced out by exploitation. Exploitation sticks to a single path that has the greatest estimated value. This is a greedy approach that will extend the tree's depth more than its breadth. As the algorithm always keeps track of the best action to perform so far, it is said to be *anytime*, meaning it at any time can return what it believes to be the best move. If the result is not satisfactory, the algorithm can be run for a longer time, or with more iterations, hopefully allowing it to find better solutions.

There are no heuristic functions used in the basic MCTS strategy. The fact that MCTS does not need a heuristic to evaluate the value of a state makes it *ahuristic*. This is one important reason for this algorithm's use in games like chess, as creating a function that assigns a utility value to a chessboard is not easy. With that said, it is possible to *approximate* a utility value of a chess board using machine learning, but that would mean extending the vanilla search tree algorithm. The value of a state is only estimated as the average utility over a number of simulations of complete games starting from the given state. A simulation or a playout is performed by repeatedly selecting legal actions for each player until a terminal game state is reached. To choose a move, a playout policy needs to be addressed. This policy could either be random or be learned throughout the game by self-play using neural networks. When a playout policy is addressed, the next factors to consider are from what positions you start the playouts, and how many playouts you allocate to each position. Therefore, there is a need for a selection policy that selectively focuses the computational resources on the important parts of the game tree. The policy focuses on an exploration of states with few playouts, and the exploitation of states that performed well in previous playouts, in order to get a more accurate estimate of their value.

The four steps of MCTS are:

- (i) Selection
- (ii) Expansion
- (iii) Exploration
- (iv) Backpropagation

#### Selection

To select a new node and traverse the tree, MCTS follows a specific strategy. By using an evaluation function called the Upper Confidence Bound (UCB), the algorithm can select the most optimal nodes. UCB balances the aforementioned *exploration-exploitation trade-off*. The UCB formula is as follows:

---

$$S_i = \frac{w_i}{n_i} + C\sqrt{\frac{\ln t}{n_i}} \quad (1)$$

$S_i$  is the value of node  $i$

$w_i$  is the number of wins of node  $i$

$n_i$  is the number of simulations of node  $i$

$C$  is the exploration parameter, in practice chosen empirically

$t$  is the total number of simulations of the parent node of node  $i$

The first component of the expression above is the exploitation component and is higher for nodes with a high average win ratio. The second component of the expression is the exploration component and is higher for nodes with fewer visits. The child node that returns the greatest UCB value will be selected. If a child node is also a leaf node, MCTS performs the expansion step.

### **Expansion**

All legal moves from the selected node are added as children, further deepening, and widening the game search tree.

### **Simulation**

A simulation is performed by choosing moves or strategies until a terminal state is reached. When a terminal state is reached, the winner is decided and passed to the backpropagate step.

### **Backpropagation**

The tree needs to be updated after a new playout is performed. Therefore, the tree will backpropagate from the newly added node to the root node, increasing the number of simulations performed for each node. If the resulting winner of the playout matches the player of the current node, the number of wins is also incremented by one. This information is then used in the selection phase of the next iteration.

The algorithm works as follows:

---

**Algorithm 3** Monte Carlo Tree Search

---

```
1: function MCTS( $s_0$ ) ▷ Initial state  $s_0$ 
2:   Create root node  $v_0$  with state  $s_0$ 
3:   while time or computational budget not exhausted do
4:      $v_{selected} \leftarrow \text{SELECT}(v_0)$ 
5:      $v_{expanded} \leftarrow \text{EXPAND}(v_{selected})$ 
6:      $s_{simulated} \leftarrow \text{SIMULATE}(v_{expanded})$ 
7:      $\text{BACKPROPAGATE}(v_{expanded}, s_{simulated})$ 
8:   end while
9:   return Best child of  $v_0$ 
10: end function
11: function SELECT( $v$ )
12:   while  $v$  is fully expanded do
13:      $v \leftarrow$  Child of  $v$  with highest UCB value
14:   end while
15:   return  $v$ 
16: end function
17: function EXPAND( $v$ )
18:   for each untried action  $a$  from  $v$  do
19:     Create a new child node  $v'$  with state  $s' = \text{APPLY}(s, a)$ 
20:     Add  $v'$  as a child of  $v$ 
21:   end for
22:   return one of the newly created child nodes
23: end function
24: function SIMULATE( $v$ )
25:    $s \leftarrow$  State of  $v$ 
26:   while  $s$  is not terminal do
27:     Choose a random action  $a$  from  $s$ 
28:     Apply  $a$  to  $s$ 
29:   end while
30:   return result of  $s$ 
31: end function
32: procedure BACKPROPAGATE( $v, s$ )
33:   while  $v$  is not null do
34:     Update the visit count and value estimate of  $v$  based on  $s$ 
35:      $v \leftarrow$  Parent of  $v$ 
36:   end while
37: end procedure
```

---

In this algorithm,  $s_0$  represents the initial state of the game, and the algorithm repeatedly performs four steps: selection, expansion, simulation, and backpropagation. The Select function chooses a node to expand based on the UCB value, Expand adds all child nodes of the selected node to the tree representing all its possible moves, Simulate runs a random simulation from the new node to a terminal state, and Backpropagate updates the value estimates of the nodes in the search tree based on the result of the simulation. The MCTS function repeats these four steps until a certain time or computational budget is exhausted and selects the child node with the highest value estimate as the next move.

## 2.4 Machine Learning

As opposed to rule-based AI approaches where game rules are specifically defined in the algorithms used, machine learning takes large amounts of data as input and attempts to learn the game rules themselves. By training a machine learning model on large amounts of data, it is possible to create game AI that can learn from experience and adapt to new situations. This allows for the creation of more complex and dynamic game environments, where the AI can make intelligent decisions and

---

behave in more realistic ways. Machine learning is particularly useful for creating game AI that is able to learn from player interactions, allowing it to adapt to different play styles and provide a more personalized gaming experience. Additionally, machine learning can be used to develop AI that is capable of learning from other players and improving its own performance over time, creating more challenging and engaging gameplay.

#### 2.4.1 Neural Networks

Neural networks in the context of AI are networks of artificial neurons made to behave like biological neurons in the human brain. These artificial neural networks are powerful computational models capable of learning from data and making predictions and decisions based on that learning. In game AI they are often used to approximate reward functions which can be especially useful when the state space or action space is too large to be completely known (Sutton and Barto 2018). Given a set of training data, neural networks approximate a function that can be used to accurately calculate the output for future input. Various neural network architectures, such as feedforward networks, convolutional neural networks, and recurrent neural networks, can be tailored to different problem domains and datasets (Russell and Norvig 2021).

#### 2.4.2 Reinforcement Learning

Reinforcement Learning (RL) is a machine learning technique used for decision-making in an environment where an agent takes actions to maximize a cumulative reward signal (Sutton and Barto 2018). RL problems can be modeled as a Markov Decision Process (MDP), where the agent interacts with the environment by taking actions, receiving rewards, and transitioning to a new state (Puterman 2014).

RL refers to goal-oriented algorithms that learn to achieve a complex goal or how to maximize a given performance indicator over many steps. These algorithms can start from a blank slate and under the right conditions achieve superhuman performance (Nicholson, Chris 2022). RL algorithms sometimes have to wait to see the fruit of their decisions, correlating immediate actions with any delayed outcomes they produce. In other words, these algorithms will learn strategies that do not always produce the best outcomes after a few steps, but that will have bigger advantages in the future.

The goal of the agent is to learn a policy  $\pi(a|s)$  that maps state  $s$  to actions  $a$ , such that the expected cumulative reward over time is maximized. This can be done by estimating the value function  $V^\pi(s)$ , which represents the expected cumulative reward from a state  $s$  when following policy  $\pi$ , or the action-value function  $Q^\pi(s, a)$ , which represents the expected cumulative reward from taking action  $a$  in state  $s$  and then following policy  $\pi$  (Sutton and Barto 2018).

RL algorithms can be categorized into model-based and model-free approaches. Model-based approaches use the MDP model to estimate the value function, while model-free approaches learn the value function directly from experience (Puterman 2014). Model-free approaches can be further divided into on-policy and off-policy methods. On-policy methods, such as SARSA (Rummery and Niranjan 1994) and expected SARSA (Seijen and Sutton 2009), learn the value function by updating the estimates based on the policy being used to take actions. Off-policy methods, such as Q-learning (C. J. C. H. Watkins and P. Dayan 1992) and deep Q-networks (Mnih 2015), learn the value function by estimating the optimal action-value function regardless of the policy being used to take actions (Sutton and Barto 2018).

Q-learning is a basic form of reinforcement learning (Peter Dayan and C. Watkins 1992). It uses a table to store state-action pairs and their resulting reward. Using this table, a model is able to iteratively improve its behavior. More specifically, an agent tries an action at a particular state and evaluates its consequences in terms of the immediate reward or penalty it receives in addition to the value of the new state it arrives at. By trying all actions in all states repeatedly, it learns which are best overall, judged by long-term discounted reward.

---

### 2.4.3 Deep Reinforcement Learning

Deep Reinforcement Learning (DRL) is a subfield of machine learning that combines RL with deep neural networks to enable agents to learn complex behaviors and make decisions in dynamic environments. RL involves training an agent to interact with an environment and learn optimal actions based on rewards and penalties. In DRL, deep neural networks are used to approximate the value function or policy, allowing the agent to handle high-dimensional input spaces effectively. This solves the problem of storing state-action pairs together with their associated rewards, for games with complex and large state-spaces. The DRL approach has gained significant attention and achieved remarkable success in various domains, including robotics, game playing, and autonomous driving. The combination of RL and deep learning has led to breakthroughs, such as AlphaGo's victory over the world champion in the game of Go. The integration of deep learning with reinforcement learning algorithms has resulted in more efficient and scalable learning, enabling agents to solve complex tasks. (David Silver et al. 2016; Mnih 2015)

## 2.5 Flow Theory

The flow theory was introduced by Mihaly Csikszentmihalyi in 1975 in his book *Beyond Boredom and Anxiety: The Experience of Play in Work and Games*. Csikszentmihalyi stated that flow is a state of mind in which people become so engaged in an activity that nothing else seems to matter. Individuals who experience flow are fully immersed in the activity, and they experience a sense of deep joy, creativity, and a loss of self-consciousness. Flow theory has been applied to the field of game design to understand how games can be designed to facilitate flow experiences in players (Csikszentmihalyi 1990).

Flow can result in enhancing the motivation, creativity, and performance of an individual. Csikszentmihalyi identified the following characteristics of flow:

- (i) Complete absorption in the activity.
- (ii) A sense of control over the activity.
- (iii) A loss of self-consciousness.
- (iv) A distorted sense of time.
- (v) The activity is intrinsically rewarding.

The experience of flow is different for everyone, and the level of challenge and skill required to achieve flow can vary depending on the individual.

### 2.5.1 Application of Flow Theory in Game Design

Flow theory has been applied to the field of game design to understand how games can be designed to facilitate flow experiences in players. Games that are well-designed can facilitate a state of flow in the player, which can lead to enhanced enjoyment and engagement. Games that are too easy can be boring, while games that are too difficult can be frustrating.

According to Csikszentmihalyi, flow can be achieved when there is a balance between the individual's skill level and the level of challenge presented by the activity. This balance is often referred to as the *Flow Channel*. Figure 1 illustrates the Flow Channel.

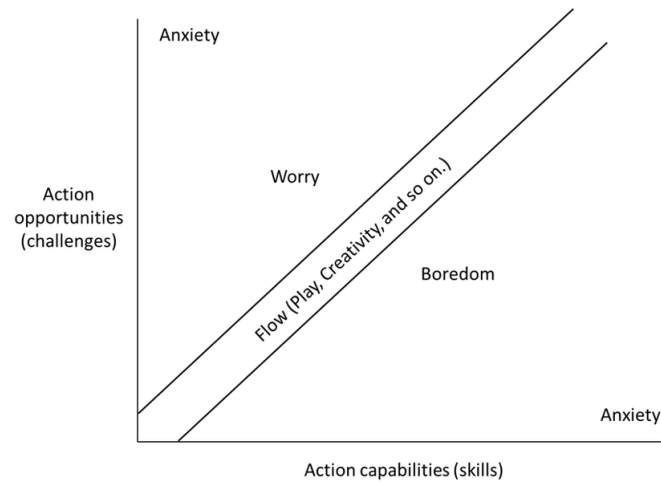


Figure 1: Flow Channel

The Flow Channel Model represents the optimal balance between the level of challenge and the individual's skill level. In the model, flow occurs when the challenge level is just above the person's skill level, resulting in a state of "controlled chaos" that keeps the person fully engaged in the activity. When the challenge level is too high for the individual's skill level, anxiety and frustration can occur. When the challenge level is too low for the individual's skill level, boredom can occur. Games that are designed to facilitate flow experiences in players should aim to keep the player in the flow channel. The Flow Channel Model can be used to guide the design of activities and environments that promote flow (Csikszentmihalyi 1990).

Csikszentmihalyi identifies nine dimensions of the flow experience that can be used to evaluate how well a person is achieving flow in a particular activity (Csikszentmihalyi and LeFevre 1989):

- (i) Clear goals: The goals of the activity should be unambiguous and easy to understand.
- (ii) Feedback: The person should receive immediate and unambiguous feedback on the activity they are engaged in.
- (iii) Challenge-skill balance: The challenge level of the activity should match the person's skill level. If the challenge level is too high, the person may experience anxiety and frustration, while if it is too low, the person may experience boredom.
- (iv) Action-awareness merging: The person should be completely absorbed in the activity, with a loss of self-consciousness and a feeling of being "one" with the activity.
- (v) Concentration: The person should be able to concentrate fully on the activity, without distraction.
- (vi) Control: The person should feel in control of the activity, with a sense of being able to influence the outcome.
- (vii) Time distortion: The person should experience a sense of time distortion, with time seeming to pass more quickly or more slowly than usual.
- (viii) Autotelic experience: The person should experience the activity as intrinsically rewarding, with the activity being its own reward.
- (ix) Intrinsic motivation: The person should feel intrinsically motivated to engage in the activity, rather than being motivated by external rewards or pressure.

Overall, flow theory has been widely applied in a variety of fields, including psychology, education, sports, and work. In the field of game design, flow theory has been used to guide the development of games that provide players with optimal levels of challenge, feedback, and engagement, leading to a more immersive and enjoyable gaming experience.



---

## 2.6 Theory on Intrinsically Motivating Instruction

Thomas Malone defines a framework for a theory of intrinsically motivating instructions in games. According to Malone, there are three major kinds of motivation: *challenge*, *fantasy*, and *curiosity* (Malone 1981). Using other well-established theories on game design, including the theory of flow mentioned in Section 2.5, Malone attempts to develop a more comprehensive theory of instructional design, based on the three aforementioned categories of motivation. Figure 2 below provides an overview of Malone's proposed framework.

---

### I. Challenge

- A. Goal
  - 1. Personally meaningful goals
  - 2. Obvious or easily generated goals
  - 3. Performance feedback
- B. Uncertain Outcome
  - 1. Variable difficulty level
    - a. determined automatically
    - b. chosen by learner
    - c. determined by opponent's skill
  - 2. Multiple level goals
    - a. score-keeping
    - b. speeded responses
  - 3. Hidden information
  - 4. Randomness
- C. Toys vs. Tools
- D. Self-esteem

### II. Fantasy

- A. Intrinsic and extrinsic fantasies
- B. Cognitive aspects of fantasies
- C. Emotional aspects of fantasies

### III. Curiosity - Optimal level of informational complexity

- A. Sensory Curiosity - audio and visual effects
- B. Cognitive Curiosity
  - 1. "Good form" in knowledge structures
    - a. complete
    - b. consistent
    - c. parsimonious
  - 2. Informative feedback
    - a. surprising
    - b. constructive

---

Figure 2: Thomas Malone's Framework for a Theory of Intrinsically Motivating Instructions

#### 2.6.1 Challenge

In order for a game to be challenging, Malone states that it needs to have goals and uncertainty of whether those goals will be reached or not. He goes on to present four different ways in which

---

the attainment of a goal can be made uncertain for the player.

*Variable Difficulty Level* allows the user to face different difficulties, allowing for a suitable level of challenge. Difficulty levels can be determined either automatically according to how well the player does, chosen by the player itself, or determined by the opponent's skill.

*Multiple Level Goals* ensures players whose outcome is certain at one level of goal can still be challenged at another. Malone separates between two kinds of multiple-level goals. One category where all the goals are of the same type, but vary in difficulty, and one category where the higher level goals include solving the lower level goals "better".

*Hidden Information* involves hiding information from the player and selectively revealing it. This helps make the outcome of the game uncertain. Hiding information also provokes curiosity, as well as contributes to the challenge of an activity.

*Randomness* is a final way of making the outcome of a game uncertain. It can be used to heighten interest in many kinds of games and activities and is a big factor in the success of many gambling games.

## 2.6.2 Fantasy

Malone defines a fantasy-inducing environment as one that evokes mental images of things not present to the senses or within the actual experience of the person involved. He further goes on to define *intrinsic and extrinsic fantasies*. Extrinsic fantasies are fantasies where the fantasy depends on the use of skill, but not vice versa. Examples are games where correct answers to a problem will progress the fantasy, but where the problems are not actually related to the fantasy. For intrinsic fantasies, however, the skill also depends on the fantasy. Games, where the fantasy presents players with problems and the choices players make decide how the fantasy is further explored, are examples of intrinsic fantasies.

## 2.6.3 Curiosity

Environments can awaken curiosity by providing an optimal level of complexity. It should not be too complex nor too simple with regard to the player's knowledge. The player should know enough to have expectations about what will happen, but these expectations should not always be met. Malone separates between *sensory* curiosity and *cognitive* curiosity. For computer games, sensory curiosity involves graphics, animations, music, and other audio and visual effects. These can be used as decoration, to enhance the fantasy aspect, as a reward, or as a representation system that might be more effective than words or numbers to explain what is happening in the game. Cognitive curiosity can be thought of as a desire to fill in gaps in one's knowledge structures. By providing players with just enough knowledge to make their existing knowledge seem incomplete, curiosity is sparked, motivating them to learn more and better form their knowledge structures.

## 2.7 Dynamic Game Difficulty Balancing

Dynamic Game Difficulty Balancing (DGDB) is the technique of automatically adjusting different aspects of a game in real-time based on a player's performance and skill level. DGDB aims to provide a gameplay experience that is both engaging and enjoyable for players of all skill levels. In other words, the goal is to not make the player bored if the game is too easy or frustrated if the game is too difficult. There are multiple approaches to implementing DGDB such as using machine learning, rule-based systems, or a combination of both. An example is discussed in Hunicke and Chapman 2004 where machine learning is used to predict a player's shortfall in health and inventory and adjustments are made to the game's difficulty based on these predictions. Regardless, there is no strict manner in how to enforce a game with DGDB. Lastly, DGDB is a valuable approach to cater to a wider audience, from a beginner level to an expert level.

---

## 2.8 Human-Computer Interaction

Human-Computer Interaction (HCI) is the study of how people interact with computers and other digital devices (Dix et al. 2003). It is a multidisciplinary field that incorporates elements of computer science, psychology, and design to create systems that are user-friendly, efficient, and effective. In the context of game AI, HCI can provide insights into designing game systems to increase players' motivation and engagement.

One key aspect of HCI is usability, which refers to the extent to which a system can be used by its intended users to achieve their goals effectively, efficiently, and satisfactorily (Nielsen 1993). Usability can be evaluated through various methods, such as user testing and heuristic evaluations, and can inform the design of game AI systems that are intuitive and easy to use.

Another essential concept in HCI is User Experience (UX), which encompasses all aspects of how a person feels while interacting with a system, including emotions, attitudes, perceptions, and satisfaction (Norman 2002). UX can be evaluated through methods such as surveys, interviews, and observation, and can help game designers understand how players perceive and respond to different aspects of the game, including the AI system.

Additionally, HCI research has shown that engagement in games is influenced by various factors such as aesthetics, usability, and player motivation (Tondello 2016). These factors should be considered when designing games to increase player engagement. For example, games can be designed to provide personalized feedback to players based on their performance, provide social incentives such as leaderboards, and create an immersive game world that promotes exploration and discovery.

## 2.9 Relevant Research Studies and Publications

Players' motivation and engagement in the field of game AI have been the subject of extensive study and research over the years. Many researchers have delved into various aspects of the topic. By understanding existing knowledge, the researchers may be able to identify gaps and limitations, build upon prior work, and have a better foundation for the research to be conducted.

### 2.9.1 Motivation and Engagement in Word Games

Numerous studies have explored the relationship between game design, game mechanics, and player experience to provide insight into enhancing the engagement and motivation of players.

One relevant study by Acland et al. 2020 used game data from an online word game and attempted to find out what flow channel motivated players to play more. He used an extended version of Csikszentmihalyi's Flow Channel Model, shown in Figure 3, to calculate what flow channel a game session resides in. The aim of the game is to find words in a grid full of letters. Each day a new grid is posted for players to play. All players receive the same grid. His methods are described below.

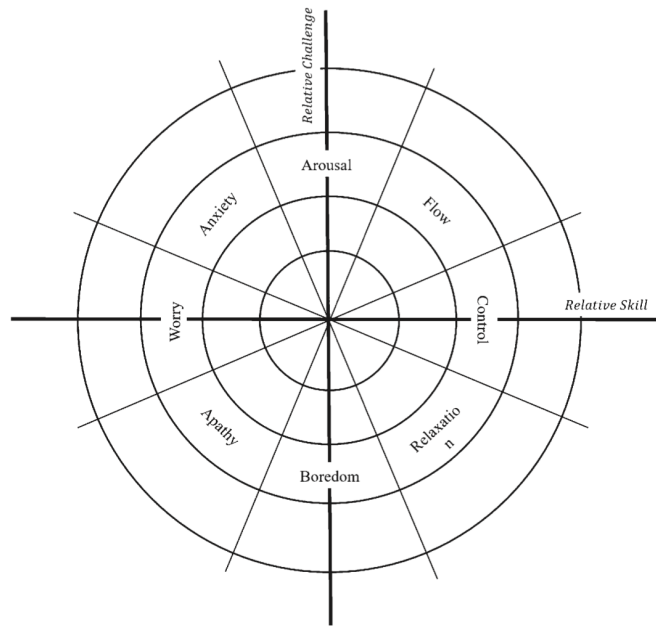


Figure 3: The 8 channels of flow

To place a game in a channel of flow, the *relative skill* of the user, and the *relative challenge* of the game needs to be calculated. A variable *skill* is calculated by finding the portion of points a player received out of the maximum possible points of a game. Then a variable *avskill* is calculated as the average skill of the player's three previous games. *Relative skill* is calculated as the difference between *skill* and *avskill* and is a number in the range  $[-1, 1]$ . Another variable *challenge* is calculated by taking the average of *avskill* of all players that have played a game at the time of the game. *Avchallenge* is calculated as the average challenge of all the games a player has played. *Relative challenge* is the difference between *challenge* and *avchallenge* and is a number in the range  $[-1, 1]$ .

With the ability to calculate relative skill and relative challenge, a game can be placed in a flow channel by plotting the values on the coordinate system in Figure 3, and it can be seen what flow channel the game resides in. Acland further assigned motivational types to players using a probability of how likely a player was to keep playing. If a player was most likely to keep playing after having played a game that resides in the "control" channel, that player was assigned to the "control" motivation type, meaning the player was motivated by control.

## 2.9.2 Algorithms in Games

Various studies have focused on comparing different algorithms in games to understand their performance and efficiency.

One such study by Avellan-Hultman and Querat 2021 compared the use of Minimax with Alpha-Beta pruning and MCTS in a three-dimensional version of Connect 4. Both algorithms used different search depths and number of playouts respectively. The findings showed that Minimax consistently outperforms MCTS with similar or lower average move times. However, the playing strength of Monte Carlo Tree Search scales better than Minimax with increased thinking time.

Another comparative study by Kato et al. 2015 explored the use of Minimax with Alpha-Beta pruning and MCTS for the game of Amazonas. Both algorithms used different search depths and number of playouts respectively. The findings suggest that Minimax with Alpha-Beta pruning is much faster than MCTS and that there is more to gain in performance by improving the evaluation function for Minimax rather than increasing the number of playouts for MCTS. Furthermore, increasing the number of playouts to 200 000, resulted in the consumption of 30 times more computational time than Minimax with a search depth of 8.

---

## 2.10 Existing Solutions

There are many existing word games where players' performance is based on their ability to form words. Some games are meant to be played solo, others against other players, and some against a computer. Below are some of the closest resembling games to the one described in this report. Other board games where AI is used to create adversaries are also described.

### 2.10.1 Wordle

Wordle is a game published by the New York Times where the aim of the game is to guess a five-letter word in six tries (*Wordle - The New York Times* n.d.). For each guess the player makes, it receives feedback on which letters are not in the secret word, what letters are in it but in the wrong position, and what letters are in the word and in the right position. The secret word changes from day to day, so if a player guesses correctly it will have to wait until the next day to play again.

The game's popularity can be attributed to its simplicity, accessibility, and addictive nature. It is easy to play, and the feedback provided after each guess motivates players to keep playing and improve their scores. Wordle's success has also sparked discussions about its potential impact on the online gaming industry. The game's popularity has shown that there is a demand for simple, addictive, and engaging games that can be played on any device.

### 2.10.2 Scrabble

Scrabble is a popular word game that has been enjoyed by people of all ages and backgrounds for over 80 years (Hasbro 2021). The game was invented by Alfred Mosher Butts, an American architect, in 1938 (Butts 1983). Since then, it has become a beloved pastime for millions of people around the world.

Scrabble is played on a square board consisting of 15x15 grid squares. The game consists of 100 letter tiles, each with a point value assigned to it. The point values are based on the frequency of the letters in the English language, with more common letters having lower point values and less common letters having higher point values. Each player starts with seven letter tiles, and the goal is to form words by placing the tiles on the board. Players take turns forming words, with each word intersecting with at least one existing word. Players score points based on the letters used and the location of the tiles on the board. The player with the most points at the end of the game wins.

Scrabble requires a combination of language skills and strategic thinking. Players must use their knowledge of language to recognize and form words, while also considering the location of the tiles on the board and potential scoring opportunities. The game is constantly evolving, with new words and strategies emerging over time.

### 2.10.3 Wordfeud

Wordfeud was released for the iOS platform in Norway in 2010 by Håkon Bertheussen and is an online version of Scrabble that allows you to play multiple games against different people in a turn-based manner (Bertheussen 2011). The game quickly gained popularity in Norway and other Scandinavian countries, and it was later released for Android and other mobile platforms. As of 2022, Wordfeud has been downloaded over 50 million times and is available in over 30 languages (Wordfeud 2022).

Like Scrabble, Wordfeud requires a combination of language skills and strategic thinking. Players must use their knowledge of language to recognize and form words, while also considering the location of the tiles on the board and potential scoring opportunities. The game also requires the use of working memory, as players must hold and manipulate the letter tiles to form words.

---

#### 2.10.4 Words with Friends

Words With Friends is a popular mobile word game developed by Zynga (Zynga n.d.). The game is similar to Scrabble, with players creating words on a game board using letter tiles with different point values. It was first released in July 2009 for iOS devices and has since been ported to other platforms (Reynolds 2017).

In Words With Friends, players take turns creating words on a game board using letter tiles. Each letter tile has a point value, with rarer letters like Z and Q being worth more points. Players can earn bonus points by creating words that use certain squares on the game board, such as a double letter or triple word score squares. The game can be played against friends or random opponents, with players taking turns at their own pace. The game also includes a chat feature, allowing players to communicate with each other during gameplay (P. Bettner and D. Bettner 2010).

#### 2.10.5 Chess, Deep Blue and Stockfish

Chess is a strategy board game between two players where the objective is to checkmate the opponent's king. In 1997, Deep Blue, a computer program developed by IBM, became the first computer to defeat the world champion, Garry Kasparov. Deep Blue used parallelized computation in order to compute MiniMax and Alpha-Beta pruning. In addition to using Alpha-Beta pruning, Deep Blue used a database of known chess games (Chess n.d.). Another computer program designed for chess is Stockfish. Stockfish is considered one of the top-ranked chess engines and it is also open to the public, meaning that it is free and open-source. This chess engine also uses Alpha-Beta pruning (Maharaj et al. 2016).

#### 2.10.6 Go and AlphaGo

Go is a board game with even higher complexity than chess. Go is a two-player strategy board game where the objective is to cover as much territory as possible. The game originates from China and is believed to be the oldest board game that is still being played to this day. Players use black and white stones respectively to occupy the board. Compared to chess, Go has a larger board, longer games, and a larger branching factor per move. The number of legal board positions in Go has been calculated to be approximately  $2.1 * 10^{170}$ . In 2015, AlphaGo, a computer program developed by Google DeepMind, defeated the European Go champion five out of five times. It was the first computer that defeated a human Go player. The complexity of Go can be seen by the branching factor where the average number is around 250. Below is how many game states there could be after ten moves are played. There is usually a depth of 150 in a game (David Silver et al. 2016).

(i) Depth 1:  $250^1 = 250$

(ii) Depth 2:  $250^2 = 62500$

(iii) Depth 3:  $250^3 = 15,625,000$

(iv) Depth 10:  $250^{10} \approx 953,674,316,406,250,000,000,000$

To calculate the next move, AlphaGo uses MCTS with reinforcement learning through machine learning and neural networks.

---

## 3 Design and Implementation

This section will describe the game and the process of designing and developing it. It will also cover the functional requirements of the game, the design of the system, and the tools and technologies used.

### 3.1 The Game

A word game has been developed from scratch to enable the research in this report. The rules of the game are introduced in this section. The game itself can be found at <https://mp-wordle.web.app>.

#### 3.1.1 Game Rules

The developed game is a two-player strategy game where each player has their own 5x5 grid which is hidden from the other player. The game rules are as follows:

- Player A starts the game by selecting a letter from A-Z and placing it anywhere in its grid.
- Player B places the same letter anywhere in its grid.
- The players interchangeably select and place a letter that the other player must also use.
- It is allowed to select the same letter multiple times.
- The game ends when both grids are full of letters.
- The player with the most points wins the game.
- Points are gained by forming three, four, or five-letter words.
- Words are formed either horizontally or vertically.
  - Five-letter words = 10 points
  - Four-letter words = 4 points
  - Three-letter words = 3 points
- If there are shorter words within longer words, only the longest word will count towards a player's points, i.e. the word 5-letter word 'CARGO' will give 10 points. There will not be any additional points for the word 'CAR'.
- Overlapping words will yield points, as long as the words do not contain one another. The letters 'TOWAR' will yield three points for the word 'TOW' and three points for the word 'WAR'.

#### 3.1.2 Game Definition

Applying the theory about game environments mentioned in Section 2.2.1, the game can be defined as followed:

- **Deterministic:** The game is deterministic since the course of the game depends solely on the players' decisions.
- **Multiagent:** The game consists of multiple players playing against each other.
- **Turn-taking:** Players take turns making moves until each player's grid is full.
- **Zero-Sum:** The game is zero-sum, meaning player A has to lose if B wins and vice versa. There is still the possibility of a draw.

- **Imperfect Information:** The game has imperfect information since the players cannot see each others' grid. Players will, however, get to know which letter was selected by the other player and each player's score.

Performance measures mainly include an agent's score, but can also include number of words or the duration it takes to make a move. The agent's environment consists of its own grid, unless it is designed to also have knowledge about its opponents grid. Being an algorithm, the agent has no actuators other than the output it generates, resulting in a move being made. The same applies for sensors, as the agent has no sensors other than the input it uses to calculate its next move.

### 3.2 Functional Requirements

ID	Name	Description
FR1	Sign in	A player must be able to sign in to play other players
FR2	Play Online Player	A player must be able to join an ongoing game or create a new one that can be joined
FR3	Play AI	A player must be able to play against AI signed in or as a guest
FR4	See Game Statistics	A player must be able to see statistics after a game is finished
FR5	See Overall Statistics	A player must be able to see its overall statistics

Table 2: The game's functional requirements

### 3.3 Design Decisions

The game uses different algorithms for each of the various difficulty levels of the AI. Each of them is described below together with an explanation of their implementation.

There are mainly four categories that have been considered when designing the game AI, taking inspiration from Rabin 2015 and Millington 2019:

- (i) Range of moves
- (ii) Reactive and proactive behavior
- (iii) Consistency
- (iv) Duration of decision-making

The range of moves concerns whether the AI should have access to all possible moves and strategies available in the game or if the AI should have a smaller subset that is easier to learn and anticipate for the opponent.

Reactive and proactive behavior regards how the AI should approach both placing and selecting a letter. The AI is reactive if it primarily responds to the player's moves and acts predictably. It is proactive when making aggressive or unexpected moves of its own.

The AI's consistency is considered not only during a game but throughout multiple games. A consistent opponent makes the same types of moves and uses the same strategies which allows players to predict and learn its behavior.

Duration of decision-making is about how long the AI takes to make a move. Sometimes, AIs will need more time to make decisions, especially on the more difficult levels. In these cases, a balance between challenge and time spent must be maintained.



---

### 3.3.1 Easy Opponent

The Easy opponent is a simple reflex agent, as described in Section 2.2.2, but applies some randomness, similar to what is mentioned in Section 2.1.1. When responding to a player move, the agent perceives its grid, checking one cell at a time to see if the condition of being empty is met. If it is, the agent places the received letter in the available cell. Cells are checked left to right, then top to bottom. Randomness is introduced when it is the agent's turn to select a letter. A random letter is selected from a selection of common letters, and placed in the first available cell. According to Fowler et al. 1995, the 10 most common English letters are (listed in descending frequency order):

- (i) E: 11.2%
- (ii) A: 8.5%
- (iii) R: 7.6%
- (iv) I: 7.5%
- (v) O: 7.2%
- (vi) T: 7.0%
- (vii) N: 6.7%
- (viii) S: 5.7%
- (ix) L: 5.5%
- (x) C: 4.5%

A letter is chosen from this selection to increase the chances of forming a word. This agent does not consider any past or future moves and does not consider its own or the opponent's score. As this agent always places its letters in the same manner, with some variations due to the randomness of selecting letters, it is designed to have a fairly consistent, low score, enabling new players to learn the game while facing an Easy opponent.

### 3.3.2 Medium Opponent

The Medium opponent is a greedy agent, performing the best action it comes across without considering any future alternatives, as described in Section 2.2.3. When responding to a player move, this agent checks all available cells for the possibility to create any 5-letter words. If this is not possible it will look for 4-letter words and then 3-letter words. If it does not succeed in creating any words it will place the letter in a random available cell. When selecting a letter the same approach of placing a letter is used. The greedy nature of this agent means it will place a letter in the first cell that creates a word, searching in the order described above. This means it will not consider other future options that could potentially form more words if it has already found a cell where a word can be formed. If it is not able to find a word while selecting a letter, it will use the same strategy as the Easy opponent and select a letter among the most common ones. The only difference between Easy and Medium when placing the letter is that Medium places it in a random available cell while Easy places it in the first available cell. Note that the agent does not search for cells in which it can form more than one word. For instance, it is possible to form two 5-letter words at the same time, one horizontally and one vertically. This would result in 20 points as opposed to the 10 points the agent currently considers the maximum. In this sense, the agent can not be said to be truly greedy, however, this decision was made to keep the agent's logic simple.

---

### 3.3.3 Hard Opponent

The Hard opponent uses the Minimax algorithm with Alpha-Beta pruning described in Section 2.3.1 and Section 2.3.2 respectively. This agent can only see as far as four moves into the future due to the high branching factor of the game. To use the Minimax algorithm with the game's full depth would require a huge amount of computational power. Nevertheless, by utilizing Alpha-Beta pruning, the Minimax algorithm can be highly optimized by eliminating numerous non-preferable game states.

The decision to limit the algorithm to only see four moves into the future was made after performing a series of simulations where the maximum depth was set to different values. The maximum depth decides how many moves into the future the algorithm can see. Figure 4 displays the Minimax algorithm at different depths playing against the Monte Carlo Tree Search algorithm at 3500 game simulations. At each depth, 10 games are simulated where the Minimax algorithm starts each game. At depth four, the Minimax algorithm has its best win rate with a minor increase in time per game. At depth five, the number of wins decreases by five while the average time per game is increased heavily. Therefore, the Minimax algorithm in the finished game uses a depth of four.

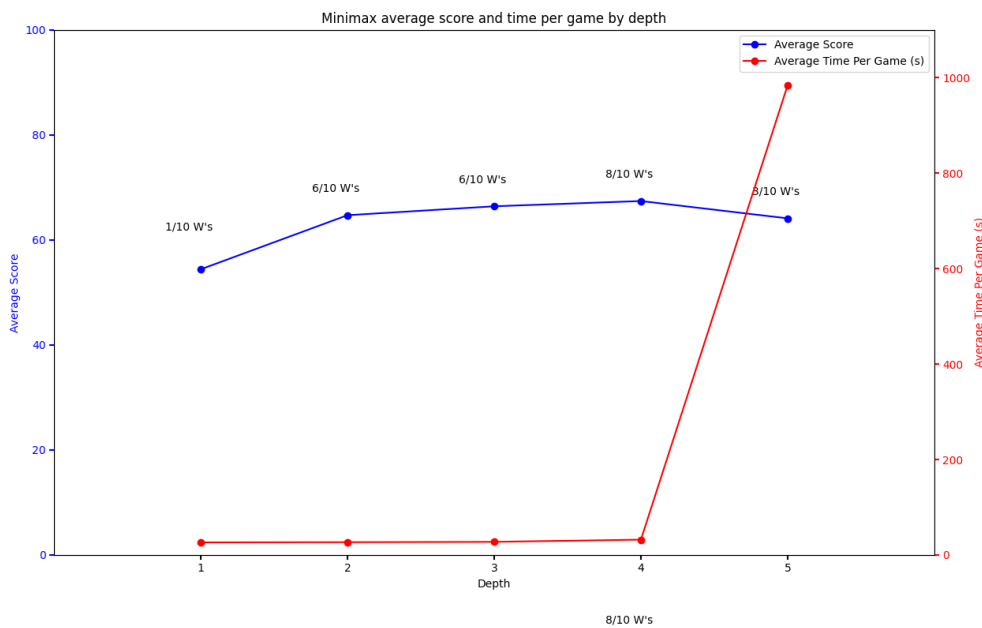


Figure 4: Minimax average score and time per game by depth. Number of wins out of 10 games is shown above the average score line.

When implementing the Minimax algorithm, a challenge is knowing where the opponent will place their next letter. This requires knowledge of the other player's grid. Other than that, the tree will have two levels for each of the players, since each player must both place the previous player's letter and select a new one. As there are 26 letters to choose from, and at most 25 grid cells to place a letter, there will be a lot of branches in the tree.

If the maximum depth of the tree is  $m$  and there are  $b$  legal moves at each point, then the time complexity of the Minimax algorithm is  $O(b^m)$ . The space complexity is  $O(bm)$  for an algorithm that generates all actions at once or  $O(m)$  for an algorithm that generates actions one at a time. (Russell and Norvig 2021)

Since Minimax has exponential complexity, it makes it impractical for complex games. For instance, chess has a branching factor of around 35 with the average game having a depth of 80 moves in total completed by both players. To implement Minimax in chess, it would require to search:

$$35^{80} \approx 10^{123} \text{ nodes} \quad (2)$$

For the word game in this thesis, it is important to clarify what a *move* is. There are two types of moves in this game. A player can either *select* a letter and place it in the grid or it can *respond* to a letter selected by an opponent to place in the grid. These moves are also applicable to the game AI. A grid size of 25 cells means that the player and the game AI will have to submit 25 moves each to fill their grids. This will result in the search tree having a depth of 50. Both the player and the game AI will make two moves per *turn* which are to respond and to select a letter. Each player will perform 12 turns of responding and selecting a letter. Additionally, the player that starts the game will only select a letter during their first turn. On the other hand, the player that finishes the game will end it by responding to a letter. This will result in both players performing 25 *moves* each.

Figure 5 displays a simplified search tree for the game.

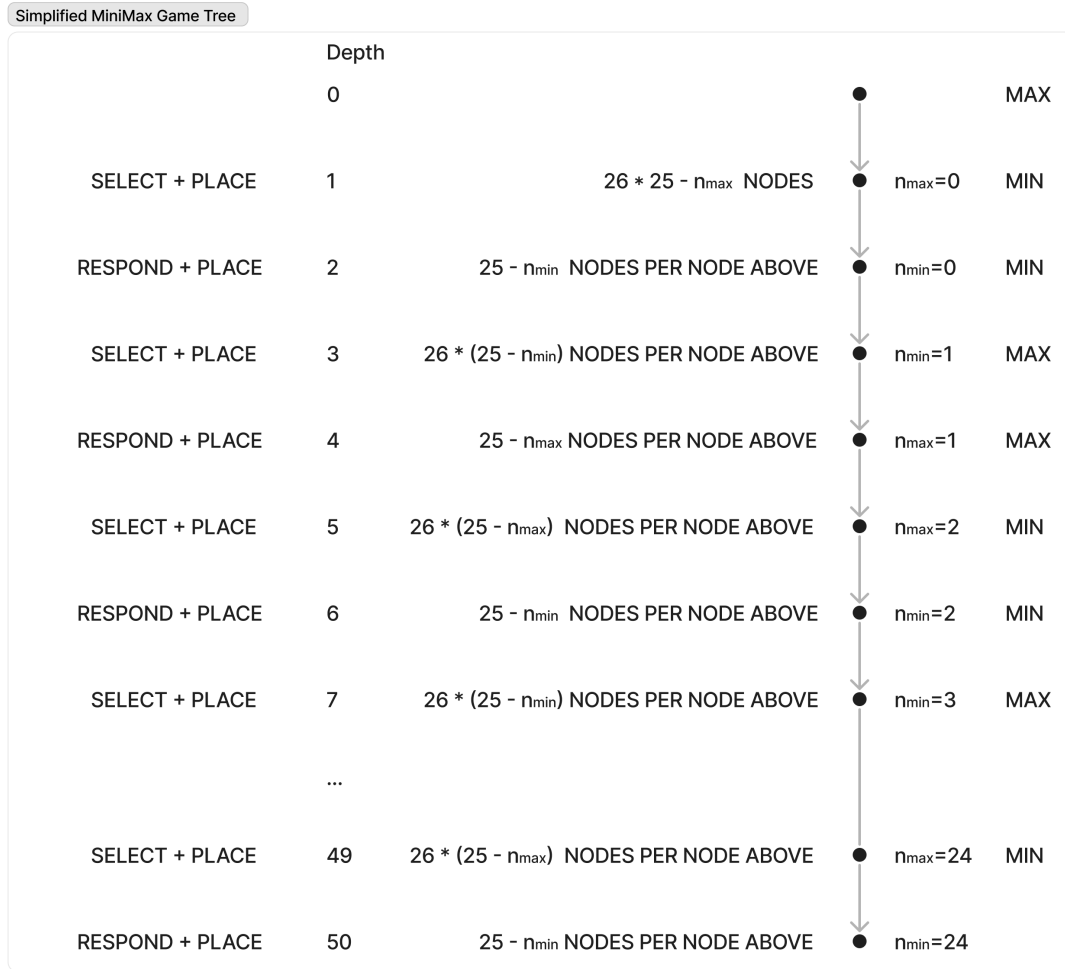


Figure 5: Simplified Minimax Search Tree for the described game.  $n$  = cells occupied for each of the MIN and MAX agents

The branching factor will vary in terms of what move type it is and the number of turns that a player has made. When starting a game, the search tree above will have a branching factor of 650 nodes at depth one since there are 26 letters and 25 cells available:

$$26 \text{ letters} * 25 \text{ cells} = 650 \text{ nodes} \quad (3)$$

Each time a player has to select and place a letter, the branching factor at depth  $d$  will be:

$$26 \text{ letters} * (25 \text{ cells} - n), \text{ where } n \text{ is number of moves made by the respective player} \quad (4)$$

---

This is the number of children per node at depth  $d - 1$ . Moreover,  $n$  will increase by 1.

Each time a player has to respond to a letter, the branching factor at depth  $d$  will be:

$$25 \text{ cells} - n, \text{ where } n \text{ is number of moves made by the respective player} \quad (5)$$

This is the number of children per node at depth  $d - 1$ . Moreover,  $n$  will increase by 1. The total number of nodes in the search tree is shown below. It is based on an average of 175 legal moves per turn with a game depth of 50.

$$175^{50} \approx 10^{112} \text{ nodes} \quad (6)$$

In conclusion, it would be impractical to have a depth of 50 for the Minimax algorithm in the game of this thesis. However, a depth of four was found to be more suitable with regard to the duration of decision-making while maintaining proactive behavior.

### 3.3.4 Extreme Opponent

The Extreme opponent uses the MCTS algorithm described in Section 2.3.3. This agent simulates a number of games from the current game state and picks the move that looks the most promising with regard to the number of simulations and wins. When responding to a player move this agent will consider  $n$  actions, where  $n$  is the number of empty cells in the grid. When selecting a letter itself, the agent will consider  $26 * n$  actions. If the algorithm has time, it will also explore the subsequent actions of these initial actions. To represent the Monte Carlo Search Tree, a Monte Carlo Node was implemented to store statistics and the game state. All the Monte Carlo Nodes in the search tree had the following properties:

- AI Grid - The AI's game grid as a two-dimensional array containing letters
- Player Grid - The player's game grid as a two-dimensional array containing letters
- Turn - A variable describing whose turn it is to make a move
- Letter - Contains the letter that is to be placed by the next player. Is empty if the next player can choose a letter themselves
- Parent Node - The Monte Carlo node containing the previous game state
- Children - All possible resulting game states after the next move in the form of Monte Carlo Nodes
- Visits - The number of times simulations have been performed from this node, or any of the nodes beneath it in the tree.
- Wins - The number of simulations that led to a victory for the player whose turn it is in the current node.

The number of game simulations from the current game state was limited to 3500 games. The high complexity of the game resulted in poor performance if the number of simulated games was increased. Figure 6 displays the MCTS algorithm at different numbers of simulations against the Minimax algorithm with a depth of four.

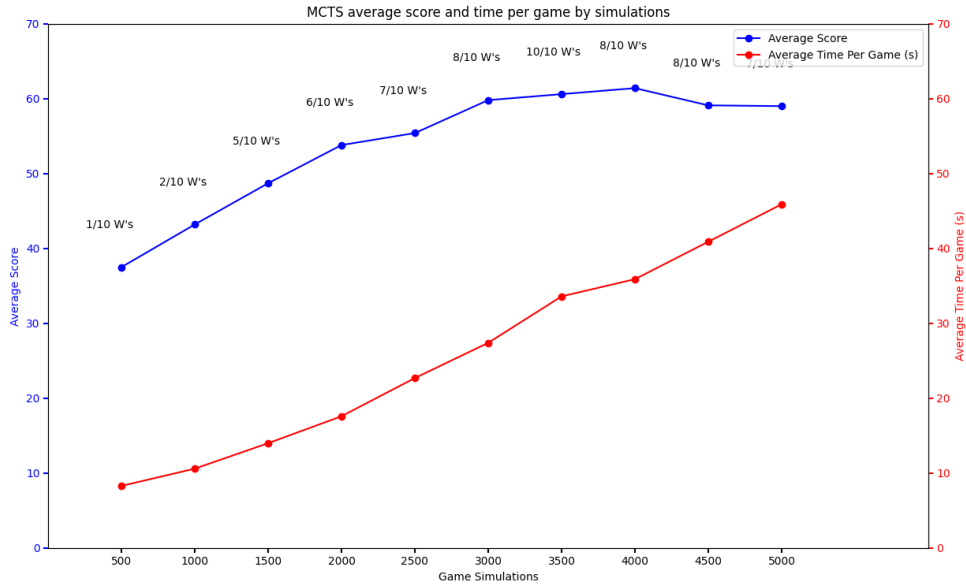


Figure 6: MCTS average score and time per game by the number of simulations. Number of wins out of 10 games is shown above the average score line.

At each number of game simulations, 10 games are simulated where the MCTS algorithm starts each game. Figure 6 shows a steady increase in the number of wins, average score, and time per game when the number of game simulations increases. The number of wins and the average score start to flatten and decrease when the number of game simulations reaches 3500. On the other hand, time per game continues to increase. When comparing the three most promising numbers of game simulations: 3000, 3500, and 4000, it is clear that 3000 and 4000 are almost identical when looking at win rate and average score. However, the time used per game for 3000 game simulations is considerably lower than the time used in 4000 simulations. By comparing 3000 simulations and 3500 simulations, the only difference is the win rate and the time used, which both are higher for 3500 simulations. Considering that the Extreme opponent should be difficult to beat, it was preferable to prioritize the win rate over the time used. Hence, the number of game simulations was set to 3500.

### 3.3.5 Dictionary

Each AI has access to both an English and Norwegian dictionary of three, four, and five-letter words. The English dictionary used in this thesis' game is the same one used in Scrabble. Scrabble's dictionary is named SOWPODS which is an anagram of the two abbreviations OSPD (Official Scrabble Players Dictionary) and OSW (Official Scrabble Words). The reason why SOWPODS is utilized in this game is that it has been widely accepted by word game enthusiasts and competitive players. It has become the de facto standard in many word games. Thus, the use of SOWPODS can ensure consistency and fairness among players, as everyone is using the same dictionary across games. The Norwegian dictionary in the developed game is the same one used in Wordfeud. It is chosen for the same reason as SOWPODS.

### 3.3.6 Visualizing the AI

Designing a game AI is not only about programming its behavior and actions but also about how it interacts with the user. This is an important factor when considering how significantly it may impact a player's motivation and engagement in a game, as mention in Section 2.8. The developed

game is based on two grids that are hidden from each other and the only interaction between the two players is by sending letters back and forth. As a consequence, when playing against an AI, the player may feel like they are playing alone and not against an opponent which as a result may cause disengagement. Therefore, to enhance the interaction between the player and the AI, the in-game UI is designed to display a chat-inspired layout (Crawford 2002). The player is not able to write a message to the AI but is able to send the letter chosen as a message. The AI will respond with a message and send a letter back. Figure 7 displays an example of how the exchange of messages or moves between the player and the AI looks.

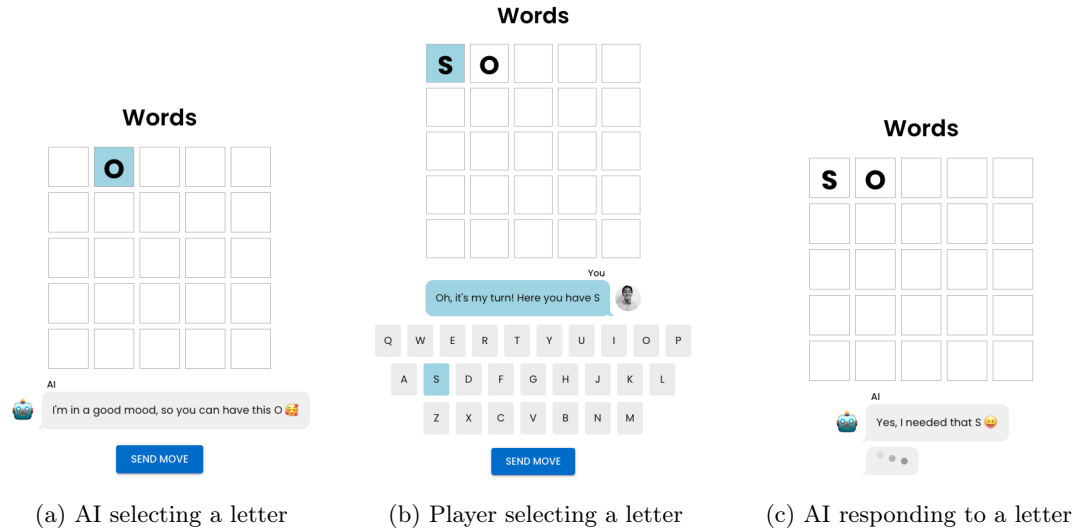


Figure 7: The sequence and interaction of letter exchanges between a player and the AI

It is difficult to know whether the AI is satisfied with a given letter or not. The messages generated and sent from the AI, are pre-made and are based on what letter is given from the player. Each letter has been categorized into three types: easy, medium, and hard. A letter is placed into one of these types based on the frequency of the letter in the selected language. For each type, a list of statements is made and chosen randomly. This is done both when the AI is selecting a letter and responding to a letter. The AI is designed to have a unique character, use humor, and engage in light banter with the player. This is done with the intent of making the gaming experience more enjoyable and memorable.

Figure 7 visualizes a direct interaction between the player and the AI. However, another way to create interaction between players is by displaying the scores. Figure 8 shows the scores of the game and is an indirect interaction between the players. This can impact the player’s motivation and engagement in a positive or a negative way. It can be viewed as positive if the player sees that it is catching up with the AI or if the player is ahead. On the other hand, it can be demotivating for the player if the AI is ahead and there is little chance of catching up. Either way, the aspect of comparing the scores is a powerful motivational tool, driving players to challenge themselves, strive for improvement, and stay engaged.

Scores	
AI	6 pts
<b>Ian Evangelista</b>	<b>10 pts</b>

Figure 8: Scores

### 3.3.7 System Architecture

Figure 9 displays the system architecture of the game. The User Interface (UI) of the game is developed with React. Furthermore, it is hosted on Firebase on Google's server. By doing so, the application is able to utilize Firebase's capabilities such as Functions for HTTP calls, Firestore for data storage, and Authentication for Google login.

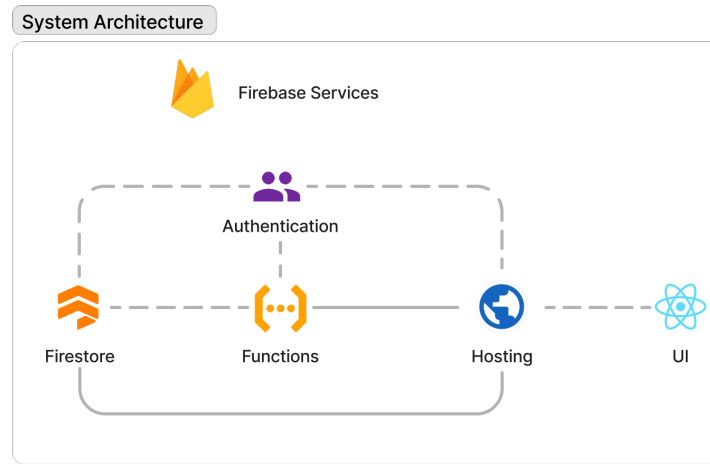


Figure 9: System architecture

The Firestore database model is modeled with performance and security in mind. Firebase's Firestore is a cloud NoSQL document-based database, meaning it uses collections and documents to store data. As it is a NoSQL database, the data in each document does not necessarily need to look the same. For this reason, modeling this type of database is not as accurate as modeling a tabular relational database. A simple representation of the database used in the game can be seen in Figure 10 below.

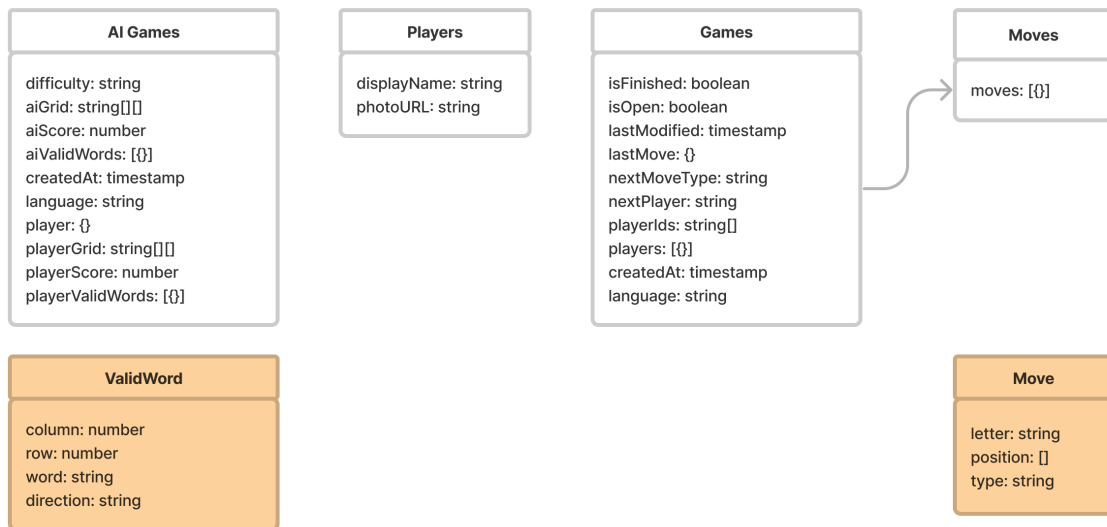


Figure 10: Firestore database model. The orange frames are objects stored within the white documents

Firebase offers to listen to database changes in real-time, allowing players to receive their opponent's moves without having to refresh the game page. At the same time, there are limitations for the free

---

tier, limiting how many reads can be performed each month. This has resulted in designing the database in a way that limits the number of reads. For instance, the *moves* subcollection contains a document for each player with an array of move objects instead of a separate document for each move which would be the traditional way to design a database entity. This ensures that only one document needs to be read each time a new move is performed, instead of reading one document per move made, each time a new move is made. Furthermore, as opponents should not be able to see each other's grid, precautions were made to ensure that players can not see their opponent's moves in their network traffic. This is also why each player has their own document in the *moves* subcollection - to ensure that they only listen to changes in their own document.

## 3.4 Development Process

### 3.4.1 Development Tools

The game's code was written in Visual Studio Code and hosted on GitHub for version control and collaboration.

The frontend of the game is developed using React and TypeScript. Firebase is used as the backend of the game since it is a Backend-as-a-Service (BaaS). Firebase includes the features Firestore, Authentication, and Functions which have been utilized. Firestore is a NoSQL document database that has allowed the researcher to store, sync, and query data such as users and their statistics. Authentication offers an end-to-end identity solution, supporting classic email and password accounts, as well as third-party authentication through Google. Using Authentication will allow users to log in to play games online and to store game history and statistics. For this game, Google will be used as a login method to release users of the burden of creating a new account. Google is widely used, meaning most people already have an account. As of January 2020, there were over 1.8 billion active Google users (Gilbert, Nestor 2022).

### 3.4.2 Test Driven Development

During the development of the different game AI opponents, Test Driven Development (TDD) was used to ensure the opponent behaved as expected. This meant writing a selection of tests that provided the desired behavior and then writing code until all tests passed. After the code was written, code coverage was checked to ensure every part of the code was tested. This was especially important to verify that edge cases that required branching of code were being detected. Full coverage report can be found in Table 24.



---

## 4 Methodology

This section describes the details of the research method of this study. It will describe the process of how data was collected, from whom it was collected, how it was prepared for analysis, and how it was analyzed.

### 4.1 Research Design

The type of research methodology used is design-based research (DBR). In other words, a product or a solution needed to be developed in order to address and answer the research questions. The study mainly consisted of four steps: design and implementation of the game and system, usability testing, AI performance testing, and analyzing the data. Figure 11 displays an overview of the design of the research.

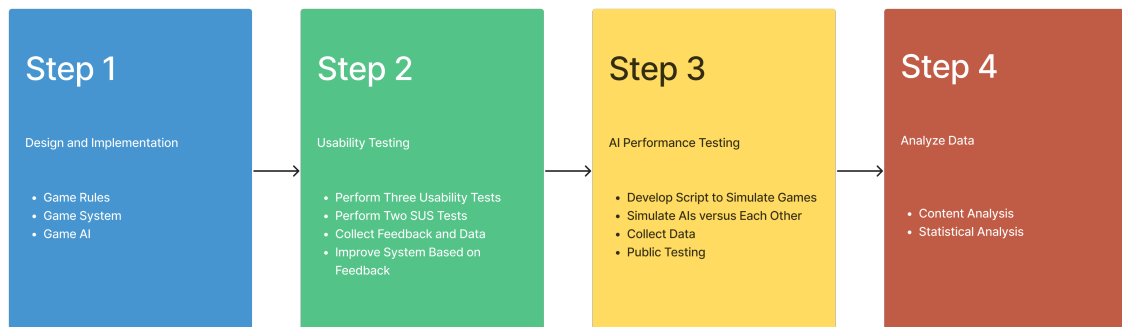


Figure 11: Overview of the research design

Several tests were conducted to research different AI approaches and the general usability of the game. Usability tests aimed to give insights into the level of difficulty, and players' feelings when playing the proposed word game. These tests were conducted periodically to compare results and ensure improvement in usability and flow. System Usability Scale (SUS) tests would indicate the usability of the solution, which is important to maintain the player's focus and concentration. Moreover, public testing was made available for the game to generate data and statistics for the different AI difficulties. In total, three usability tests and two SUS tests were conducted in addition to the public testing.

#### 4.1.1 Participants

Participants for the usability and SUS tests were selected from the authors' educational institution, and from social media. As the developed game should be playable by anyone, no specific group of people was intentionally selected. Therefore, there was no need to collect demographics or sensitive user information for further use. The SUS test can be used with small sample sizes and still give reliable results (Brooke 1995). For this reason, the goal was to find 8-12 participants for each of the described tests.

In total, 8 people participated in the first usability test. All 8 agreed to further test the system for a second round, while 7 participants continued to the last round of usability testing. Participants were invited through a formal message and signed a form of consent found in Appendix A.

#### 4.1.2 Test Setup

##### Usability Tests

---

The only prerequisite to participate in the tests was to have a computer with a stable internet connection that allowed the participant to share their screen. This allowed tests to be conducted online, with one interviewer overseeing the test digitally. In addition, a Google account was necessary in order to play the game, as this was used as the authentication and login mechanism of the game. However, this was changed later in the next usability tests where the participant had the option to play anonymously. An online meeting link was sent before the start of the meeting.

### **4.1.3 Test Procedure**

Since all the participants were Norwegian, all interviews were conducted in Norwegian. This was done in order to give the participants a better understanding of tasks and questions. All participants were asked beforehand if they agreed to be recorded and to share their screen. All participants agreed. Each of the participants was encouraged to speak their mind. All participants during every usability test were advised to play with an English dictionary to ensure equal circumstances and comparable results. The interview guide can be found in Appendix B.

#### **Usability Test 1**

The first usability test (UT1) consisted of several questions, found in Section C, that would be asked before, during, and after the gameplay. For this test, the main focus was to find out how difficult players found the Easy and Medium difficulty opponents, in addition to finding out if players understood the game rules and what participants felt while playing the game. 45 minutes were allocated for the entire test procedure, however, sessions lasted from 30 to 45 minutes.

Before beginning the test, the participant was provided with the context of what it was supposed to test. Next, the participant was provided with an URL to access the game. The test started when the participant was asked to log in to the game using their Google account.

Before participants started playing a game, they were asked what expectations they had regarding the different difficulty levels, and how they expected the games to unfold. After the games, participants were asked how the gameplay and game results differed from their expectations. Finally, they were asked to describe what feelings were evoked when playing, and why they think these feelings were present. Game results including score, time played, and the number of words created were also collected during the tests for later use.

#### **Usability Test 2**

The second usability test (UT2) consisted of several questions, found in Section C, that would be asked before, during, and after the gameplay. For this test, the main focus was to find out how difficult players found the MCTS implementation, which later would become the Extreme difficulty level, and their feelings and engagement towards the system and game. 30 minutes were allocated for the entire test procedure.

#### **Usability Test 3**

The third usability test (UT3) consisted of several questions, found in Section C, that would be asked before, during, and after the gameplay. For this test, the main focus was to find out how difficult players found the Minimax with Alpha-Beta implementation and their feelings and engagement towards the system and game. 30 minutes were allocated for the entire test procedure.

#### **SUS Tests**

A SUS test was handed out to each participant after UT2 and UT3. The participants were given a link to an online questionnaire. The questionnaires were anonymous and the participant was given no time limit or due date to finish them. A SUS test was not used after UT1 as the development was still in an early phase where the design and UI had not yet been emphasized.

---

## 4.2 Data Collection

Usability tests have resulted in the collection of both qualitative, and quantitative data about players' expectations and feelings, and performance. Furthermore, game simulations have been used to collect quantitative data about AI performance. Therefore, the different sources of data collection are observations, interviews, questionnaires, and gameplay data. Gameplay data has been simulated but also collected from players during public testing.

### 4.2.1 Observations

For this research, quantitative data was collected after each participant had finished a game against a given difficulty mode. Table 3 displays the metrics that were collected.

Variable	Datatype	Value	Description
Participant ID	String		The ID of the participant
Difficulty	String	[Easy, Medium, Hard, Extreme]	Difficulty of game
AI Score	Number	[0, 100]	AI's total score of all games
AI Total Number of Words	Number	[0, 30]	AI's total number of words found
AI Wins	Number	[0, 1]	AI's total number of wins
AI Draws	Number	[0, 1]	AI's total number of draws
AI Losses	Number	[0, 1]	AI's total number of losses
AI Number of 5-Letter Words	Number	[0, 10]	AI's number of 5-letter words
AI Number of 4-Letter Words	Number	[0, 20]	AI's number of 4-letter words
AI Number of 3-Letter Words	Number	[0, 30]	AI's number of 3-letter words
Participant Total Score	Number	[0, 100]	Participant's total score of all games
Participant Total Number of Words	Number	[0, 30]	Participant's total number of words found
Participant Wins	Number	[0, 1]	Participant's total number of wins
Participant Draws	Number	[0, 1]	Participant's total number of draws
Participant Losses	Number	[0, 1]	Participant's total number of losses
Participant Number of 5-Letter Words	Number	[0, 10]	Participant's number of 5-letter words
Participant Number of 4-Letter Words	Number	[0, 20]	Participant's number of 4-letter words
Participant 3-Letter Number of Words	Number	[0, 30]	Participant's number of 3-letter words
Game Time	String	[0, X]	Participant's total game time

Table 3: Definition of metrics collected for quantitative data analysis from usability testing

---

### 4.2.2 Interviews

As mentioned, questions were asked before and after a participant had played a game. Some of the questions asked before and after a game were:

- (i) What do you expect before playing the **X** difficulty mode?
- (ii) How do you expect the game to unfold?
- (iii) How difficult was the game relative to the selected difficulty?
- (iv) How was the AI's score relative to the selected difficulty?

After the process of playing through all the game difficulties, some of the questions asked were:

- (i) How did you find the gameplay experience?
- (ii) What did you feel while playing and why?
- (iii) How intuitive did you find the gameplay?
- (iv) What improvements would you like to see to improve the gameplay experience?

### 4.2.3 Public Testing

The game was made available to the public by posting it on social media and various game forums. People could either play anonymously or sign in. Either way, the game would be stored for later use, including valid words, game grids, and scores. Descriptive statistics were generated from these games to gain insights into the games played and to see how the AIs performed against human players with regard to the aforementioned performance indicators.

### 4.2.4 Questionnaires

A SUS test was handed out to each participant after playing. A SUS test is a standardized questionnaire that is used to measure the perceived usability of a system, product, or service. It consists of 10 items that measure the user's subjective experience of the system, such as its ease of use, efficiency, and learnability (Brooke 1995).

For each item, the user rates it based on a 5-point Likert scale, ranging from "Strongly Disagree" to "Strongly Agree". By adding each score from each item and multiplying it by 2.5, you receive an overall score that can be used to assess the system's overall usability. A SUS score of 68 or more is considered above average and a score of below 68 is considered below average.

### 4.2.5 Simulations

To collect data and statistics on the different difficulty levels, a script was developed. The script simulates games between two AI difficulty levels. It was developed in TypeScript and utilizes the same functions used in the game. Different parameters were sent into the script to determine the performance of the various difficulty levels. These parameters were:

- (i) Difficulty level of Player A - *Easy, Medium, Hard, Extreme*
- (ii) Difficulty level of Player B - *Easy, Medium, Hard, Extreme*
- (iii) If Player B is starting the game - *True, False*

---

All simulations were performed on a MacBook Pro with an Apple M1 chip and 16GB of memory.

As a baseline, MCTS with 3500 simulations was used to compare all the difficulty levels as Player B with the algorithm being tested as Player A. In all simulations, Player A starts the game. The number of simulations is chosen due to the aforementioned nature of the game with its rules and extensive branching factor. For each difficulty, the script simulated 100 games against MCTS. The heavy computation of MCTS which does 3500 game simulations per move limited the number of simulations to 100. In theory, there could be up to 87 500 game simulations in a game which means that high computational power and memory are required.

The metrics collected from game simulations per difficulty mode are as per Table 4.

Variable	Datatype	Value	Description
Difficulty	String	[Easy, Medium, Hard, Extreme]	Difficulty of simulated games
Total Games	Number	100	The total number simulated games
Total Wins	Number	[0, 100]	AI's total number of wins
Total Draws	Number	[0, 100]	AI's total number of draws
Total Losses	Number	[0, 100]	AI's total number of losses
Win Rate	Number	[0, 100]	AI's win percentage
Average Score	Number	[0, 100]	AI's average score per game
Average Words	Number	[0, 30]	AI's average words per game
Average 5-Letter Words	Number	[0, 10]	AI's number of 5-letter words per game
Average 4-Letter Words	Number	[0, 20]	AI's average number of 4-letter words per game
Average 3-Letter Words	Number	[0, 30]	AI's average number of 3-letter words per game
Maximum Score	Number	[0, 100]	AI's maximum score accomplished
Minimum Score	Number	[0, 100]	AI's minimum score accomplished
Variance of Score	Number	[0, 430]	AI's variance of score
Standard Deviation of Score	Number	[0, 21]	AI's standard deviation of score
Median of Score	Number	[0, 100]	AI's median of score
Mode of Score	Number	[0, 100]	AI's mode of score

Table 4: Definition of metrics collected for quantitative data analysis from game simulations

To allow for additional comparison between the difficulties, the script was also used to simulate games for each of the pairings of difficulties. With four difficulties, a total of 16 pairings were simulated, allowing each difficulty to start the game. In total, 1600 games were simulated.

### 4.3 Data Analysis

The data collected from usability tests, gameplay data, and script simulations was analyzed using various analyses whose results are presented in this section. Analyses of the data are divided into

---

qualitative and quantitative analyses.

### **4.3.1 Qualitative Data Analysis**

Before the analysis of the qualitative data, all the interviews from UT1, UT2, and UT3 were transcribed and are located in Appendix E, Appendix F, and Appendix G respectively.

To analyze the data retrieved from the interviews, content analysis was used. Content analysis is a research method used to systematically analyze and interpret qualitative data. According to Weber 1990, content analysis allows for an objective and systematic analysis of textual data. Furthermore, it can provide the researchers with a structured approach to explore patterns and themes within the data.

A coding scheme was designed by creating a set of categories or themes to analyze the data. The different categories of the coding scheme were developed based on the research questions. Table 5 displays the categories created.

Category	Definition	Examples	Coding Rules
Player Experience	Feedback on the overall game experience, such as how enjoyable and engaging the game was, how challenging it was, and whether players felt a sense of accomplishment.	<p>"What I like about the game is that it's fun and challenging. It is a brain teaser that is very accessible. It is creative with a learning curve that is fun to experience."</p> <p>"It was mixed feelings. A little fun, a bit annoying, a bit of frustration, and some relief when it was done. Because I knew halfway in that there was no way back."</p>	Statements about the player's experience.
Game Mechanics	Feedback on specific game mechanics, such as the turn-based system, letter selection, and scoring system. It may also include feedback on the clarity and intuitiveness of the game mechanics.	<p>"It was very intuitive. When I started, I immediately knew how to play."</p> <p>"It is a game that is straight to the point. If you don't get it when you start playing, you will get it after you are done playing. So in your next game, you will know how to play."</p>	Statements about game mechanics.
AI Behavior	Feedback on the behavior of the game AI, such as how challenging it was, whether it felt fair, and whether it provided a good match for the player's skill level.	<p>"I think that the difficulty to a great extent reflected the selected AI difficulty."</p> <p>"I thought that it would go for more points but it went for difficult letters. It seemed that it had a longer thought process and that it went for a strategy."</p>	Statements about the AI's behavior, performance and responses.
User Interface	Feedback on the user interface, such as the clarity and ease of use of the game interface, the readability of the text, and the overall visual design.	<p>"I noticed that you can track the AI's score. So that it is fun to watch."</p> <p>"I think that it is very good. It is a clean design. Fun game and everything is clear."</p>	Statements about the user interface.
Improvements	Feedback on how to improve the game, such as changes to the game mechanics, improvements to the user interface, and ideas for new features.	<p>"You could add a log of previous games."</p> <p>"Okey, so the AI started. That would be good to get a notice on who started the game."</p>	Statements suggested improvements.

Table 5: Categories for the qualitative data analysis

---

NVivo is a qualitative data analysis software used to code and categorize all the statements from the interview transcripts. Researchers use it to manage, analyze, and gain insights from qualitative data. After statements had been labeled, all categories were carefully looked over to ensure that the statements belonged to the category they had been placed in. Furthermore, since content analysis provides a flexible approach to analyzing qualitative data, the researchers wanted to continue with sentiment analysis. For each category, the number of positive, negative, and neutral statements was counted. This way of conducting content analysis was done in relation to answering both RQ1 and RQ2. With sentiment analysis, it is possible to examine the overall sentiment expressed in the qualitative data. By doing so, attitudes, opinions, or emotions are conveyed in the content which further supports the researchers in answering the research questions.

### **4.3.2 Quantitative Data Analysis**

This section describes how the quantitative data was analyzed. It consists of simulated game data and game data collected from public testing. Analysis was only performed on games with an English dictionary to eliminate the chance of different dictionaries affecting the results. Furthermore, the number of games played in English was significantly greater than games played in Norwegian. This data was then tested for assumptions and analyzed using one-way ANOVA tests, t-tests, Kruskal-Wallis tests, and Mann-Whitney U tests. The purpose of these tests was to analyze and compare data sets from the different AI implementations. By doing so, the researchers were able to determine whether there are any statistically significant differences between the AI implementations depending on a chosen performance indicator. Correlation analyses were also performed to examine and assess the relationship between two or more variables of the game AI. All statistical analyses were done using Python and built-in functions from the Scipy package.

#### **Gameplay Data**

Gameplay data from game simulations and public testing were both used to calculate descriptive statistics to gain insights into the games played and to see how the AIs and players performed against each other with regard to different performance indicators such as score, win rate, and the number of words formed. Additionally, different statistical analyses were performed on the gameplay data collected from the public testing. The reason why these analyses were performed on the public testing data and not on the simulated data, is that the game is meant to be played by players, against other players or AIs, as opposed to AIs versus AIs.

#### **One-Way ANOVA**

One-Way Analysis of Variance (ANOVA) was used to test whether there was a statistically significant difference in the measured means between the different difficulties in the collected gameplay data from the public testing. It is defined as one-way because only one independent variable is used, namely the skill level of the AI - Easy, Medium, Hard, or Extreme. The goal of the test is then to see if there is a significant difference in the means of the dependent variable (could be score or number of words), across the different difficulties. One-way ANOVA assumes that observations made within each group are made independently of each other, that the dependent variable follows a normal distribution within each group, and that the variance of the dependent variable is equal across all groups. To ensure that the dependent variable followed a normal distribution Shapiro-Wilk was used. To ensure that the variance of the dependent variable is equal across all groups, Levene's test for homogeneity of variances was used.

#### **T-Test**

Given that a significant difference was found using ANOVA, t-tests were used to establish where this difference was. This is possible because t-tests allow for comparison between the means of two sample groups.

#### **Kruskall-Wallis Test**

For those variables that did not have a normal distribution, Kruskal-Wallis was used as a substitute. It is a non-parametric alternative to the One-Way ANOVA and does not rely on the



---

assumption of normality. The test determines whether the medians of two or more groups are different (Glen 2023a).

### **Mann-Whitney U Test**

Given that a significant difference was found using Kruskal-Wallis, Mann-Whitney U tests were used to establish where this difference was. This test is a non-parametric test equivalent to a t-test, where the only difference is that the Mann-Whitney U test does not make the assumption of normality (Glen 2023b).

### **Correlation Analysis**

To help support RQ2, correlation analysis was used to find correlations between different behaviors of the AI adversaries and winning games. This was further used to compare the performance of the different AI implementations.

### **SUS Tests**

Responses from the questionnaires were collected and analyzed. The data from the responses was transformed using Brook's method (Brooke 1995) of subtracting 1 of each odd item in the questionnaire and adding them all together. Moreover, for all the even items, all the values were added together before the total value was subtracted from 25. The two calculated values were then added together and multiplied by 2.5 to get a score from 0-100. This was done for both SUS tests after UT2 and UT3.

---

## 5 Results

This section presents the results and findings from the empirical study done through qualitative and quantitative analysis.

### 5.1 Results of Qualitative Analysis

This section will present the results of the qualitative content analysis described in Section 4.3.1. Results will be presented using the categories defined in Table 5. The categories Player Experience, Game Mechanics, and AI Behaviour, found in Section 5.1.1, Section 5.1.2, and Section 5.1.3 respectively, will be used to answer RQ1. AI Behavior will also be used to answer RQ2. Feedback from the User Interface and Improvements categories, found in Section 5.1.4 and Section 5.1.5 respectively, was used along the development process to ensure the game was adequate enough to let players focus on the game and the AI itself and to act as a foundation for further work. These categories will also be presented here. For each category, statements will also be classified as positive, negative, or neutral. The qualitative data presented below were collected over the course of three rounds of interviews. Each round consisted of 7-8 interviews. All 23 interviews were conducted in Norwegian, therefore all quotes will be translated by the authors and presented in English. The original Norwegian interviews can be found in Appendix E, F, and G.

#### 5.1.1 Player Experience

Statements made about the player experience will be presented below. Table 6 shows the number of statements that were coded into the player experience category for each round of interviews respectively.

Player Experience	UT1	UT2	UT3
Positive	11	40	18
Negative	1	2	4
Neutral	5	7	6

Table 6: The number of positive, negative, and neutral statements about the player experience during each round of usability testing

Throughout the game, many users felt challenged, and after each game they learned a lot. One user stated:

It is challenging but there is a big potential when it comes to the learning curve. There is a distinct learning curve after each game. You can always think of new tactics and new ways to approach the challenge. Overall a very fun brain teaser. (P04 in Appendix G, translated by authors)

After finishing a game, that same player further elaborated their thoughts on the game, and what felt rewarding about it:

[...] And it's a thrill to come up with a word that's five letters long, and maybe even passes through other words. It feels really good to see the 10-pointer pop up. It's also really satisfying to see words you're not quite certain about be accepted as valid words. (P04 in Appendix E, translated by authors)

Another user expressed a sense of achievement when winning and when seeming to turn the game around:

---

I think it’s fun to play. You get a real sense of achievement when you win but the opposite when you lose. Right now, I just need to train more. I feel that time flew by and that says a lot about the fact that I did not know how much time I spent playing. [...] And I also felt a sense of achievement when I managed to catch up to both Hard and Extreme even though they had a solid lead. (P03 in Appendix G, translated by authors)

While engagement and absorption are difficult to measure, several users stated that they became very engaged in the activity of playing:

I felt very engaged in the two short rounds I’ve played. It’s so easy to get started. There is no setup required, you start instantly trying to form good words. (P04 in Appendix E, translated by authors)

At the same time, negative statements about the player experience were often connected to a loss of focus. Some users felt focused and concentrated going into a game. However, after a couple of rounds, they started to get demotivated because of receiving letters that ruined their plan and strategy. A user stated:

I feel that you are very focused in the beginning but when you are in the middle of the game and start to receive random letters, you tend to care less. You have a plan in the beginning but you receive some letters that do not fit the plan. (P01 in Appendix F, translated by authors)

When asked if players felt in control when playing, most answered that they felt in control of how to play the game and interact with the interface, but not everyone felt in control of the AI opponent. One user stated:

[...] I was in control the whole time, but if you mean who controlled the game, I would say the AI. That is most likely because I didn’t have a very well-thought-out strategy and because I’m not very good at coming up with English words. So in that way, I was not in control. (P02 in Appendix F, translated by authors)

During the usability tests, no players mentioned a loss of self-consciousness directly, but many users touched upon the fact that they lost a sense of time:

I think the fact that I lost track of time is a good indicator here, that I didn’t quite grasp how much time had passed. That shows that I am actually caught up in the game. (P03 in Appendix G, translated by authors)

After playing a game players were also asked to guess for how long they had played. The key findings from this question are presented in Table 7 below:

Max game time	12m 32s
Min game time	4m 29s
Average game time	8m 21s
Average guess diff from actual game time (s)	2m 19s
Average guess diff from actual game time (%)	29%

Table 7: Key findings comparing actual and expected game time. Absolute difference is used to calculate average guess difference from actual game time.

---

### 5.1.2 Game Mechanics

To encourage engagement and ensure players would be able to fully focus on the game against the AI opponent, it was important that they understood the rules of the game and the flow of how to play. Table 8 below shows the number of positive, negative, and neutral comments made about the game mechanics of the game for each round of usability testing.

<b>Game Mechanics</b>	<b>UT1</b>	<b>UT2</b>	<b>UT3</b>
Positive	5	3	3
Negative	1	0	0
Neutral	7	0	0

Table 8: The number of positive, negative, and neutral statements about game mechanics during each round of usability testing

During the first round of tests, there were more statements about game mechanics than in later rounds. Testers were not familiar with the game, and some were confused by the game rules. As one tester said:

I struggled to understand that if I select a letter, I also have to place it in my own grid. I didn't quite grasp the progression of the game. At first, I thought the AI determined a letter that I had to use, but I did not realize that you must also use that same letter yourself. (P06 in Appendix E, translated by authors)

As more iterations of the game rules page were developed, and the UI was improved to further align with the game mechanics, the overall amount of statements about game mechanics decreased and mainly remained positive. In the third round of testing, one tester said after playing:

After playing a few times, I find the game quite intuitive. I would also like to add that if this were my first time playing, I think the game rules would have guided me so well that it wouldn't have mattered if I had played before. (P03 in Appendix G, translated by authors)

### 5.1.3 AI Behaviour

Statements about AI behavior were relevant to answer RQ1. The different rounds of usability tests allowed the authors to collect thoughts on different difficulties. During the first round, players faced the Easy and Medium opponents. During the second round, players faced what was then called Hard, but was later relabelled to Extreme. The last and final round saw testers playing a new Hard difficulty. Table 9 below shows the number of statements collected from each usability test.

<b>AI Behavior</b>	<b>UT1</b>	<b>UT2</b>	<b>UT3</b>
Positive	18	8	12
Negative	1	8	4
Neutral	12	19	6

Table 9: The number of positive, negative, and neutral statements about AI behavior during each round of usability testing

Five different aspects of AI behavior are presented below. First of all, there is the behavior of the four different AI difficulties, Easy, Medium, Hard, and Extreme. Lastly, there is the additional aspect of the AI responding to player moves and commenting on its own moves.

---

## Easy

Most players thought the Easy opponent was a good first encounter with the game, allowing them to learn how to play while facing a little challenge. According to one player that had just played against the Easy opponent, "I think the score reflects the level of difficulty, and it didn't give me any challenging letters either, which also reflects the level of difficulty." (P02 in Appendix E, translated by authors).

## Medium

The Medium opponent was also found to be a fair challenge. Players seemed to use its score as a reference for how fairly balanced it was, in addition to the amount of resistance they were faced with. Being asked to what extent the player felt that the opponent matched the selected Medium difficulty, one player answered, "To a great extent. The score is quite average. Considering that 100 is the maximum score, 50 is actually right in the middle." (P05 in Appendix E, translated by authors).

## Extreme (formerly Hard)

For the second round of usability tests, players faced what is referred to as Extreme mode in the rest of this paper, but was labeled Hard at the moment of testing. This opponent uses the MCTS algorithm described in Section 2.3.3, which only cares about winning, but not by how much. What players found, was that this agent would not get the highest scores, but select difficult letters for the player to place. As one player observed, "I thought it would be more about points, but it was about which letters were chosen. It also seemed like it was thinking more, and that it involved a lot of strategies." (P03 in Appendix F, translated by authors).

Furthermore, as players would not bear the opponent's win rate in mind when playing, they would often get the impression that the game was not as difficult as expected, even when losing. Being asked what they thought about the difficulty after playing what was then called Hard, one player stated, after losing:

I think it could be more difficult with regard to the score. But I agree with the way it selected letters for me. Based on what letters I received, the difficulty was good, but it wouldn't be impossible to beat it with some training. (P05 in Appendix F, translated by authors)

The lower-scoring behavior of this agent did not match players' expectations of what a Hard opponent would behave like, resulting in some of the negative statements collected during the second round of testing. When asked if players thought the opponent's score matched the selected difficulty, one player stated:

No, I don't. The maximum score is 100, so it falls into the Medium range, right in the middle. It depends on the letters I provide as well, but it seems like it generates a lot of 3-letter words. It's not easy to come up with 5-letter words. (P05 in Appendix F, translated by authors)

Another important finding was that players felt that AI opponents have to be able to respond quickly. As the MCTS algorithm performs a lot of simulations, it has slower response times, especially near the start of the game. This is described in detail in Section 3.3.4. With this opponent taking approximately 10-15 seconds to respond during the initial phase of the game, there were a few negative statements regarding AI response times. One of them is stated below:

There was some time between when it wrote something and when it responded. From what I recall from last time [previous game against "medium" opponent], it was more instant. It wasn't frustrating, but it was a little like 'ahh'. I expected it to happen a bit quicker. (P06 in Appendix F, translated by authors)

---

## Hard

During the last round of usability testing, the new Hard opponent was tested, after the previous Hard opponent had been relabeled to Extreme. This received more positive, and less negative feedback than its predecessor, mainly because players felt it matched their expectations more accurately. When asked to what extent it matched their expectations of how a Hard opponent would behave, one player answered:

I would say it was dead on. It was a 'Hard' AI. It was substantially harder than 'Medium' with regards to what letters it gives you, and how it performs, but true to the difficulty level. Hard to beat, but not impossible. (P05 in Appendix G, translated by authors)

Players seemed to enjoy that the new "Hard" opponent did not play as difficult letters as the previous Hard opponent. Instead, it achieved higher scores, which players seemed to accept. One player stated:

Letter-wise, I didn't face too many challenges. It didn't give me any weird W's or Q's that I didn't expect. If you look at the score and how many points it is able to get, and how many 10-point words, I would say it's very good. (P02 in Appendix G, translated by authors)

## AI Responses

Finally, there were also quite a few statements concerning another aspect of AI behavior other than how it performed. Regardless of what difficulty was selected, some responses were implemented in the form of chat messages, to make it feel like players were engaging with another player. This is described in Section 3.3.6. During the tests, players expressed that these responses made them more engaged and increased their competitiveness. As one player stated, "The fact that it says it's getting 'free points' should make you feel something. I felt a sense of competitiveness more than frustration. Perhaps I felt more challenged." (P03 in Appendix F, translated by authors). On the other hand, some players expressed more negative feelings towards the responses:

It was frustrating that it teased me with those messages. It was cocky the entire time, from start to finish, even before it was in the lead. It's mildly irritating more than frustrating, but not to the extent that I don't want to play. It's more provoking, so it depends on whether the player it's facing can handle resistance and likes a challenge. Besides that, it simply chooses letters, and it selects the ones it needs. I don't feel like it chooses a letter just to mess with me. That would be more irritating. (P02 in Appendix F, translated by authors)

### 5.1.4 User Interface

The UI was an important factor to consider to ensure the players' understanding of and focus on the game.

User Interface	UT1	UT2	UT3
Positive	11	8	9
Negative	6	0	0
Neutral	4	1	0

Table 10: The number of positive, negative and neutral statements about user interface during each round of usability testing

---

In the first iteration of the game, the two game AIs Easy and Medium were prioritized over the UI when testing. The majority of the feedback was positive after this iteration even though the UI had not been prioritized.

One user stated:

[...] It is very minimal but it makes sense with the game. It doesn't need to be more fuzz around the game. (P03 in Appendix E, translated by authors)

For the second and third iterations of the game, the UI was prioritized which resulted in no negative statements in either usability test.

One user said:

The game itself is quite intuitive. To choose letter, hover and other activities are intuitive. It is intuitive to press and change letter without having to send. It is also good that you can see which words you have in your side view. You get a little surprised each time you manage to get a word. (P05 in Appendix F, translated by authors)

Users found the game intuitive which allowed them to focus on the game itself and the AI. Many found it encouraging that they could see both their own score and the AI's score during the whole game. A user stated:

It was made clear which words I got in the top corner and my score in comparison to the AI's. It was motivating to see that I wasn't too far away from the AI. (P06 in Appendix F, translated by authors)

However, one user said after being asked if anything was distracting while playing:

No not really. I don't know if it was distracting but when I looked at the score and saw that the AI was leading, I kind of got mad and gave up a little. (P08 in Appendix F, translated by authors)

In the second and third iteration of the game, a chat-inspired UI was developed for the in-game experience. Many users were positive to this where one user said:

I like that you can see the scores on the bottom of the page which makes it exciting to see where you stand. I also really like that the AI talks to you as it makes it a little more personal. I also like that you can see all the points on all the words you already have. (P04 in Appendix G, translated by authors)

For the last iteration of the game, a leaderboard page was developed. On this page, users are able to compare themselves to a selected AI difficulty mode and other players by using metrics such as wins, average score, max score, and win rate.

A user said:

The leaderboard looks very good, it is very cool! This gives a little more reason to play by competing against others and against the AI. (P06 in Appendix G, translated by authors)

### 5.1.5 Improvements

In addition to the user interface, feedback on improvements was also vital to ensure the players' understanding of and focus on the game.

---

<b>Improvements</b>	<b>UT1</b>	<b>UT2</b>	<b>UT3</b>
Positive	4	5	1
Negative	3	5	0
Neutral	15	2	2

Table 11: The number of positive, negative and neutral statements about improvements during each round of usability testing

Many statements about improvements were directed toward the AI and its behavior. During the second usability test, the users played against the Extreme AI. One made a comment about the Extreme AI’s response time:

I want it to go quicker. I don’t know if there has been added a delay there on purpose but I want it to go quickly. By all means, I myself am using time but it is something else when it is a machine. (P06 in Appendix F, translated by authors)

Another user agreed with the statement above but also made a comment about the validity of some words in the dictionary used in the game. The user was asked if there was some improvements they would like to see:

Reduce the waiting time on the AI. I don’t know but maybe some words that are a bit weird are considered valid. I know that they are accepted in the dictionary but they are a bit weird. (P08 in Appendix F, translated by authors)

Many users wished that the Extreme AI could play easier or more common letters where one stated:

I do not know if the AI is made to do the best for itself or if it is made to make it difficult for me. If you think selfishly, it would have been good if it gave me easier letters. If it had done that, it would have been easier to beat it. (P01 in Appendix F)

When it comes to improving the UI, some users suggested highlighting the formation of words to increase the feeling of accomplishment:

It is a bit thrilling or you get a high level of dopamine when words pop up. Maybe you can take advantage of that and highlight it, even more, to get an even higher level of dopamine when you are able to form a word. (P04 in Appendix F, translated by authors)

## 5.2 Results of Quantitative Analysis

### 5.2.1 Simulations

As mentioned in Section 4.2.5, MCTS was used as the baseline and as the opponent to compare all the difficulty modes. This means all of the difficulties presented below played against the Extreme opponent. For all of the simulated games below, the difficulty level being tested started the game.



---

<b>Variable</b>	<b>Easy</b>	<b>Medium</b>	<b>Hard</b>	<b>Extreme</b>
Games Simulated	100	100	100	100
Wins	0	10	67	54
Draws	0	0	7	0
Losses	100	90	26	46
Win Rate	0%	10%	67%	54%
Average Score	20.7	45.8	64.8	36.2
Average Number of Words	6.3	10.8	16.4	11.0
Average Number of 5-Letter Words	0.1	1.3	2.0	0.3
Average Number of 4-Letter Words	1.0	4.4	1.8	1.2
Average Number of 3-Letter Words	5.2	5.2	13.0	9.5
Maximum Score	40	66	85	57
Minimum Score	6	29	48	7
Variance of Score	44.7	48.6	49.9	109.1
Standard Deviation of Score	6.7	7.0	7.1	10.5
Median of Score	21	46	65	38
Mode of Score	22	45	67	42

Table 12: Results after 100 game simulations between the different difficulties and the extreme MCTS adversary

To see how the other AI opponents performed against each other a win ratio matrix and score matrix are presented below, matching all the opponents against each other. The matrices are found in Figure 12 and Figure 13 respectively. For each match-up, 100 games were simulated. Two match-ups were simulated for each pair of difficulties, allowing both difficulties to start. To get a sense of each difficulty’s duration of decision-making, a third matrix is also presented, displaying the average time per simulated game for each match-up. The specific duration of each simulation will vary depending on the hardware used to simulate the games, but the relation between them should remain somewhat similar. This matrix is found in Figure 14.

<b>Starts →</b>	<b>Easy</b>	<b>Medium</b>	<b>Hard</b>	<b>Extreme</b>
Easy	0%	100%	100%	100%
Medium	0%	54%	96%	96%
Hard	0%	12%	100%	50%
Extreme	0%	10%	67%	54%

Figure 12: Win ratios of difficulties at the top after 100 game simulations against difficulties at the left. For all simulations, the difficulty at the top starts the game

<b>Starts →</b>	<b>Easy</b>	<b>Medium</b>	<b>Hard</b>	<b>Extreme</b>
Easy	19.1	54.4	70.9	39.5
Medium	21.9	53.5	71.8	51.1
Hard	20.6	54.5	73.0	51.4
Extreme	20.7	45.8	64.8	36.2

Figure 13: Average scores of difficulties at the top after 100 game simulations against difficulties at the left. For all simulations, the difficulty at the top starts the game

---

<b>Starts</b> →	<b>Easy</b>	<b>Medium</b>	<b>Hard</b>	<b>Extreme</b>
Easy	0.04	0.04	5.31	34.41
Medium	0.04	0.04	5.31	28.10
Hard	5.89	5.77	9.89	33.37
Extreme	38.84	33.70	30.77	53.38

Figure 14: Average time per game simulated in seconds.

### 5.2.2 Questionnaire

The results of the first SUS test from the 8 participants resulted in an average score of 88.13. As mentioned in Section 4.2.4, all scores above 68 are considered above average. With an average of 88.13, the system is graded A which is the highest possible grade. No participants scored the system below 68 with the lowest score given being 72.50.

<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Median</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>
8	72.50	97.50	90.00	88.13	9.04

Table 13: Results of SUS test 1

The results of the second SUS test from the 7 participants resulted in a slight increase of the average to a score of 89.29. This still results in a grade A rating. As in SUS test 1, no participants scored the system below 68 with the lowest score given being 75.00.

<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Median</b>	<b>Mean</b>	<b>SD</b>
7	75.00	97.50	90.00	89.29	7.87

Table 14: Results of SUS test 2

### 5.2.3 Public Testing

Gameplay data was collected and stored for each game that was played against AI. In total 240 games were played against the different AI difficulties with an English dictionary. This allows for comparison between the AI's performance when playing against other AI agents versus against human players. Described below are the different AI difficulty results against human players.

---

Variable	Easy	Medium	Hard	Extreme
Games played	22	73	56	89
Win Rate	0.0%	42.5%	69.6%	76.4%
AI Average Score	20.6	50.6	70.3	46.7
Player Average Score	54.2	52.7	62.0	46.1
Average Score Diff	-33.6	-2.1	8.3	0.6
AI Average Number of Words	6.1	11.9	15.8	13.0
AI Average Number of 5-Letter Words	0.1	1.4	2.9	0.8
AI Average Number of 4-Letter Words	1.5	5.0	2.3	2.0
AI Average Number of 3-Letter Words	4.4	5.5	10.6	10.2
AI Maximum Score	48	69	84	61
AI Minimum Score	7	34	52	22
AI Variance of Score	80.4	62.4	36.1	61.3
AI Standard Deviation of Score	9.0	7.9	6.0	7.8

Table 15: Results after public testing

When playing, a player had the choice to either login or play as a guest. When playing as a guest, there is no way to tell who has played, meaning there is no way to know whether a guest has played more than once. Out of the 240 games played, 60 of them were played by logged-in players. Figure 15 below shows a distribution of how many logged-in players played x amount of games.

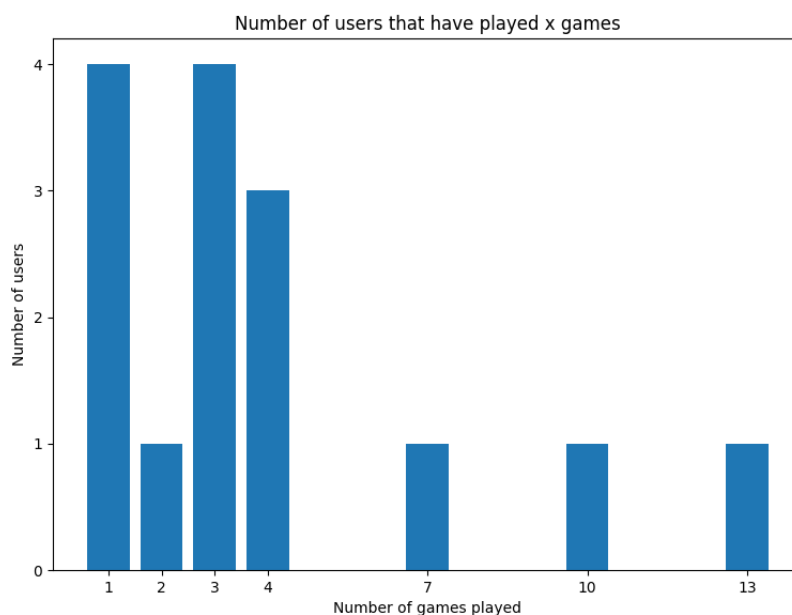


Figure 15: Number of users that have played x games

### Assumptions

All assumptions were checked before conducting the one-way ANOVA test. All observations are independent of each other, meaning that one game did not affect another. Shapiro-Wilk was utilized to test the normality of the AI scores, total number of words, number of 3-letter words, number of 4-letter words, and number of 5-letter words per game. The results are shown in Table 16.

The hypotheses and significant value are presented below:

Null hypothesis ( $H_0$ ): The data is normally distributed in score/total number of words/number of 3/4/5-letter words for each of the different AI implementations.

Alternative hypothesis ( $H_0$ ): The data is not normally distributed in score/total number of words/number of 3/4/5-letter words for each of the different AI implementations.

Significant Value ( $\alpha$ ): 0.05

Variable	AI Difficulty	W Statistic	p-value
Score	Easy	0.916	0.0635
	Medium	0.986	0.605
	Hard	0.978	0.386
	Extreme	0.982	0.244
Total Number of Words	Easy	0.921	0.0799
	Medium	0.969	0.0675
	Hard	0.981	0.547
	Extreme	0.974	0.0754
Number of 3-Letter Words	Easy	0.858	0.00468*
	Medium	0.964	0.0330*
	Hard	0.982	0.558
	Extreme	0.985	0.387
Number of 4-Letter Words	Easy	0.888	0.0173*
	Medium	0.959	0.0181*
	Hard	0.935	0.00463*
	Extreme	0.907	$9.06e^{-06}$ *
Number of 5-Letter Words	Easy	0.412	$2.15e^{-08}$ *
	Medium	0.880	$4.56e^{-06}$ *
	Hard	0.944	0.0117*
	Extreme	0.808	$2.14e^{-06}$ *

\* significant at 0.05 level

Table 16: Shapiro-Wilk Test for Normality

As seen in Table 16, the variables *Number of 3-Letter Words*, *Number of 4-Letter Words*, and *Number of 5-Letter Words* did not meet the assumption of normality. Therefore, the non-parametric test Kruskal-Wallis was used instead of one-way ANOVA for these variables. It is equivalent to ANOVA and does not rely on the assumption of normality. It assesses whether there are significant differences in the medians of the groups. For the Kruskal-Wallis test, there is no need to check for homogeneity of variances as it does not rely on the assumption of equal variances.

Levene's test was used to check the homogeneity of variances (homoscedasticity). The variables *Number of 3-Letter Words*, *Number of 4-Letter Words*, and *Number of 5-Letter Words* were excluded from Levene's test because they did not meet the assumption of normality, meaning they could be used in ANOVA analysis anyways. The result from Levene's test is shown in Table 17.

The hypotheses and significant value are presented below:

Null hypothesis ( $H_0$ ): The data is equal in variances in score/total number of words among the different AI implementations.

Alternative hypothesis ( $H_0$ ): The data is not equal in variances in score/total number of words

among the different AI implementations.

Significant Value ( $\alpha$ ): 0.05

Variable	F-value	p-value
Score	1.52	0.211
Total Number of Words	1.60	0.189

\* significant at 0.05 level

Table 17: Levene's Test for Homogeneity of Variances

The results showed that there is a homogeneity of variances among the AI implementations in terms of Score and Total Number of Words.

### One-Way ANOVA Test

To determine if there are significant differences in performance indicators between the different AI implementations, One-Way ANOVA was chosen as a parametric test. ANOVA can be used to compare the means of multiple groups, in this case, different AI implementations simultaneously. This test was performed twice where AI difficulty was used as the independent variable, while the dependent variable was the AI score and AI total number of words. The hypotheses and significant value are presented below:

Null hypothesis ( $H_0$ ): There is no significant difference in score/total words among the different AI implementations.

Alternative hypothesis ( $H_1$ ): There is a significant difference in score/total words among the different AI implementations.

Significant Value ( $\alpha$ ): 0.05

Variable	Source	Sum of Squares (SS)	Degrees of Freedom (df)
Score	Between Groups	42809.85	3
	Within Groups	13795.11	237
Total Number of Words	Between Groups	1577.58	3
	Within Groups	1347.75	237

Table 18: One-Way ANOVA Results

Variable	F-value	p-value
Score	244.12	4.79e <sup>-72</sup> *
Total Number of Words	92.08	1.75e <sup>-39</sup> *

\* significant at 0.05 level

Table 19: One-Way ANOVA Test Results

From Table 19, the p-value is significantly below the chosen significance level of 0.05 for both variables. As a result, the researchers can reject the null hypothesis and conclude that there is a significant difference among the AI implementations in terms of Score and Total Number of Words.

### T-Tests

As a consequence that the ANOVA result being significant for both variables, the researchers could conduct a post hoc test in the form of t-tests. By doing so, the researcher could identify

which specific pairs of AI implementations differ significantly from each other. The hypotheses and significant value are presented below:

Null hypothesis ( $H_0$ ): There is no significant difference between the selected difficulty pairs in Score/Total Number of Words.

Alternative hypothesis ( $H_1$ ): There is a significant difference between the selected difficulty pairs in Score/Total Number of Words.

Significant Value ( $\alpha$ ): 0.05

Variable	Comparison Pairs	t-value	p-value
Score	Easy - Medium	-14.97	1.65e <sup>-26</sup> *
	Easy - Hard	-27.96	9.52e <sup>-42</sup> *
	Easy - Extreme	-13.46	6.44e <sup>-25</sup> *
	Medium - Hard	-15.38	8.85e <sup>-31</sup> *
	Medium - Extreme	3.15	1.90e <sup>-3</sup> *
	Hard - Extreme	19.14	2.85e <sup>-41</sup> *
Total Number of Words	Easy - Medium	-10.81	4.09e <sup>-18</sup> *
	Easy - Hard	-14.75	5.23e <sup>-24</sup> *
	Easy - Extreme	-12.34	2.03e <sup>-22</sup> *
	Medium - Hard	-9.23	7.87e <sup>-16</sup> *
	Medium - Extreme	-3.12	2.16e <sup>-3</sup> *
	Hard - Extreme	6.68	5.06e <sup>-10</sup> *

\* significant at 0.05 level

Table 20: Pairwise t-test results for AI difficulties

The results state that there are significant differences between all pairs of difficulties in terms of Score and Total Number of Words.

### Kruskal-Wallis Test

To determine if there are significant differences in the performance indicators that are not normalized between the different AI implementations, Kruskal-Wallis was used. It is a non-parametric statistical test used to compare the medians of two or more independent groups, in this case, the different AI implementations. This test was performed three times where the skill level of each AI difficulty was used as the independent variable, while the dependent variable was either number of 3-letter words, number of 4-letter words, or number of 5-letter words. The hypotheses and significant value are presented below:

Null hypothesis ( $H_0$ ): There is no significant difference in number of 3/4/5-letter words among the different AI implementations.

Alternative hypothesis ( $H_1$ ): There is a significant difference in number of 3/4/5-letter words among the different AI implementations.

Significant Value ( $\alpha$ ): 0.05

Variable	H-value	p-value
Number of 3-Letter Words	106.41	$6.51e^{-23}$ *
Number of 4-Letter Words	105.65	$9.47e^{-23}$ *
Number of 5-Letter Words	102.20	$5.22e^{-22}$ *

\* significant at 0.05 level

Table 21: Results of Kruskal-Wallis Test for Performance Indicators

From Table 21, the p-value is significantly below the chosen significance level of 0.05 for all three variables. As a result, the researchers can reject the null hypothesis and conclude that there is a significant difference among the AI implementations in terms of number of 3-letter words, number of 4-letter words, and number of 5-letter words.

### Mann-Whitney U Test

As a consequence, if the Kruskal-Wallis result is significant for all three variables, the researchers could conduct a post hoc test. By doing so, the researchers could identify which specific pairs of AI implementations differ significantly from each other. The hypotheses and significant value are presented below:

Null hypothesis ( $H_0$ ): There is no significant difference between the selected difficulty pairs in number of 3/4/5-letter words.

Alternative hypothesis ( $H_1$ ): There is a significant difference between the selected difficulty pairs in number of 3/4/5-letter words.

Significant Value ( $\alpha$ ): 0.05

Variable	Comparison Pairs	Mann-Whitney U Statistic	p-value
Number of 3-Letter Words	Easy - Medium	556.00	$2.79e^{-02}$ *
	Easy - Hard	110.00	$1.75e^{-08}$ *
	Easy - Extreme	113.00	$1.29e^{-10}$ *
	Medium - Hard	558.50	$1.43e^{-12}$ *
	Medium - Extreme	743.00	$2.56e^{-17}$ *
	Hard - Extreme	2660.50	0.49
Number of 4-Letter Words	Easy - Medium	70.00	$7.06e^{-11}$ *
	Easy - Hard	392.00	$1.10e^{-02}$ *
	Easy - Extreme	790.00	0.15
	Medium - Hard	3601.00	$7.40e^{-14}$ *
	Medium - Extreme	5865.50	$5.41e^{-19}$ *
	Hard - Extreme	2883.00	0.10
Number of 5-Letter Words	Easy - Medium	174.50	$6.10e^{-09}$ *
	Easy - Hard	34.00	$4.66e^{-11}$ *
	Easy - Extreme	515.00	$1.67e^{-4}$ *
	Medium - Hard	840.50	$4.03e^{-09}$ *
	Medium - Extreme	4434.00	$2.44e^{-05}$ *
	Hard - Extreme	4433.50	$5.58e^{-16}$ *

\* significant at 0.05 level

Table 22: Pairwise Mann-Whitney U results for AI difficulties

---

The results of the Mann-Whitney U tests showed that there is a significant difference in the number of 3/4/5-letter words between the majority of all difficulties. However, there was no significant difference for 3-letter words between Hard-Extreme and 4-letter words between Easy-Extreme and Hard-Extreme.

### Correlation Analysis

Table 23 displays the correlation between total number of words, number of 3-letter words, number of 4-letter words, and number of 5-letter words of the AI and AI win status. The AI win status is either 1 if the AI won or else 0. Correlation is deemed significant at  $p < 0.05$ . A strong positive correlation was found between all pairs except *Total 4-letter words* and *AI Win Status*. The hypotheses and significant value are presented below:

Null hypothesis ( $H_0$ ): There is no correlation between the total number of words or number of 3/4/5-letter words and the win status of the AI among the different AI implementations.

Alternative hypothesis ( $H_1$ ): There is a correlation between the total number of words or number of 3/4/5-letter words and the win status of the AI among the different AI implementations.

Significant Value ( $\alpha$ ): 0.05

Correlation Pairs	Correlation Coefficient	p-value
Total Number of Words - AI Win Status	0.41	$3.62e^{-11}$ *
Number of 3-Letter Words - AI Win Status	0.34	$5.10e^{-8}$ *
Number of 4-Letter Words - AI Win Status	-0.10	0.12
Number of 5-Letter Words - AI Win Status	0.22	$5.80e^{-4}$ *

\* significant at 0.05 level

Table 23: Point-Biserial Correlation Analysis Results

Out of the three possible word lengths, the greatest correlation exists between 3-letter words and the win status of the AI. Other than that there is a relatively close relation between the number of words and win status. There was no correlation found between 4-letter words and the win status of the AI.



---

## 6 Discussion

This section will discuss and interpret the results from Section 5, in an attempt to connect them to the two research questions stated in Section 1.2.

### 6.1 Designing Game AI to Increase Players' Motivation and Engagement

This section will cover the discussion of the results and findings from the empirical study in relation to the first research question in this thesis:

*How should game AI be designed to increase players' motivation and engagement, while maintaining an optimal skill-challenge balance?*

#### 6.1.1 Difficulty Levels and Algorithms' Characteristics

Different algorithms were implemented for the various difficulty levels to experiment and compare them to each other in terms of increasing motivation and engagement among players, and to see whether the various difficulties would provide a sufficient challenge for most players.

Several participants from the usability tests stated that the Easy adversary was a satisfactory entry-level to the game. Since the Easy adversary only employed a random strategy, beginner players could learn the game more effectively in terms of rules and strategy without the fear of losing or performing poorly. This is further backed up by players' expectations when facing the Easy opponent. All players that participated in the usability tests, expected to win against Easy. Another common expectation was that the Easy opponent would not give them any difficult letters. To meet this expectation, one might limit the adversary's action space. This is also how the Easy opponent was implemented, only being allowed to select the most common letters in the alphabet. In other words, creating an adversary that poses no challenge to the player when learning the game, while still maintaining some randomness and uncertain outcomes, seems a popular way for players to learn the game without losing motivation.

In regard to the Medium adversary, some participants felt that there was a significant difference in level between Medium and Easy in terms of score. Many expected Medium to have a more specific strategy compared to Easy, and that the scores would be more even. So for a few, it seemed that gap between the random approach and the greedy approach was too great. This is a downside of having fixed levels in the game with the AI having limited adaptability to the player's skill level. As a result, players may find certain difficulty levels too comfortable, while others may find them too demanding which in turn can cause either boredom or frustration respectively. Furthermore, an AI with limited adaptability could cause a negative effect on the player's experience which could potentially discourage them from continuing to play. A solution to revising the gap between Easy and Medium would be to make the Medium adversary less greedy. In other words, it could be possible to limit the algorithm to not look for 5-letter words or even 4-letter words. However, the majority of the participants stated they found the difficulty level of Medium reasonable and argued that it was their first time playing against it and that they still needed time to figure out a good strategy.

During the usability tests, some frustration was expressed about the behavior of the Extreme adversary compared to the Hard adversary. It seemed players favored adversaries that did their best to get a good score without ruining the player's chances of doing well. This is important to consider when creating an AI for use in games. Not only does the AI need to provide a fair amount of challenge, but it must give the player a good experience while appearing fair. Therefore, people seemed to enjoy the Hard opponent more due to it not selecting any difficulty letters that ruined the players' plan. An interesting fact about the MCTS adversary is its low average score difference with players. When losing against it, players from the usability tests would often state that they came really close to winning against it. Judging by the adversary's win rate this is likely

---

not true, meaning that the characteristic of MCTS only caring about winning, but not by how much, creates an illusion of the game being close. This theory is further supported by looking at the Extreme adversary's average score when playing against different difficulties in Table 12. It changes quite drastically depending on who it plays against, meaning it in a way adapts to its opponent. The fact that players felt like they almost beat the opponent, means that they felt the difficulty was only slightly tougher than their own capabilities. The fact that they saw this as something positive is supported by Flow theory, which states that players should face challenges that match their capabilities, placing them in the flow channel presented in Figure 1.

There is no blueprint or right algorithm when designing game AI to increase players' motivation and engagement. Each of the AI adversaries from Medium to Extreme is capable of achieving such. It would be possible to dynamically change the AI difficulty during the game by changing the number of playouts for MCTS or the search depth of Minimax. Even changing to which extent the Medium opponent should be greedy is also a possibility. This would, as mentioned in Section 2.7, be a classification of DGDB. However, to do so, an analysis needs to be done on the player on how it plays, what letters are chosen, how many words, and how many varying lengths of words are played. Previous games could also be a way of analyzing a player's strategy and skill level. Nonetheless, this would only be achievable for logged-in users. Therefore, there would be a need for an in-game analysis in order to scale up or down the number of playouts or search depth of MCTS and Minimax respectively, or change the greediness of the Medium adversary.

Scaling the number of playouts for MCTS is more dynamic than changing the search depth for Minimax or changing the greediness of the Medium adversary. While restricting the search for 4-or 5-letter words is not an issue to lower the difficulty of Medium, a concern would be increasing its difficulty level by making it think long-term. It seems that the Medium opponent at its greediest provides a well-balanced challenge for the majority of new players. However, as players progress in skills and strategy, the upwards-scaling of the greedy approach is a difficult problem to address. Similarly, Minimax with Alpha-Beta pruning also has a maximum threshold limit in terms of performance. As mentioned in the implementation of Minimax, the Hard adversary can only have a maximum of 4 in search depth due to the complexity and nature of the game. So scaling the search depth down is feasible but scaling it over 4 would be a concern in relation to computation time. As shown in Figure 4, a search depth of 5 would not be practical. On the other hand, the Extreme adversary has its number of playouts set to 3500, which could be set up or down by a computed number depending on a player's skill level. In other words, MCTS's bigger range of adjustment allows for more fine-tuned difficulty selection with a more dynamic increment up or down. And as mentioned above, knowing that MCTS in a way adapts to its opponent in terms of score would mean that it is a suitable option for DGDB.

### 6.1.2 Flow

Section 2.5 describes flow as a state of mind in which people become so engaged in an activity that nothing else seems to matter.

Looking at the player experience statements from the usability tests presented in Section 5.1.1 there is a clear relation to flow theory. Csikszentmihalyi 1990 defines the five characteristics of flow as a complete absorption in the activity, a sense of control over the activity, a loss of self-consciousness, a distorted sense of time, and the activity being intrinsically rewarding.

During usability testing, players were engaged and focused, trying to win. However, if they realized that the AI opponent had acquired too big of a lead, they often snapped out of their focus and lost part of their motivation. In this sense, it would be difficult to conclude that players felt a complete absorption in the game.

Players' sense of control showed more promise as all players agreed that they were in control of the game with regard to available actions and how to play. Some players, however, did not feel that they were in control against the AI opponent and felt that they constantly had to defend from its moves, instead of being on the offensive.

There was no specific mention of a loss of self-consciousness during the usability tests, but many

---

lost a sense of time. As seen in Section 5.1.1, most players were off by approximately 30% when trying to guess for how long they had played.

The fifth and final characteristic of flow is that the activity is intrinsically rewarding, meaning that the activity itself is rewarding enough to continue performing. During usability testing, players would play the game because they were asked to, meaning it is not possible to know whether they participated because they found the activity rewarding. Players did mention, however, that they found the creation of words rewarding. One player even mentioned a "rush of dopamine" when successfully forming a 10-point word.

Whether or not flow was achieved during usability tests will be evaluated using Csikszentmihalyi 1990's nine dimensions of flow, described in Section 2.5.

### **Clear Goals**

Usability tests showed that players had little to no problems understanding the game rules, and how to win. This indicates that players felt that goals were clear and that they knew how to approach achieving them. While many players stated that they found the game intuitive and easy to understand from the get go, others relied on the game rules before starting a game. The game rules would turn out to be a useful feature, as they could be opened at any time during the game to refresh player's memory on scoring and other rules, ensuring they never lost sight of their goals. Additionally, players could see their own, and their opponents score throughout the entire game as seen in Figure 8. This ensured that players did not lose track of the main goal - gaining a higher score than their opponent.

### **Feedback**

Results showed some mixed opinions on the game's feedback. With regard to one's own actions, players had no problems selecting and submitting letters, and understanding that they were submitted. Some players, however, found the Extreme opponent's response time to be too slow, going against the principle of immediate feedback. The slow response time was due to the number of simulations of the MCTS algorithm. A possible solution to fix this issue is using parallelization where the exploitation of multiple CPU cores can speed up the search process. This would work by simulating different parts of the game tree in parallel to explore different parts simultaneously. However it would be required to have access to hardware which allowed parallelization. Even though some found the Extreme opponent slow in its decision-making process, some found the effect of it exciting. By taking its time, players thought that it was thinking like an actual person and trying to find a good strategy to surprise them. In addition, the slow response time was only apparent through the first half of a game as the game tree is not developed yet. After a game is half-played, the Extreme opponent makes decisions faster and faster until it is almost instant.

### **Challenge-Skill Balance**

Overall, players' responses toward the level of challenge in the game were positive. As seen in Section 5.1.3, players found most difficulties to match their expectations, and felt challenged without being too frustrated. All in all, this shows promise when it comes to the game's challenge-skill balance. It is still important to mention that some players found Medium a bit more difficult than expected. According to flow theory, this does not mean they were frustrated, as Medium did not exceed players' capabilities, just their expectations of how challenging it would be. Judging by the win rates of the different AI opponents, there is a steady increase in difficulty. However, as players have different playing styles, and capabilities, introducing more than four difficulty levels to allow for a more customized experience is probably a good idea. Furthermore, as players improve, there might be a need for a more difficult opponent. With the most difficult opponent currently having a win rate of about 76%, it becomes apparent that some players might not find this opponent challenging enough. Overall, the challenge-skill balance in the developed game shows promise, and acts as a good starting point for further fine-tuning the challenge-skill balance.

### **Action-Awareness Merging**

Action-awareness merging is a criterion that is not easily measured. It is defined as the person being completely absorbed in the activity and feeling a loss of self-consciousness - being "one"

---

with the activity. There is no data in this report to directly support this definition, but there were examples of users stating that they forgot everything around them and focused solely on the game while playing. While this could act as an indication of action-awareness merging being achieved, it will need more data and a scientific approach to evaluate this unclear definition to be proved.

### **Concentration**

Most players that participated in the usability tests reported that they were able to concentrate and focus on creating the best possible words. Others, on the other hand, struggled to focus after receiving difficult letters from the AI opponent because they felt like their plan had failed. When it comes to the UI and gameplay itself, what seemed to allow players to concentrate was the simplicity of the game. This allowed players to think ahead while waiting for their opponent, without losing their train of thought due to any unexpected animations or sounds. Player's statements about UI can be seen in Section 5.1.4. Loss of concentration due to a feeling of hopelessness in terms of winning, is more difficult to combat. The nature of the game might be seen to make it harder to gain higher amount of points towards the end of the game. If a player starts trailing behind its opponent score-wise, without any clear plan, it might lose concentration and give up. Further investigation is needed to come up with countermeasures to prevent this loss of concentration, but possible solutions include motivational messages, hints when players are struggling, or even scaling the difficulty of the opponent mid-game.

### **Control**

With regard to the UI, game mechanics, and available actions, players reported that they felt very much in control. What most players struggled with, however, was staying in control score-wise against the tougher opponents like Hard and Extreme. Most people thought that it was difficult to control a game against the Hard opponent as it always obtained a high score. As opposed to Hard, Extreme often got a score which was very close to the player's score. It seemed that people felt that they were in more control and thought they could influence the outcome more against Extreme than Hard since they were so close to the AI score-wise. Players' feeling of being close to the AI score-wise are further described in Section 6.2.2.

### **Time Distortion**

According to Csikszentmihalyi, a person should experience a sense of time distortion, with time seeming to pass more quickly or more slowly than usual. As seen in Table 7 in Section 5.1, players were off by an average of 29% of the actual game time when guessing how long they had played. Furthermore, players themselves stated that they felt a sense of time distortion when playing, showing big promise when it comes to the time distortion dimension of achieving flow. While developing a game with the aim of creating time distortion is difficult, it would probably not be possible for this game without giving the players a sense of action-awareness merging, concentration and control. During usability tests, players that mentioned a feeling of time distortion, justified it by how concentrated or engaged they were. Based on these statements, if the dimensions of action-awareness merging, concentration and control are present, time distortion is likely to follow.

### **Autotelic Experience**

By autotelic experience, it is meant that the person should experience the activity as intrinsically rewarding. Looking at the results from the usability tests, players stated that they found the creation of words rewarding and that it gave them a rush of dopamine. Many participants stated that they learned new words by either being fortunate when trying to form words or by looking at the AI opponent's grid after a game was finished. Be that as it may, players also suggested improvements to the UI that would reinforce the feelings of accomplishment when forming words, further rewarding the player. Although it is not a part of the game activity itself, the implementation of a leaderboard was proved to motivate players more. As players continued to progress, they could see themselves climbing the leaderboard table, motivating them to be the top performer. All in all, the autotelic experience of the game is good, but there is still room for improvements.

### **Intrinsic Motivation**

Intrinsic motivation, similarly to autotelic experience, is about feeling intrinsically motivated to

---

engage in playing the game, as opposed to engaging in the activity due to external rewards or pressure. Looking at the results from the usability tests, players felt the urge to play more after testing the game due to the fact that they learned new strategies while playing. Others stated that they would play the game again on the bus because of the simplistic nature of the game, how effortless it is, and how brief it is to play. Furthermore, looking at the number of players that have played more than one game, see Figure 15, one could argue that players are generally motivated to play more than once, meaning there is some degree of intrinsic motivation among players. Whether this motivation comes from positive feelings of engagement and learning, or rather frustration of losing, will need further investigation. The need to measure players' motivation in order to make assumptions on what motivates them is further described in Section 6.3.1.

### 6.1.3 Intrinsically Motivating Instruction

Out of Malone's three kinds of motivation (Malone 1981), *challenge* stands out as the most important after the usability tests of the developed word game. According to Malone, goals and uncertain outcomes are key elements when creating challenges. This resonates well with the feedback received from players during the tests. First of all, players expressed a sense of achievement when forming words, which can be seen as a lower level goal. This feeling was further reinforced when forming longer words, or combining multiple words. This can be seen as a higher level goal where the goal includes achieving the low level goals in a better way. Additionally, there are different difficulty levels that players can choose from relating to Malone's way of making the attainment of a goal uncertain by utilizing variable difficulty levels. For the developed game, the player selects the difficulty themselves, but as an extension, this could be automatically determined by how well the player does. This is further described in Section 7.1.

Malone 1981 also mentions hidden information and randomness in relation to creating uncertain outcomes for the player. These factors are closely integrated in both the game agents and the game itself. Hiding information and selectively revealing it is an integral part of the game, as players have their own game grid not visible to each other. Letters are selectively revealed to players after their opponent has selected them, and at the end of the game, players are allowed to see the entire grid of their opponent. This latter feature was welcomed by players as it allowed them to learn from the AI adversaries, and acted as a motivation to finish the game, even when it did not go according to plan. Randomness is also used in nearly all of the adversaries to help create uncertain outcomes. As most agents have some factor of randomness in their implementation and way of acting, outcomes will seldom be the same, meaning recreating games and therefore outcomes is not possible. Note that the Hard adversary uses Minimax with Alpha-Beta pruning, which is deterministic. This means outcomes will be certain given that players discover and exploit this characteristic. This is discussed further in Section 6.2.1.

## 6.2 Performance Comparisons of Different Game AI Implementations

This section will cover the discussion of the results and findings from the empirical study in relation to the second research question in this thesis:

*How do various game AI implementations compare in terms of specific performance indicators and characteristics?*

As previously mentioned, performance indicators are game-relevant measures like score, the number of words formed, and win rate. Characteristics may include randomness, determinism, and duration of decision-making.

### 6.2.1 AI versus AI

When AI adversaries play each other they might behave differently to what they do when playing humans. Section 5.2.1 presents results after running 100 simulations for each pairing of AI difficulties.

---

The first thing that might stand out is the relationship between the Hard and Extreme difficulties, as their statistics show an advantage in Hard's favor. When both agents played against another Extreme adversary, Hard's win rate, average score, and average number of words were higher than Extreme's. Avellan-Hultman and Querat 2021 also came to the same conclusion that Minimax with Alpha-Beta pruning consistently outperforms MCTS with similar or lower average move times. Furthermore, the average time per game was about 40% lower for Hard than Extreme, meaning Hard is a fair amount quicker than Extreme. The conclusions from Kato et al. 2015, support this finding as well. Not only is this an important factor to consider with regard to performance, but as seen in the previous section, time has also proven an important factor when it comes to creating an engaging gameplay experience where users can achieve a state of flow. Therefore, one might argue that the implementation of Minimax with Alpha-Beta pruning should be swapped with MCTS and be the Extreme level of the game. However, the AI is not designed to play against itself at different difficulty levels but rather against human players. Thus, it is necessary to look at how the different agents perform against human players, as playing the AI against itself only gives a minor indication of how it performs.

The results also present some observations that might seem odd at first glance. For instance, the Easy agent has a 0% win ratio against itself. This is due to the nature of the simple agent. The agent always places the letter it receives in the first available cell it finds, meaning two Easy agents playing each other will end up with identical grids. This means all of the 100 simulated games result in a draw, resulting in a 0% win rate for both agents. Furthermore, it might seem odd that the Hard agent has a 100% win ratio against itself when it was not able to win all the games against the Medium agent. This is because the Hard agent uses Minimax with Alpha-Beta pruning which is deterministic, meaning all 100 games will unfold in the same way. As the game seems to have a first-mover advantage, the agent that starts will most likely win the first game, thus winning the remaining 99 games as well.

The use of a deterministic algorithm presents a new problem when it comes to implementing AI agents in games. The specific reason for Minimax's deterministic behavior is the way it systematically explores the game tree. A deterministic AI opponent will, given the same specific game state, always output the same action. In the case of the developed game, one can tell the Hard opponent is deterministic by the fact that it always starts by selecting an 'A'. This can be exploited by remembering the order of all moves made by a player in a winning game. The win can then be reproduced by performing the same moves in the same order. Once this fact is known, deterministic adversaries will be totally predictable, resulting in poor performance, and a lower level of challenge for players, eventually boring them. One way to inject variability into Minimax with Alpha-Beta pruning is to randomly select one of the top-ranked moves with a certain probability. This would need extra memory and would require more computation as more values are needed to be stored and assessed. Another solution would also be to modify the order in which moves are evaluated which could introduce some randomness and variation in the search process, potentially leading to different move selections.

### 6.2.2 AI versus Human Players

The One-Way ANOVA test revealed that there are significant differences between the AI implementations in terms of score and total words. The results were as previously mentioned AI score: ( $F(3, 237) = 244.12, p < 0.05$ ) and AI total number of words: ( $F(3, 237) = 92.08, p < 0.05$ ). Since the data of the variables AI total 3, 4, and 5-letter words were not normalized, Kruskal-Wallis was used. The results from Table 21 indicated, like the ANOVA test, that the AI implementations have significant differences. However, in this case, for the variables AI number of 3-letter words: ( $H = 106.41, p < 0.05$ ), AI number of 4-letter words: ( $H = 105.65, p < 0.05$ ), and AI number of 5-letter words: ( $H = 102.20, p < 0.05$ ).

The decision-making process and strategic approach of each AI implementation are huge contributors to the varying score and total words. The Easy adversary being a simple random agent means that it only relies on luck and common letters to gain words and points. The Easy adversary has no specific strategy in terms of thinking short-term or long-term, and it never considers the game state of whether it is losing or winning. As a result, the Easy adversary can have varying total

---

scores and a total number of words formed from game to game. The Easy agent had a minimum score of 7 and a maximum score of 48 in all its games versus human players. The low score indicates that the agent was unlucky with the letters given and chosen, and also the placement of them. On the other hand, it was quite lucky with all its letters and placement in the game where it gained its maximum score.

In comparison, the Medium adversary has employed a greedy approach which means that it focuses on maximizing immediate gains. It has still the same approach as Easy when it comes to not considering the game state and thinking long-term, meaning that they both do not consider long-term consequences. However, by prioritizing immediate gains it has a simple decision-making process, making it able to form more words and thus get more points than the Easy agent, as proven by the t-test results presented in Table 20. This is emphasized in the descriptive statistics in Table 15, where the Medium agent has almost twice the number of words per game and is just short of 30 points more per game.

The Hard adversary utilizes a more advanced decision-making process than Easy and Medium with Minimax and Alpha-Beta pruning. By considering four moves ahead, it can evaluate potential outcomes from the current game state. By using this strategic approach, the Hard adversary is able to outperform the Easy and Medium adversaries in both words and score by thinking short-term and long-term. Its strategy seems to be forming many 3-letter words in addition to a small emphasis on a couple of 4-letter and 5-letter words. This strategy is reflected in the results of the correlation analysis, presented in Table 23, which confirms there is a stronger correlation between forming 3-letter words and winning than other word lengths.

Like the Hard adversary, the Extreme adversary employs an advanced decision-making process with MCTS. However, compared to the Hard adversary, its strategy is only to win. It does not care to choose the move that maximizes its potential gains and minimizes its opponent's. By only relying on random playouts and statistical sampling, it chooses the move that has the highest expected outcome for a win. So as long as it wins, it does not care to form a specific number of words or to get the highest score. This is reflected in the average score difference between the AI and the human player being quite low compared to the Hard opponent. Comparing the Extreme opponent to the Hard opponent, it becomes apparent that the two agents use quite different strategies when playing. As previously mentioned, the Hard agent scores higher on nearly all performance measures such as average score, amount of words, and average score difference from players' scores. However, as seen in the Mann-Whitney U test in Table 22, the two difficulties form approximately the same number of three and four letter words. Nevertheless, the Extreme adversary still has a better win rate than Hard. Due to the nature of the MCTS algorithm, and the low amount of words compared to the Hard opponent, it is clear that it does not care about gaining the highest score, but rather winning. To explain its high win rate, one must look at the average scores of players in Table 15. From Hard to Extreme it drops by almost 16 points. This indicates that the Extreme adversary is able to win by giving players letters that are difficult for them to place without ruining their own chances of forming words.

The factors mentioned above contribute to the significant differences in AI performance across all the difficulty levels, as evidenced by the ANOVA and Kruskal-Wallis tests and the post hoc analyses found in Table 20 and Table 22.

The result from correlation analysis in Table 23, revealed strong positive associations between AI implementations and AI win status for multiple performance indicators. The association between AI total number words and its win status yielded a positive correlation of ( $r = 0.41$ ,  $p < 0.05$ ). The result indicates that the AI implementations with higher word counts tended to achieve more wins. Generating a greater number of words resulted in a positive influence on the AI's overall performance.

Moreover, strong positive correlations were found between AI total 3-letter words and AI win status: ( $r = 0.34$ ,  $p < 0.05$ ), and between AI total 5-letter words and AI win status: ( $r = 0.22$ ,  $p < 0.05$ ). The strong positive correlation between AI total 3-letter words and AI win status suggests that the AI's success in generating shorter words has a significant contribution to its likelihood of winning. Similarly, the effect of creating 5-letter words yielded a higher chance of winning for the AI.

---

On the other hand, the correlation between AI total 4-letter words and AI win status: ( $r = -0.10$ ,  $p = 0.12$ ) revealed a weak and negative correlation. Although the result is not statistically significant, it still suggests that there is no substantial relationship between the total number of 4-letter words the AI is forming and its winning chances. In other words, it is possible that forming 4-letter words does not have as much impact or influence on the AI's overall performance compared to creating 3-letter and 5-letter words. Regardless, the non-significance of this correlation may have been influenced by factors such as sample size or other unaccounted ones.

The findings of the AI creating multiple words where the majority of them being 3-letter words and its strong positive correlation to winning suggests that it has a highly positive influence on the AI's winning chances. With the given dictionaries, it seems the AIs find the possibility to create many 3-letter words outweighs the extra points received when forming a 5-letter word. The maximum number of 3-letter words that can be formed in a grid is 30, resulting in 90 points. The maximum number of 5-letter words that can be formed in a grid is 10, resulting in 100 points. Even though 5-letter words can result in a higher maximum score, it seems the AIs find it easier to combine 3-letter words.

### 6.3 Limitations

It is essential to recognize and discuss the limitations that may have influenced this research in terms of design, data collection, analysis, and findings. This section will aim to critically examine the constraints and boundaries of the research in order to provide valuable insight.

#### 6.3.1 Usability Tests

It is important to acknowledge that the number of participants throughout all usability tests may have been too small. Out of all the 8 participants, only one participant did not proceed to accomplish the third usability test. In total, a sample size of 23 was collected which included data from usability tests and questionnaires. The low sample size may limit the ability to draw accurate and reliable conclusions because of sampling bias and the impact it has on the generalizability of the findings. As a result, the findings of this research may need to be interpreted with caution due to the fact of the low sample size and its associated limitations.

As a consequence of the low sample size, the method by Acland et al. 2020, mentioned in Section 2.9.1, was found to be too problematic to execute. If the sample size was higher with players having more games against all the different difficulty levels, the variables *relative skill* and *relative challenge* would be measurable for all players. Thus, making it possible to place a player within one of the eight channels of flow shown in Figure 3. Furthermore, a model predicting the probability of a player playing a new game, would need to be developed.

The researchers recognize that there was a limitation in the data collection from the usability tests. The researchers understand that there should have been an accurate way of measuring motivation and engagement toward playing the game AI before and after the tests. By doing so, more data could have been collected which would have helped in answering RQ1 additionally.

#### 6.3.2 Game Space Complexity

The game space complexity is a significant limitation in this research because of the impact it has had on the design and implementation of the different agents, and data collection and analysis.

Firstly, the design of both the Minimax and MCTS opponents was impacted by the game space complexity. Minimax was impacted by only being allowed to have a maximum number of four as search depth in its algorithm before the computational time increased remarkably. This is previously mentioned and displayed in Figure 4. While, MCTS was impacted by the game space complexity, it was not affected in the same degree that Minimax was. It affected the number of plyouts in the algorithm in regard to what was the most optimal for both the AI and the



---

opponent. There was a fine balance between choosing the skill level of the AI and the time it spent computing a move. This is mentioned and displayed in Figure 6.

Secondly, an attempt was made to implement another adversary agent using deep reinforcement learning, allowing the agent to train itself by performing simulations against its previous best version. This approach was chosen due to the lack of available game data that could be used for training, as the game is entirely new. As the game has a huge game space, using a table to store state-action pairs and their rewards was not possible, hence the use of deep neural networks to estimate a reward value. Furthermore, the big state space proved a difficult challenge as it means the agent would require big amounts of training to make any significant amount of progress. Due to limited time, the researchers chose to abandon the attempt and focus on implementing the Hard difficulty instead, as the usability tests showed demand for an adversary whose difficulty ranged between the Medium and Extreme levels. This would also align well with Malone's principle of variable difficulty level.

Lastly, due to the nature of the game, there was a need to have significant computing resources, memory, storage, and processing capabilities for running game simulations. Therefore, only 100 games were simulated between each pair of AI difficulty. This sample size may have been, as in Section 6.3.1, inadequate and not representative in the statistical analysis done. It is important to mention that the researchers could have investigated running jobs on remote servers with more powerful hardware to increase the number of simulations performed. This was not investigated further, as the researchers focused on generating gameplay data from games against human players.

---

## 7 Conclusion and Further Work

In this report, the researchers have designed and developed a game and analyzed both simulated and collected gameplay data with the aim to increase players' motivation and engagement. Usability tests have been conducted and used in the analysis of player experience and as a foundation for further development of the game. Collected gameplay data has been collected and analyzed in order to compare different implementations of AI adversaries in the developed game with regard to different performance measures.

When it comes to designing an AI adversary that aims to give players an engaging and balanced game experience, one must first choose a suitable algorithm. For a game like the one described in this report, with a deterministic game environment, choosing an algorithm with a factor of randomness is a good idea. Otherwise, if both environment and adversary are deterministic, the adversary's behavior will be predictable and reproducible, resulting in a less challenging game experience, and a bored player. Using an algorithm that introduces randomness means uncertain outcomes and a greater challenge for players. Furthermore, the researchers have found variation in difficulty important to maintaining a challenge for players, which again is important in motivating players. This can either be done by implementing several algorithms/adversaries, or by utilizing algorithms with some dynamic variables for how much of a challenge it should give the player.

Players find the AI adversaries' strategy and behavior to be just as important as their results. As seen in this report, the Hard and Extreme adversaries both had high win rates. Despite this fact, players found the Extreme adversary much tougher, due to its different strategy. While the Hard adversary focused on creating as many words as possible, hence getting a fairly high average score, the Extreme adversary seemed to prevent players from forming words by giving them difficult letters as part of its strategy. Several players reacted negatively to this during usability tests and expressed a feeling of frustration.

After comparing the performance and characteristics of different game AI implementations, the researchers found MCTS a very promising choice due to its random nature and easily scalable level of challenge. The Minimax algorithm using Alpha-Beta pruning seemed promising with regard to performance indicators like response time, score, and win rate, but its deterministic characteristic turned out to render the adversary exploitable. MCTS on the other hand uses random playouts to make choices ensuring uncertain outcomes and therefore a more challenging gameplay experience. Furthermore, it allows for more customization due to its *anytime* characteristic, meaning it can be run for as many iterations as one desires. This further means difficulty can be set by increasing or decreasing the number of playouts the algorithm performs.

When designing a game AI that maintains a balance between boredom and frustration, the theory of flow presented characteristics that proved important to users when playing. Designing an AI that responds in a timely manner, and quickly provides feedback was emphasized by users as important factors in maintaining focus. Furthermore, when evaluating flow, developing good measures of engagement and motivation are vital to enable the evaluation of all nine flow criteria.

### 7.1 Further Work

This research has provided valuable insights into the topic of game AI and increasing players' motivation and engagement when playing against an AI opponent. It has shed light on various aspects and contributed to the existing knowledge base. Regardless, there are still areas that are yet to be explored and may be beneficial for further research.

First of all, implementing an Elo rating system could be beneficial in matching players against each other and/or matching them with a sufficiently difficult AI adversary. A standard is that each player is provided with an initial Elo score of 1500, however, this number is arbitrary and is subject to change. Nevertheless, player's Elo rating will eventually stabilize on their actual skill level, after playing some games. The different AI opponents can also be assigned an Elo rating so that their skill level can more easily be compared to those of players.

---

Secondly, implementing DGDB based on Elo rating or previous game history might be helpful in terms of reaching an optimal skill-challenge level in the game. This might render the current fixed difficulties useless. However, MCTS can be used in combination with Elo rating by adjusting the number of playouts based on a player's rating. As a result, a player can train against an AI with a balanced skill-challenge level.

Lastly, a beneficial expansion of the system would be to implement a reinforcement learning agent that learns from games played. This can result in an even more difficult AI level than Hard and Extreme in terms of better performance and less computation time. The downside of implementing such an agent is its vulnerability to major changes in game mechanics such as grid size, the scoring of words, or a change of dictionary. The vulnerability comes from the computed model which would be useless if the game changes. In addition, the agent would not be as scalable as MCTS in terms of adjusting to its opponent's skill level.

---

## Bibliography

- Acland, Daniel J et al. (2020). ‘An Investigation of Flow Theory in an Online Game’. In: *Review of Behavioral Economics* 7.4, pp. 317–336.
- Andrade, Gustavo et al. (Sept. 2021). ‘Dynamic Game Balancing: an Evaluation of User Satisfaction’. In: *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment* 2.1, pp. 3–8. DOI: 10.1609/aiide.v2i1.18739. URL: <https://ojs.aaai.org/index.php/AIIDE/article/view/18739>.
- Avellan-Hultman, David and Emil Gunnberg Querat (Sept. 2021). ‘A comparison of two tree-search based algorithms for playing 3-dimensional Connect Four’. In: pp. 1–32.
- Bertheussen, Haakon (2011). ‘Wordfeud: The story behind the world’s best word game’. In: *The Next Web*. URL: <https://thenextweb.com/eu/2011/12/17/wordfeud-the-story-behind-the-worlds-best-word-game/>.
- Bettner, Paul and David Bettner (2010). *Words With Friends*. Zynga.
- Brooke, John (Nov. 1995). ‘SUS: A quick and dirty usability scale’. In: *Usability Eval. Ind.* 189.
- Butts, Alfred Mosher (1983). *Lives of the Gamesters*. New York: William Morrow and Company.
- Chess (n.d.). *Deep Blue (Chess computer)*. URL: <https://www.chess.com/terms/deep-blue-chess-computer>.
- Clement, Jessica (2023). *Video games - Statistics & Facts*. <https://www.statista.com/topics/868/video-games/#topicOverview>. Accessed: June 5, 2023.
- Crawford, Chris (2002). *The Art of Interactive Design: A Euphonious and Illuminating Guide to Building Successful Software*. 1st. USA: No Starch Press. ISBN: 1886411840.
- Csikszentmihalyi, Mihaly (Jan. 1990). ‘Flow: The Psychology of Optimal Experience’. In.
- Csikszentmihalyi, Mihaly and Judith LeFevre (June 1989). ‘Optimal Experience in Work and Leisure’. In: *Journal of personality and social psychology* 56, pp. 815–22. DOI: 10.1037/0022-3514.56.5.815.
- David Silver Aja Huang, Chris J. Maddison et al. (2016). ‘Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search’. In: *Nature* 529.10, pp. 484–503. DOI: <https://storage.googleapis.com/deepmind-media/alphago/AlphaGoNaturePaper.pdf>.
- Dayan, Peter and CJCH Watkins (1992). ‘Q-learning’. In: *Machine learning* 8.3, pp. 279–292.
- Detdering, Sebastian et al. (2011). ‘From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification"’. In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*. ACM, pp. 9–15.
- Dix, Alan et al. (2003). *Human-Computer Interaction (3rd Edition)*. USA: Prentice-Hall, Inc. ISBN: 0130461091.
- Fowler, H. W., Fowler F. G. and Della Thompson (1995). *Concise Oxford Dictionary*. Clarendon Press.
- Gilbert, Nestor (2022). *Number of Active Gmail Users 2022/2023: Statistics, Demographics, & Usage*. <https://financesonline.com/number-of-active-gmail-users/>. Accessed: 2022-12-09.
- Glen, Stephanie (2023a). *Kruskal Wallis H Test: Definition, Examples, Assumptions, SPSS*. URL: <https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/statistics-definitions/kruskal-wallis/> (visited on 16th May 2023).
- (2023b). *Mann Whitney U Test: Definition, How to Run in SPSS*. URL: <https://www.statisticshowto.com/mann-whitney-u-test/> (visited on 16th May 2023).
- Hasbro (2021). *Scrabble*. URL: <https://scrabble.hasbro.com/en-us> (visited on 24th Feb. 2022).
- Hunicke, Robin and Vernell Chapman (Jan. 2004). ‘AI for dynamic difficulty adjustment in games’. In: *Challenges in game artificial intelligence AAAI workshop 2*.
- Kato, Hikari et al. (2015). ‘Comparative Study of Monte-Carlo Tree Search and Alpha-Beta Pruning in Amazons’. In: *ICT-EurAsia/CONFENIS*.
- MacUser (1986). *Alpha-Beta Soup*. URL: <https://archive.org/details/MacUser8601January1986/page/n107/mode/2up>.
- Maharaj, Shiva, Nick Polson and Alex Turk (2016). ‘Chess AI: Competing Paradigms for Machine Intelligence’. In: *Entropy* 24, p. 550. DOI: [https://mdpi-res.com/entropy/entropy-24-00550/article\\_deploy/entropy-24-00550.pdf?version=1649938140](https://mdpi-res.com/entropy/entropy-24-00550/article_deploy/entropy-24-00550.pdf?version=1649938140).
- Malone, Thomas W. (1981). ‘Toward a Theory of Intrinsically Motivating Instruction\*’. In: *Cognitive Science* 5.4, pp. 333–369. DOI: [https://doi.org/10.1207/s15516709cog0504\\_2](https://doi.org/10.1207/s15516709cog0504_2). eprint:

- 
- [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1207/s15516709cog0504\\_2](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1207/s15516709cog0504_2). URL: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1207/s15516709cog0504\\_2](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1207/s15516709cog0504_2).
- Millington, Ian (2019). *AI for Games*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- Mnih, V. et al. (2015). 'Human-level control through deep reinforcement learning'. In: *Nature* 518.7540, pp. 529–533.
- Neitz, Jonathan and Humbert Lima (1999). *Game Playing: Alpha - Beta Pruning*. URL: [https://users.cs.northwestern.edu/~agupta/\\_projects/ai\\_connect4/Connect4/Related/search.html#ab%5C%20efficiency](https://users.cs.northwestern.edu/~agupta/_projects/ai_connect4/Connect4/Related/search.html#ab%5C%20efficiency).
- Nicholson, Chris (2022). *A Beginner's Guide to Deep Reinforcement Learning*. <https://wiki.pathmind.com/deep-reinforcement-learning>. Accessed: 2022-12-12.
- Nielsen, Jakob (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann.
- Norman, Donald A. (2002). *The Design of Everyday Things*. [New York]: Basic Books.
- Puterman, M. L. (2014). *Markov Decision Processes: Discrete Stochastic Dynamic Programming*. John Wiley & Sons.
- Rabin, Steven (2015). *Game AI Pro 2: Collected Wisdom of Game AI Professionals*. USA: A. K. Peters, Ltd. ISBN: 1482254794.
- Reynolds, Pam (2017). 'The History of Words With Friends'. In: *The Spruce Crafts*.
- Rummery, G. A. and M. Niranjan (1994). *On-line Q-learning using connectionist systems*. Technical Report CUED/F-INFENG/TR 166. Cambridge University Engineering Department.
- Russell, Stuart J. and Peter Norvig (2021). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education Limited.
- Seijen, H. V. and R. S. Sutton (2009). 'Expected Sarsa in continuous time'. In: *Proceedings of the 26th Annual International Conference on Machine Learning (ICML)*. Montreal, Canada.
- Shah, Syed Abid and Mohammad Saleem (2021). 'Analyzing the EFL Teacher's Perception Towards Teaching Vocabulary Using Word Games Through a Qualitative Study'. In.
- Sutton, R. S. and A. G. Barto (2018). *Reinforcement Learning: An Introduction*. MIT Press.
- Tondello, Gustavo (Sept. 2016). 'An introduction to gamification in human-computer interaction'. In: *XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students* 23, pp. 15–17. DOI: 10.1145/2983457.
- Vang, Chineng (2022). 'The Impact of Dynamic Difficulty Adjustment on Player Experience in Video Games'. In.
- Watkins, C. J. C. H. and P. Dayan (1992). 'Learning from Delayed Rewards'. In: *Machine Learning* 8.3-4, pp. 279–292.
- Weber, Robert P (1990). *Basic Content Analysis*. Sage Publications.
- Wordfeud (2022). 'About Wordfeud'. In: URL: <https://wordfeud.com/about>.
- Wordle - *The New York Times* (n.d.). <https://www.nytimes.com/games/wordle/index.html>. Accessed on February 5, 2023.
- Yannakakis, Georgios N. and Julian Togelius (2018). *Artificial Intelligence and Games*. <http://gameaibook.org>. Springer.
- Zohaib, Mohammad (Nov. 2018). 'Dynamic Difficulty Adjustment (DDA) in Computer Games: A Review'. In: *Advances in Human-Computer Interaction 2018*, pp. 1–12. DOI: 10.1155/2018/5681652.
- Zynga (n.d.). *Words With Friends*. <https://www.zynga.com/games/words-friends>. Accessed: 2023-02-22.

---

## Appendix

---

## A Form of Consent

### **Are you interested in taking part in the research project "Multiplayer Wordle"**

This is an inquiry for you to participate in a research project where the purpose is to test an online word game. In this writing, we provide you with information about the goals of the project and what participation will entail for you.

#### **Purpose**

Multiplayer Wordle is an online word game developed in relation to a master's thesis. The game includes functionality to play online against each other and to play against an AI. The aim of the thesis is to investigate how to develop a game AI to maximize player's engagement and motivation and how different AI implementations compare to each other.

#### **Who is responsible for the research project?**

The Norwegian University of Science and Technology (NTNU) is responsible for the project.

#### **Why are you being asked to participate?**

There is no specific reason to why you are asked to participate other than to play against the game AI. No demographics and background information are used in the research as it is not relevant.

#### **What does it mean for you to participate?**

Participation in the user test includes a user test with questions before, during and after the test, and a short questionnaire. The total duration of the participation is expected to last approximately 45 minutes. The interview will be recorded for later transcription.

Participation in the online game test includes playing the game and optionally signing in with email. No interview will be conducted, but name and email are stored, will you choose to sign in.

#### **Participation is voluntary**

Participation in the project is voluntary. If you choose to participate, you may withdraw your consent at any time without giving any reason. All your personal data will then be deleted. There will be no negative consequences for you if you do not want to participate or later choose to withdraw.

#### **Your privacy – how we store and use your information**

We will only use your information for the purposes we have explained in this letter. We treat the information confidentially and in accordance with the privacy regulations. Only the project group and supervisor (see general information section below) will have access to the personal data. The personal data will be stored on a locked/encrypted server which is only accessible by the researcher and the data controller.

#### **What happens to your personal data when the research project ends?**

We state that the participant will not be recognizable in the publication. The project is scheduled to end by June 2023. After completion, all data will be anonymized.

#### **What gives us the right to process personal data about you?**

We process information about you based on your consent.

---

On behalf of NTNU, Sikt – the knowledge sector's service provider has assessed that the processing of personal data in this project complies with the privacy regulations.

### Your rights

As long as you can be identified in the data material, you have the right to:

- access to what information we process about you, and to receive a copy of the information
- to have information about you corrected that is incorrect or misleading;
- to have personal data about you erased
- to lodge a complaint with the Norwegian Data Protection Authority about the processing of your personal data

If you have any questions about the trial, or would like to know more about or exercise your rights, please contact:

- Main Supervisor at [boban.vesin@ntnu.no](mailto:boban.vesin@ntnu.no), +4748217455
- Co-supervisor at [michailg@ntnu.no](mailto:michailg@ntnu.no), +4773590731, IT-bygget, 103, Gløshaugen, Sem Sælands vei 9
- Ian-Angelo Roman Evangelista at [iaevange@stud.ntnu.no](mailto:iaevange@stud.ntnu.no) or Nikolai Roede Dokken at [nikolard@stud.ntnu.no](mailto:nikolard@stud.ntnu.no)
- Our Data Protection Officer (Personvernombud): Thomas Helgesen, [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no)

If you have any questions related to the assessment made by the privacy services from Sikt, please contact via:

- Email: [personvertjenester@sikt.no](mailto:personvertjenester@sikt.no) or phone: 73 98 40 40.

Sincerely,

Boban Vesin  
(Researcher/supervisor)

Ian-Angelo Roman Evangelista & Nikolai Roede Dokken  
(Students)

---

## Declaration of consent

I have received and understood information about the project *Multiplayer Wordle* and have had the opportunity to ask questions. I agree to:

- to participate in *a user test with written observations*
- to participate in *an online survey*
- to participate in *an online game test*

I consent to my data being processed until the project is completed

---

(Signed by project participant, date)



---

## B Interview Guide

# Interview Guide

**Capturing answers:** Answers will be captured through written notes and recording of audio. This ensures that no information is lost and can be retrieved if the notes are insufficient.

**Develop a rapport with the respondent:**

Ask questions that lead detailed answers: Questions will be open-ended rather than close-ended, and posed in such a manner that the interview subject provides detailed answers. The interviewer will have a set of questions to go through, but may ask follow up questions based on the answers given to either clarify or expand on the answer. Questions will be asked one by one.

**Examples of questions:**

- What do you expect of the X (difficulty) AI before playing?
- How intuitive did you find the application and gameplay?
- What did you think about the feedback in the game?
- What did you feel while playing?

**End the interview:** When all questions are exhausted, summarize the key points that the interviewer feels the respondent has provided. This gives the respondent a final chance to expand or clarify any points. Thank the respondents for their time and provide them with the interviewer's contact information.

---

## C Usability Test Question

All questions were asked in Norwegian during the usability tests. For this paper, all questions have been translated by the authors.

### Usability Test 1

#### Pre-Game Questions

After opening and reading the game rules:

1. How clear was the game rules?

#### Gameplay

Before playing Easy:

1. What do you expect before playing the easy difficulty mode?
2. How do you expect the game to unfold?

After playing a few moves against the Easy difficulty:

1. How well do you understand the game?
2. Now that you've played a few rounds, would you change or add anything to the game rules?

After playing Easy:

1. How difficult was the game relative to the selected difficulty?
2. How well did you feel that the AI opponent's score matched the selected difficulty?

Before playing Medium:

1. What do you expect before playing the easy difficulty mode?
2. How do you expect the game to unfold?

After playing Medium:

1. How difficult was the game relative to the selected difficulty?
2. How well did you feel that the AI opponent's score matched the selected difficulty?

#### Post-Game Questions

1. How did you find the gameplay experience? What did you feel while playing and why?
2. What improvements would you like to see to improve the gameplay experience?
3. How intuitive did you find the gameplay?

---

## Usability Test 2

### Pre-Game Questions

The user is given the option to have a rematch against Medium regardless if they won or not last time.

1. If opting to play again: Why do you want to play again?
2. If not: Why do you not want to play against Medium?

### Gameplay

After playing Medium:

1. For how long do you think you played against Medium?
2. What did you think of the feedback while playing?
3. Regardless of the result, how much did you enjoy playing?
4. How in control did you feel while playing?
5. How concentrated did you feel while playing? Did anything distract you?

Before playing Extreme (formerly Hard):

1. What do you expect before playing the Extreme difficulty mode?
2. How do you expect the game to unfold?

After playing Extreme (formerly Hard):

1. For how long do you think you played against Extreme?
2. What did you think of the feedback while playing?
3. Regardless of the result, how much did you enjoy playing?
4. How in control did you feel while playing?
5. How concentrated did you feel while playing? Did anything distract you?
6. How difficult was the game relative to the selected difficulty?
7. How well did you feel that the AI opponent's score matched the selected difficulty?
8. Were there any specific actions or behaviors of the AI opponent that you found particularly challenging or frustrating?
9. How predictable did the AI opponent behave?
10. How much challenge and fairness did the AI opponent provide you?
11. What changes or improvements to the AI opponent's behavior?

---

## Post-Game Questions

1. Can you describe your overall experience playing the game in your own words?
2. Can you describe how you felt while playing the game?
3. Were there any moments during the game when you felt like you were "in the zone" or particularly engaged or disengaged?
4. Were there any aspects of the game that made it difficult for you to stay focused or engaged?
5. How intuitive did you find the gameplay?
6. What improvements would you like to see to improve the gameplay experience?

## Usability Test 3

### Pre-Game Questions

The user is given the option to have a rematch against any chosen difficulty level except Hard.

1. If opting to play again: Why do you want to play again?
2. If not: Why do you not want to play again?

### Gameplay

After playing Hard:

1. For how long do you think you played against Hard?
2. What did you think of the feedback while playing?
3. Regardless of the result, how much did you enjoy playing?
4. How in control did you feel while playing?
5. How concentrated did you feel while playing? Did anything distract you?

Before playing Hard:

1. What do you expect before playing the Hard difficulty mode?
2. How do you expect the game to unfold?

After playing Hard:

1. For how long do you think you played against Hard?
2. What did you think of the feedback while playing?
3. Regardless of the result, how much did you enjoy playing?
4. How in control did you feel while playing?
5. How concentrated did you feel while playing? Did anything distract you?
6. How difficult was the game relative to the selected difficulty?
7. How well did you feel that the AI opponent's score matched the selected difficulty?

- 
8. Were there any specific actions or behaviors of the AI opponent that you found particularly challenging or frustrating?
  9. How predictable did the AI opponent behave?
  10. How much challenge and fairness did the AI opponent provide you?
  11. What changes or improvements to the AI opponent's behavior?

**Post-Game Questions**

1. Can you describe your overall experience playing the game in your own words?
2. Can you describe how you felt while playing the game?
3. Were there any moments during the game when you felt like you were "in the zone" or particularly engaged or disengaged?
4. Were there any aspects of the game that made it difficult for you to stay focused or engaged?
5. How intuitive did you find the gameplay?
6. What improvements would you like to see to improve the gameplay experience?

---

## D System Usability Test



### **Master's Thesis - System Usability Scale (SUS) Testing**

**I think that I would like to use this system frequently**

**I found the system unnecessarily complex**

**I thought the system was easy to use**

**I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system**

**I found the various functions in this system were well integrated**

**I thought there was too much inconsistency in this system**

**I would imagine that most people would learn to use this system very quickly**

**I found the system very cumbersome (slow or complicated) to use**

**I felt very confident using the system**

**I needed to learn a lot of things before I could get going with this system**

---

## E Usability Test 1

### Participant 01

- I:** Hei, og velkommen. Takk for at du ville delta på vår brukertest. I dag skal du få teste spillet vi har laget. Du kan begynne med å besøke nettsiden jeg sender deg i chatten, og så ønsker vi at du deler skjerm med oss underveis. Før du begynner tenkte vi at du skulle få lese gjennom spillreglene for å få en bedre forståelse av spillet. Du kan starte når du vil, så skal jeg stille deg noen spørsmål når du er ferdig å lese gjennom.
- I:** Var det noe du synes var uklart i spillreglene, og i så fall hva?
- P01:** Jeg blir først litt forvirra av navnet "Wordle" fordi jeg har spilt en del wordle, så jeg blir litt opphengt i de reglene i utgangspunktet. Jeg tolker det sånn at du og motstanderern får samme bokstaver, og du plasserer det et random sted på brettet ditt, og så er det om å gjøre å lage ord ut av dem. Du får poeng ut i fra hvor lange ord du klarer å lage. Det som er litt uklart for meg er hvordan spillet avsluttes.
- I:** Den er grei, det er notert. For å forklare så fungerer spillet ved at spiller A begynner med å velge og plassere en bokstav i sitt eget grid. Spiller B må deretter plassere samme bokstav som A har valgt før spiller B kan velge og plassere sin egen bokstav. Denne bokstaven må spiller A så plassere et sted i sitt grid før den kan velge en ny.
- P01:** Ja, okei. Jeg skjønnte ikke det at man faktisk velger bokstav selv, men jeg ser nå at det står i reglene.
- I:** Nå som du forhåpentligvis forstår reglene skal du snart få spille et par trekk mot den lette motstanderen vår, men før du begynner lurer vi på hva du forventer før du skal spille mot lett vanskelighetsgrad?
- P01:** Ut i fra hvordan jeg har lest spillreglene så gjetter jeg at det ikke er noen forskjell, men min umiddelbare tanke var at det er forskjellig størrelse på brettet, men i og med at det sto at det er 5x5 brett, så tipper jeg at alle er like store. Men "easy" ja, da vil jeg tippe at AIen er litt dummere.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P01:** Forventer kanskje at jeg skal vinne og at AIen gjør åpenbare feil. Også forventer jeg også at man ikke skal trenge å vente siden man spiller mot en AI.
- I:** Okei, takk. Da skal du få spille noen trekk mot AIen slik at du får et inntrykk av gangen i spillet.
- P01:** Ja okei. Åja, AIen begynte, det ville jeg kanskje fått beskjed om, hvem som starter spillet.
- I:** Nå som du har spilt noen trekk mot lett vanskelighetsgrad, fant du noe mens du spilte som du følte ikke stemte overens med spillreglene du har lest? I så fall hva da?
- P01:** Det er ikke nødvendigvis akkurat med reglene, men da spillet startet, ville jeg gjerne få beskjed om hvem som startet, og når jeg først fikk et ord, ville jeg kanskje fått en eller annen litt mer tydelig beskjed at det poppet opp et ord annet enn at det bare ble lagt til i ordlisten min. Det var egentlig ikke noe konkret på reglene.
- I:** Ok, da kan du starte spillet på nytt, og spille et fullt spill mot lett vanskelighetsgrad, så skal du få noen flere spørsmål av meg når du er ferdig.
- I:** Bra jobba! La meg bare notere ned resultatet ditt før vi går videre. Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Lett"?
- P01:** Utføringmessig er det like vanskelig, antar jeg hvertfall, uansett hvilket nivå man har valgt er det jo like mye å tenke på for ens egen del. Jeg synes ikke jeg gjorde det så veldig bra, men AIen gjorde det jo veldig mye dårligere. Jeg synes egentlig at vanskelighetsnivået var rettferdig.

- 
- I:** Den er grei. I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P01:** Jeg synes den i stor grad passer valgt vanskelighetsgrad.
- I:** Takk skal du ha, da skal du snart få spille mot medium vanskelighetsgrad, men først noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot medium vanskelighetsgrad?
- P01:** Jeg forventer litt bedre nivå på AIen, men forventer egentlig fortsatt å vinne. Poengmessig så ville jeg kanskje gjettet at AI får rundt 30 poeng.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P01:** Vil gjette på samme måte som sist egentlig. Men jeg vet ikke om AIen er snillere med måten den velger bokstaver på eller om det er alltid er helt tilfeldig.
- I:** Takk skal du ha. Da er det bare å sette i gang, så får du flere spørsmål når du er ferdig med spillet.
- I:** Bra spilt! La meg notere resultatet ditt igjen før vi går videre. Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Medium"?
- P01:** For min del synes jeg det var ganske likt selv om jeg fikk litt flere poeng enn sist, men AIen fikk en del mer poeng enn sist.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P01:** Jeg føler fortsatt at den passer vanskelighetsgraden godt.
- I:** Avslutningsvis ønsker vi å stille deg noen mer generelle spørsmål. Hva synes du om spillopplevelsen?
- P01:** Jeg synes det var gøy, morsomt konsept. Dette er noe jeg føler folk kan bli lett hekta på. Som sagt litt små detaljer som hvem som starter. Hadde kanskje vært gøy om det bytta på hvem som startet, siden AIen har startet alle gangene jeg har spilt.
- I:** Hvilke forbedringer ville du likt å se for å forbedre spillopplevelsen?
- P01:** Bare små detaljer, siden det overordnede er veldig bra. På spillreglene kunne kanskje det viktigste kommet litt tydeligere frem, feks at spiller A velger bokstav selv. Gjøre det tydeligere hvordan spillet avsluttes
- I:** Hvor intuitivt synes du det var å spille?
- P01:** Med unntak av de små detaljene på spillreglene, synes jeg nettsiden i seg selv er veldig intuitiv. Det er ikke noe vanskelig å vite hvor man skal trykke.
- I:** Var det lett å vite hva du skulle gjøre i selve spillet også?
- P01:** Ja, men som sagt kunne jeg kanskje fått litt tydeligere beskjed om hva som skulle gjøres når det var min tur.
- I:** Supert, takk for hjelpen. Det var det vi hadde av spørsmål. Takk skal du ha!



---

## Participant 02

- I:** Hei, og velkommen. Takk for at du ville delta på vår brukertest. Her har du lenken til spillet vårt, som vi ønsker at du åpner, og så vil vi at du deler skjerm. Du velger selv om du vil logge inn eller ikke. I dag skal du få spille mot forskjellige vanskelighetsgrader, men før du begynner tenkte vi at du skulle få lese gjennom spillreglene for å få en bedre forståelse av spillet. Du kan starte når du vil, så skal jeg stille deg noen spørsmål når du er ferdig å lese gjennom.
- I:** Var det noe du synes var uklart i spillreglene, og i så fall hva?
- P02:** Nei, synes ikke det. Jeg tipper det meste blir selvforklarende etter hvert. Det står ingenting om hvordan man velger bokstav, men det tipper jeg vil vise seg når jeg starter å spille.
- I:** Ja, det får vi håpe. Du skal straks få spille et par trekk mot easy, men før det har jeg et par spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot vanskelighetsgraden easy?
- P02:** Da forventer jeg at det er mulig å slå den, at det ikke er for vanskelig, enkelt og greit. Nå vet ikke jeg helt hvordan spillet fungerer, men ofte hvis man spiller mot easy i andre spill så har man et enklere utvalgt eller noe sånt, men jeg tipper at det her bare er AIen som er enklere.
- I:** Okei, neste spørsmål. Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P02:** Jeg tipper det blir seier til meg. Ikke helt sikker på hva du er ute etter når du sier utfolder seg.
- I:** Skjønner. Da skal du få spille et par trekk mot easy for å få et innblikk i hvordan spillet fungerer.
- P02:** Okei, det står ikke hva jeg skal gjøre, men jeg tipper det er min tur.
- I:** Okei, da stopper jeg deg der. Etter å ha spilt noen trekk mot easy, skjønner du hvordan spillet fungerer?
- P02:** Ja, nå skjønner jeg hvordan det fungerer.
- I:** Fant du noe mens du spilte som du følte ikke stemte overens med spillreglene du har lest? I så fall hva da?
- P02:** Ikke i spillreglene, men når AIen har gjort et trekk står det tydelig at AIen har gjort et trekk, men når det er min tur er det bare et tastatur, uten at det står hva jeg skal gjøre.
- I:** Ok, da kan du starte spillet på nytt, og spille et fullt spill mot lett vanskelighetsgrad. Så skal du få noen spørsmål når du er ferdig.
- I:** Bra spilt, da noterer jeg meg ned antall ord og poeng du har fått. Hvor vanskelig synes du spillet var relativt til den valgte vanskelighetsgraden "Lett"?
- P02:** Det er kanskje i ettertid du merker det da, men med mindre du følger med på scoren underveis, så da vil jeg jo si at den var "easy". Siden jeg klarte å slå den med mer enn 4 ganger så mange poeng. Enten så var den "easy", eller så var jeg veldig god, vanskelig å si.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P02:** Jeg føler scoren gjenspeiler vanskelighetsgraden, også ga den meg ikke noen vanskelige bokstaver heller, som også gjenspeiler vanskelighetsgraden.
- I:** Takk skal du ha, da skal du snart få spille mot medium vanskelighetsgrad, men først noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot medium vanskelighetsgrad?
- P02:** Da forventer jeg at den skal være veldig jevn, at den matcher scoren min bedre, og at den gir meg litt flere vanskelige bokstaver så jeg må holde tunga mer rett i munnen. Jeg forventer også at det er mulig å slå den.

- 
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P02:** Jeg tipper den får et par poeng mot slutten, at den går litt sakte, men når den begynner å få på de siste bokstavene så får den høyere score. At det blir litt falsk trygghet, fordi det ser ut som du gjør det bra, men så tar den deg igjen.
- I:** Takk for tilbakemeldingene, da skal du få spille et fullt spill mot medium før du får flere spørsmål.
- I:** Gratulerer med seieren! Det var en knepen seier. La meg bare raskt telle antall ord du fikk og poeng. Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Medium"?
- P02:** Det var bra, synes ikke jeg spilte like bra som i sted, med mye 3-poengsord. Men det stemmer at jeg slår den med litt flaks, og at den er mye jevnere. Hvis du ikke følger med får du ingenting gratis.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P02:** Jeg føler den stemmer godt overens med den valgte vanskelighetsgraden.
- I:** Avslutningsvis ønsker vi å stille deg noen mer generelle spørsmål. Hva følte du mens du spilte og hvorfor?
- P02:** Jeg følte vinnerlyst. Jeg fulgte ikke så nøye med på scoren, så jeg følte mer at jeg spilte mot meg selv og ble sur hvis jeg plasserte bokstaver dårlig eller så at det kom til å bli vanskelig å få gode ord. Jeg følte jeg fikk konkuransseinstinkt. Jeg hater jo å tape så var nok derfor jeg følte det.
- I:** Hvilke forbedringer ville du likt å se for å forbedre spillopplevelsen?
- P02:** Kunne vært enda mer konfetti når jeg vinner, for å styrke følelsen av at jeg er god. Jeg synes ellers det er veldig bra. Liker godt at det er QWERTY layout på tastaturet på skjermen. Her hadde andre lett valgt ABC-layout. Jeg liker at man ser bokstaven når man hovrer over en rute på brettet. Det er bra at listene har annenhver farge. Nå er de gyldige ordene sortert alfabetisk, men noe jeg la merke til var at jeg ikke visste hvor i listen ordet ville dukke opp når jeg fikk det. Jeg måtte lete litt etter nye ord i listen over godkjente ord. Det kunne for eksempel vært greit at nye ord kom inn på bunnen eller toppen, men at de var sortert når spillet er ferdig. Og en ting til! Kanskje en animasjon når du får ordet, på selve gridet. Slik at når du har GON og legger på en E, så popper ordet frem på brettet eller får farger eller noe slikt.
- I:** Takk! Siste spørsmål. Hvor intuitivt synes du det var å spille? Føler du at all informasjonen du trengte var tilgjengelig der du forventet å finne den?
- P02:** Ja det synes jeg! Eneste jeg la merke til var at jeg mått zoome litt ut for å se alt, men det tror jeg kommer av at jeg har en litt spesiell skjerm, som gjør at innholdet blir veldig lite.
- I:** Supert, det var alt vi trengte denne gangen!

---

## Participant 03

- I:** Hei, takk for at du ville delta på vår brukertest. Jeg sender deg en lenke som vi ønsker at du åpner, og så håper vi du kan dele skjerm. Du kan starte med å logge inn og så kan du åpne og lese spillreglene, så skal jeg stille deg noen spørsmål når du er ferdig.
- I:** Var det noe du synes var uklart i spillreglene, og i så fall hva?
- P03:** Jeg tenker kanskje at figuren kunne vært mer oversiktlig, siden det var litt vanskelig å forstå nummereringen. Selve illustrasjonene var veldig gode, men det var litt vanskelig å forstå hvordan teksten hang sammen med dem. Jeg likte også veldig godt delen om scoring og exceptions. Scoring kunne kanskje vært til slutt, i med at det er den minst viktige infoen. Ellers var det godt språk og jeg føler jeg har fått med meg hva jeg skal gjøre.
- I:** Supert! Gode tilbakemeldinger. Det neste du kan gjøre er å trykke deg ut og spille mot A1en. Før du begynner har jeg noen spørsmål til deg før du begynner mot "easy".Hva forventer du før du skal spille mot lett vanskelighetsgrad?
- P03:** Når jeg spiller mot "easy" vil jeg forvente at jeg klarer å vinne over den, og at jeg er bedre på å danne ord enn det den er. Skal jeg spille mot easy er det fordi det skal gå kjapt uten å være veldig utfordrende. Jeg ønsker likevel litt motstand, men dette vil jeg heller ha mer av mot medium og eventuelt hard.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P03:** Jeg håper at den gir meg litt konkurranse, men at jeg legger de beste ordene uten at jeg har for mye erfaring med å spille spillet.
- I:** Den er grei. Derfor skal du nå få spille et par trekk slik at du får et innblikk i hvordan spillet fungerer.
- I:** Nå som du har spilt noen trekk mot lett vanskelighetsgrad, forstår du hvordan spillet fungerer?
- P03:** Jeg trodde du bare kunne få hver bokstav en gang, men det var spennende at man kan få dem flere ganger. Jeg føler jeg skjønner at man bytter på å legge en bokstav. Også vil jeg anta at A1en også legger sine trekk uten at jeg ser det. Jeg er litt usikker på at A1en har 0 poeng, mens jeg har 6.
- I:** Fant du noe mens du spilte som du følte ikke stemte overens med spillreglene du har lest? I så fall hva da?
- P03:** Jeg ser nå at jeg kanskje tok litt skade av å lese for fort gjennom spillreglene, men jeg ville kanskje nevnt litt tydeligere i spillfiguren at man ikke kan se hverandres brett.
- I:** Ok, da kan du starte spillet på nytt, og spille et fullt spill mot lett vanskelighetsgrad.
- I:** Gratulerer! Før vi går viderer noterer jeg ned antall ord du har fått og poengene dine. Okei, så et spørsmål. Hvor vanskelig synes du spillet var relativt til den valgte vanskelighetsgraden "Lett"?
- P03:** Det var litt vanskelig å vite underveis hvor godt jeg lå an, helt til jeg oppdaget scoren nederst i venstre hjørne. Spillet er litt utfordrende fordi det bare er mulig å lage 5-bokstavs ord. Det at jeg lå først hele veien er en god indikator, i tillegg klarte jeg litt å gjette meg frem til hvilke bokstaver den kom til å velge, som gjorde at jeg kunne få to ti-poengs ord relativt kjapt. Jeg synes spillet i seg selv var veldig greit, og det var et godt samsvar med det jeg tenkte at easy kom til å være.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P03:** Jeg vil si at scoren matcher vanskelighetsgraden i stor grad, kunne sikkert vært litt høyere og, men jeg synes 25 poeng virker helt riktig, selv om det er første gang jeg spiller spillet.

- 
- I:** Etter å spilt et fullt spill, er det noe du føler vi må endre eller fjerne eller legge til i spillreglene?
- P03:** Når vi så på reglene og så at det var to grids, synes jeg det var kurant, men det handler om hvordan man presenterer spillreglene i "gameplay" avsnittet. Vill kanskje prøvd å redesigne illustrasjonen, så man skjønner at det er snakk om to forskjellige grid. Selve spillet synes jeg var veldig greit, jeg prøvde jo også å trykke feil for å fremprovosere en feil, men klarte ikke det. Kanskje det også hadde vært mulig å ha en oversikt som viser antall ord og skiller på 3, 4 og 5-bokstavs ord.
- I:** Ja, det er gode tilbakemeldinger. Da skal du snart få spille mot medium vanskelighetsgrad, men først noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot medium vanskelighetsgrad?
- P03:** Nå kan jeg jo følge med på poengscoren underveis, men jeg tenker at medium vil følge meg ganske godt i poengscore hele veien. Jeg vil si jeg er ganske rookie fortsatt, så jeg vil tro at medium er noe som jeg kommer til å få mer konkurranse mot. Det kommer sikkert til å vise seg ved at poengscoren vår kommer til å være ganske lik underveis, kanskje den slår meg til og med. Den burde hvertfall ha større sjanse til å slå meg, hvertfall hvis jeg gjør en feil underveis.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P03:** Jeg tenker at scorene kommer til å være like, det kommer til å avgjøres av hvem som klarer å legge 10 poengs ord, og det blir kanskje en større utfordring å legge bra ord siden jeg sikkert får vanskeligere bokstaver. Ja, det er det jeg forventer.
- I:** Ja, bra. Da har jeg ikke flere spørsmål nå, så da er det bare å starte spillet.
- I:** Ja, desverre ble det tap, men bra spilt! Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Medium"?
- P03:** Først og fremst er jeg veldig sikker på at ordet "Croat" er ord i ordboken. Ellers tenker jeg at vanskelighetsgraden er akkurat slik jeg forventet at den skulle være. Jeg forventet at scoren skulle være jevnere, vi byttet litt på å lede, så ja.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P03:** Jeg synes den i stor grad reflekterte den valgte vanskelighetsgraden. Det ser ut som scoren omtrent doblet seg fra easy, så da kan jeg vel forvente at "hard" får rundt 75 poeng.
- I:** Avslutningsvis ønsker vi å stille deg noen mer generelle spørsmål.Hva følte du mens du spilte og hvorfor?
- P03:** Jeg følte på mestring underveis, at jeg fikk lagt ganske gode ord. Jeg følte det fordi jeg la gode ord, og fikk lagt bokstaver slik at jeg senere kunne bruke dem selv om jeg fikk vanskelige bokstaver fra AIen. Jeg hadde en bedre strategi enn jeg hadde første gang mot easy. Jeg følte på mer konkurranse, siden medium var såpass mye bedre enn easy, så ble det mye mer frem og tilbake. Det var jo konkurranse hele veien, og det er ekstra spennende når man kan se scoren underveis.
- I:** Hvilke forbedringer ville du likt å se for å forbedre spillopplevelsen?
- P03:** Statistikk hadde vært kult, men det er jo mer i etterkant av selve spillet. Man kunne sett antall 3 og 4 poengs ord, eller deg mot AIen. Ellers tenker jeg ikke at det er så mye mer. På listen over gyldige ord, var det litt vanskelig å vite at man kunne scrolle. Man kunne også hatt en logg over tidligere spill.
- I:** Ja, godt forslag med statistikk. Aller siste spørsmål. Hvor intuitivt synes du det var å spille?
-

---

**P03:** En ting jeg likte godt var at du kunne åpne spillreglene når som helst underveis i spillet. Jeg synes det var litt vanskelig at lukke-knappen til spillreglene var nede i høyre hjørne i stedet for en x som man kan trykke på øverst i hjørnet. Jeg tror også som sagt at spillfiguren i spillreglene kunne vært gjort på en annen måte, kanskje en step by step guide hadde gitt mer innsikt. Annet enn det, synes jeg det var veldig greit.

**I:** Supert! Det var alt vi lurte på. Takk ska du ha!

---

## Participant 04

- I:** Hei, og velkommen. Takk for at du ville delta på vår brukertest. Du kan starte med å besøke lenken jeg sender deg nå, også ønsker jeg at du deler skjerm. Aller først kan du starte med å logge inn og så kommer du til å få en del spørsmål underveis. Du kan begynne med å lese gjennom spillreglene før vi går videre. Du kan starte når du vil, så skal jeg stille deg noen spørsmål når du er ferdig å lese gjennom.
- I:** Var det noe du synes var uklart i spillreglene, og i så fall hva?
- P04:** Jeg tror jeg skjønner det meste. Det eneste jeg kanskje kunne leste igjen er nederst her ved exceptions. Ellers er det ganske greit i hodet mitt.
- I:** Ja, det finner vi snart ut. Nå skal du få spille et par trekk mot den lette motstanderen vår, men før du begynner lurer vi på hva du forventer før du skal spille mot lett vanskelighetsgrad?
- P04:** Jeg forventer kanskje at jeg kommer til å kunne lage lengre ord enn AIen. At den lager litt kortere ord.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P04:** Jeg vet egentlig ikke helt. Det er litt vanskelig å vite før jeg har prøvd spillet.
- I:** Da skal du få gjøre noen par trekk mot easy og så stopper jeg deg når det er på tide med noen flere spørsmål.
- I:** Nå som du har spilt noen trekk mot lett vanskelighetsgrad, forstår du hvordan spillet fungerer?
- P04:** Ja, hvertfall etter første runde følte jeg at jeg forsto gangen i spillet.
- I:** Fant du noe mens du spilte som du følte ikke stemte overens med spillreglene du har lest? I så fall hva da?
- P04:** Jeg synes spillreglene forklarte spillet veldig godt. Det eneste jeg måtte lese to ganger var den nederste delen i reglene som forklarte unntak rundt det å lage ord. Jeg synes alt var veldig intuitivt når jeg startet spillet. Jeg prøvde først å dra bokstaven ut på brettet, men skjønnte raskt at jeg bare kunne trykke.
- I:** Ok, da kan du starte spillet på nytt, og spille et fullt spill mot lett vanskelighetsgrad.
- I:** Bra spilt, la meg bare skrive ned resultatene dine før vi går videre. Ok, hvor vanskelig synes du spillet var relativt til den valgte vanskelighetsgraden "Lett"?
- P04:** Med tanke på at det var den første ordentlige runden min, så synes jeg det var ganske passende. Jeg sitter igjen med mange tanker om hvordan jeg kan bli bedre til neste runde, så jeg synes det virket som et passe styrkenivå.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P04:** Jeg føler den i veldig stor grad reflekterer vanskelighetsgraden.
- I:** Takk skal du ha, da skal du snart få spille mot medium vanskelighetsgrad, men noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot medium vanskelighetsgrad?
- P04:** Det kommer nok til å være en del jevnere med tanke på poeng og ord. Jevnere score rett og slett.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P04:** Det kan hende AIen uttenker meg litt på noen ord, at den ser noen muligheter som jeg ikke hadde tenkt over, og at den begynner å bli litt smartere.
- I:** Okei, da skal du få lov til å begynne å spille.

- 
- I:** Ai ai ai. Det var nesten. Da skal jeg skrive ned litt resultater igjen. Sånn. Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Medium"?
- P04:** Det var hvertfall vanskeligere enn easy, men i forhold til at jeg er på mitt andre game, så er jeg fortsatt på det stadiet der jeg prøver litt, og ser ann hva som fungerer, og hva som er en bra strategi. Det er vanskelig å si, når jeg fortsatt er i det stadiet, men jeg føler det er en rikit styrke, med tanke på at det er tre nivåer. Hvis du klarer å slå easy så må man jo hvertfall få litt motstand på medium, så ja, det gir mening.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P04:** Jeg føler fortsatt den i stor grad matcher valgt vanskelighetsgrad.
- I:** Da kommer det noen mer generelle spørsmål. Hva synes du om spillopplevelsen?
- P04:** Det minner meg litt om wordle, veldig simpel og bra hjernetrim. Litt som å løse sudoku.
- I:** Hva følte du mens du spilte og hvorfor?
- P04:** Jeg føler meg veldig engasjert i de to korte rundene jeg har spilt. Det er så lett å komme i gang. Det er ikke noe oppsett, du er i gang med en gang og må prøve komme opp med gode ord. Og det er jo en thrill å klare å komme opp med et ord som er fem bokstaver langt, og kanskje går gjennom andre ord. Det er veldig godt å se 10-poengeren poppe opp. Det er også veldig deilig å se ord man ikke er helt sikre på bli godkjent som ord.
- I:** Hvilke forbedringer ville du likt å se for å forbedre spillopplevelsen?
- P04:** Jeg liker veldig godt den simplistiske stilen i forhold til det spillet er. Det er jo litt thrill eller dopamin når ord popper opp, så man kunne kanskje utnyttet det litt og fremhevet det slik at man får enda mer dopamin når man oppretter ord.
- I:** Hvor intuitivt synes du det var å spille? Fant du den informasjonen du var ute etter?
- P04:** Det var veldig intuitivt. Da jeg startet skjønte jeg med en gang hvordan jeg spiller. Nå har jeg bare spilt to spill, men jeg fant alt der jeg forventet å finne det. Jeg prøver å tenke på om det burde stått noe mer i spillreglene, men jeg vet ikke hva det skulle vært. Det er jo et type spill som er veldig rett på sak. Hvis du ikke forstår det når du starter, så forstår du det hvertfall når du er ferdig å spille. Så på ditt neste spill vil du hvertfall skjønte greia.
- I:** Nice, da er vi egentlig ferdig. Tusen takk for hjelpen!

---

## Participant 05

- I:** Hei, og velkommen. Takk for at du ville delta på vår brukertest. Vi har laget et ordspill som vi ønsker at du skal teste. Først kan du åpne denne lenken jeg sender deg nå, og dele skjerm. Først og fremst kan du logge inn. Nå kan du få lese gjennom spillreglene for å få en bedre forståelse av spillet. Du kan starte når du vil, så skal jeg stille deg noen spørsmål når du er ferdig å lese gjennom.
- P05:** Okei, så hvis jeg forstå det rett, skal jeg sette en bokstav et tilfeldig sted hvis jeg er spiller A, også vil motstanderen også være nødt til å plassere denne bokstaven i sitt brett. Og så er det motstanderen sin tur til å velge en bokstav først. Og så vil jeg gjøre det samme på mitt brett. Og sånn går det frem og tilbake. Så ser jeg at det er forskjellige poeng avhengig av hvor langt ordet er. Og hvis ord inneholder andre ord, er det kun det lengste ordet man får poeng for.
- I:** Du svarte egentlig på spørsmålet jeg hadde til deg, som var om det var noe du synes var uklart i spillreglene?
- P05:** Nei, ikke egentlig. Det hadde kanskje vært fint med illustrasjoner til disse unntakene nederst i spillreglene. Illustrasjonene over var veldig fine.
- I:** Den er grei, da kan du trykke deg ut og så skal du etterhvert få lov til å spille et par trekk mot den lette motstanderen vår, men før du begynner lurer vi på hva du forventer før du skal spille mot lett vanskelighetsgrad?
- P05:** Først og fremst må jeg finne ut hvordan spillet fungerer. Jeg forventer ikke at AIen setter feller for meg ved å velge rare bokstaver som x,y,z. Også forventer jeg at den kommer til å gå for veldig lette ord, altså 3-bokstavs ord. Det er hvertfall mine forventninger.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P05:** Det er et godt spørsmål. Jeg tror det kommer til å være relativt likt, at easy kommer til å fungere som en læringsplattform for meg hvor jeg ser hvordan jeg spiller og hvordan den spiller, for så å bygge en strategi basert på det. Jeg tror ikke det kommer til å være noen konkurranse i den hvertfall, jeg tror det kommer til å bli barnemat.
- I:** Den er grei, da skal du få spille et par trekk.
- P05:** Okei, da ser jeg at AIen har gjort første trekk og valgt en bokstav. Da må jeg først plassere denne et sted i mitt eget grid, og så får jeg sannsynligvis velge min egen bokstav etter det. Ja, det gjør jeg. Da velger jeg en A siden den kan brukes mange steder. Så har AIen gjort sine trekk igjen og det er min tur til å svare på AIens trekk ved å plassere bokstaven den har valgt. Den passer ikke inn i planen min for øyeblikket så jeg setter den litt unna resten av bokstavene mine.
- I:** Okei, jeg stopper deg der. Jeg ser og hører at du har forstått spillreglene, så jeg skal la deg starte spillet på nytt med blanke ark, og så skal jeg stille deg noen spørsmål når du er ferdig.
- I:** Bra spilt, du vant ganske komfortabelt.
- P05:** Ja, det var gøy, man må jo begynne å planlegge hvilke ord man skal legge. Jeg fant også ut at man kan prøve å force hvilke bokstaver man får av AIen, det var litt gøy å få til.
- I:** Ja, bra. La meg skrive ned resultatet ditt før vi går videre. Hvor vanskelig synes du spillet var relativt til den valgte vanskelighetsgraden "Lett"?
- P05:** Jeg tror hovedproblemet er at det er sjelden jeg tenker på engelske ord. Men når jeg først hadde det og man så bokstavene så ble det mye lettere. Men det var ikke alt for vanskelig, for AIen var veldig snill med de bokstavene den ga deg. Også ser jeg jo at den kunne bygd opp ord på en smartere måte.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?



- 
- P05:** I stor grad, men det blir spennende å se hvordan vanskelighetsgraden endrer seg med tanke på hvilke bokstaver den gir meg også. En ting er om den klarer å bruke bokstavene sine til å lage gode ord, men det blir spennende å se om den også klarer å med vilje gi meg vanskelige bokstaver for å gjøre det vanskeligere for meg.
- I:** Etter å ha spilt et helt spill mot easy, er det noe du ville endret eller lagt til i spillreglene?
- P05:** Nei, jeg synes spillreglene er gode for å holde det enkelt, men man kunne jo implementert muligheten for å lage ord diagonalt. Jeg ville også hatt muligheten til at ord markeres i gridet når man lager ord.
- I:** Takk skal du ha, da skal du snart få spille mot medium vanskelighetsgrad, men noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot medium vanskelighetsgrad?
- P05:** Jeg forventer nok at det kommer til å være mer taktisk i måten den setter bokstavene sine. Jeg tror ikke det kommer til å være så stor forskjell i bokstavene jeg kommer til å få, men det vil få litt flere lengre ord.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P05:** Jeg tror det hovedsaklig går på mine evner på å bruke bokstavene jeg får.
- I:** Da er det bare å sette i gang, lykke til!
- I:** Gratulerer! La meg samle inn resultater før vi går videre. Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Medium"?
- P05:** Jeg synes egentlig det var helt perfekt nivå. Jeg fikk bokstaver jeg kunne jobbe med, men den kastet også inn curve-balls med en z og litt u'er og sånt. Det vanskeligste var å huske ord og hvordan man skal bygge dem.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P05:** I stor grad. Scoren er ganske midt på treet, som gir mening for medium. Med tanke på at 100 er max score så er 50 faktisk midt på.
- I:** Avslutningsvis ønsker vi å stille deg noen mer generelle spørsmål. Hva følte du mens du spilte og hvorfor?
- P05:** Jeg følte for det meste frustrasjon for at jeg ikke klarte å huske engelske ord, men når jeg først klarte å lage ord fikk jeg momentan glede før det var på'n igjen med å bygge neste ord. Det var gøy når man plasserte en bokstav og så at det dukket opp 2-3 nye ord i ordlisten.
- I:** Hvilke forbedringer ville du likt å se for å forbedre spillopplevelsen?
- P05:** Litt samme som mitt tidligere svar, litt mer feedback til brukeren når man lager ord også videre. Annet enn det synes jeg det var bra nivå, bra spill gjennom hele. Jeg ville ikke gitt noen hint, så det er egentlig ganske bra. Kanskje man kunne implementert en annen dimensjon. Jeg merket at jeg ville bygge ord oppover også. Det var veldig fett.
- I:** Hvor intuitivt synes du det var å spille?
- P05:** Jeg ble litt sjokkert på starten, da jeg ble møtt med at AIen har valgt en bokstav. Fra spillreglene forventet jeg at jeg skulle starte, men så ble jeg møtt med at AI alt hadde valgt en bokstav. Det tok meg litt tid å skjønne. Kunne vært lurt å gi en tydeligere beskjed eller alltid la spilleren starte med å bestemme bokstav.
- P05:** Supert, da er vi ferdige for denne gang. Takk skal du ha for tiden din!
-

---

## Participant 06

- I:** Hei, og velkommen. Her har du en link til spillet vårt som du kan åpne og så ønsker vi at du deler skjerm. Du kan få starte med å logge inn, og så skal du få lese gjennom spillreglene. Du kan starte når du vil, så skal jeg stille deg noen spørsmål når du er ferdig å lese gjennom.
- I:** Var det noe du synes var uklart i spillreglene, og i så fall hva?
- P06:** Det var bra med forklaringene nederst, men det kunne kanskje vært en illustrasjon som forklarer unntakene. Ellers skjønnte jeg reglene greit. Vi tar annenthvert trekk, og vi kan ikke se hverandres grid. Vi spiller helt til begge gridene er fulle.
- I:** Da skal du få spille et fullt spill mot easy, men først kan du få starte et spill bare for å teste noen par trekk, så du blir kjent med spillet.
- P06:** Okei. Har det noe å si for meg senere hvilken bokstav jeg velger?
- I:** Ja, du må selv plassere den bokstaven du velger, så det kan være en fordel å ikke gjøre det for vanskelig for seg selv.
- P06:** Okei da skjønner jeg reglene.
- I:** Greit, da skal du få spille et helt spill, men først lurer jeg på hva du forventer før du skal spille mot lett vanskelighetsgrad?
- P06:** Jeg forventer at den jeg spiller mot skal være litt naiv, og gjøre litt dumme utaktiske trekk. Kanskje at den bare fokuserer på seg selv uten å forsøke å sette meg i en dårlig posisjon med de bokstavene den gir meg.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P06:** Godt spørsmål, jeg forventer at det blir en del muligheter og ord for min del, med tanke på at det kommer en del enkle bokstaver og at det sann sett blir en del muligheter.
- I:** Fant du noe mens du spilte som du følte ikke stemte overens med spillreglene du har lest? I så fall hva da?
- P06:** Jeg slet jo litt med å forstå at hvis jeg velger en bokstav så må jeg også plassere den bokstaven i mitt eget grid. Så jeg skjønnte ikke helt forløpet i spillet. Jeg trodde først at AIen bestemte en bokstav som jeg måtte bruke, men jeg skjønnte ikke at man også må bruke den bokstaven man velger selv.
- I:** Ok, da kan du starte spillet på nytt, og spille et fullt spill mot lett vanskelighetsgrad.
- I:** Bra spilt, grattis! La meg samle inn litt resultater her før vi går videre. Okei, hvor vanskelig synes du spillet var relativt til den valgte vanskelighetsgraden "Lett"?
- P06:** Det er litt vanskelig å si, men det kom relativt mange bokstaver som var lette å plassere. Jeg følte ikke jeg ble puttet i mange vanskelige situasjoner. Det var meste emkle bokstaver som er enkle å sette sammen og som ofte blir til ord. Jeg forventet ikke at det skulle være så stor differanse mellom oss i poeng, men det gir mening siden det er easy jeg spilte mot.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P06:** Jeg har ikke noe forhold til hva som er bra og dårlig, men jeg synes det gir mening at det ble en lav score for AIen.
- I:** Takk skal du ha, da skal du snart få spille mot medium vanskelighetsgrad, men først noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot medium vanskelighetsgrad?
- P06:** Da forventer jeg at det blir et hakk opp fra easy, både med tanke på poengsum motstanderen får, men også at jeg får litt lavere score, siden jeg får litt vanskeligere omstendigheter å jobbe under med vanskeligere bokstaver.

- 
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P06:** At det blir jevnere hvertfall. Har ingen formening om jeg vinner eller ikke, men hvertfall at det blir jevnere.
- I:** Da får du ha lykke til, også er det bare å starte spillet.
- I:** Jaja, godt forsøk! Det ble litt som du forventet dette. Jeg samler inn resultater før vi går videre. Ok. Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Medium"?
- P06:** Det var betydelig vanskeligere enn easy, men litt vanskeligere enn jeg forventet også. Det startet bra, men så gikk det verre.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P06:** Motstanderens score var en del høyere enn forventet, jeg synes kanskje det var litt vel stor differanse mellom easy og medium.
- I:** Avslutningsvis ønsker vi å stille deg noen mer generelle spørsmål. Hva synes du om spillopplevelsen?
- P06:** Først og fremst var det veldig gøy og utfordrende. Det var gøy at man måtte tenke på to ting samtidig, både at man skulle stable sammen ord, og samtidig sette motstanderen i vanskelige situasjoner. Jeg måtte tenke veldig kreativt og på flere ting på en gang, som er vanskelig og utfordrende. Så alt i alt en fin miks mellom utfordrende og gøy.
- I:** Bra. Hvilke forbedringer ville du likt å se for å forbedre spillopplevelsen?
- P06:** Si det. Det var litt vanskelig å vite at listen over gyldige ord var scrollbar. Jeg vet heller ikke hva disse pilene i ordlisten betyr. Eller ikke så mye annet. Det er veldig minimalt, men det gir mening med spillet, det trenger ikke være noe mer fuzz rundt spillet.
- I:** Hvor intuitivt synes du det var å spille?
- P06:** Ja, stort sett. Det var et par ting jeg gikk glipp av i spillreglene. Det er bra at man hvertfall kan åpne spillreglene når som helst i spillet. Ellers gikk det greit, jeg følte at jeg fikk fort tekken på det. Det var ikke veldig vanskelig å forstå hva man skulle gjøre rent spillmessig. Taktikk er jo noe annet, men spillmessig var det greit.
- I:** Da har jeg fått svar på alt vi lurte på, så tusen takk for hjelpen!

---

## Participant 07

- I:** Da starter vi brukertesten. Du kan starte med å logge inn og åpne spillreglene. Du kan starte når du vil, så skal jeg stille deg noen spørsmål når du er ferdig å lese gjennom.
- I:** Du kan gjerne prøve å forklare reglene
- P07:** Spiller A starter, med å plassere en bokstav, og da må spiller B bruke samme bokstav og sette den i sitt grid. Og så er det om å gjøre å lage ord, med lengde 3, 4 og 5, med forskjellige poeng. Så er det noen unntak om det å lage ord.
- I:** Bra. Var det noe du synes var uklart i spillreglene, og i så fall hva?
- P07:** Nei, det virker ganske klart. Kan ikke se for meg at det oppstår noe jeg ikke skjønner.
- I:** Den er grei. Da skal du straks få spille et par trekk mot lett vanskelighetsgrad, men før du begynner lurer vi på hva du forventer før du skal spille mot lett vanskelighetsgrad?
- P07:** Da burde jeg klare å vinne føler jeg. Det burde ikke være noen særlig utfordring. Det burde gå fint.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P07:** Vanskelig å si mot AI. Jeg tror ikke AIen kommer til å gjøre det så vanskelig for meg, men heller bra for seg selv.
- I:** Da skal du få spille noen trekk mot easy bare så du skjønner hvordan spillet fungerer, så da er det bare å sette i gang.
- I:** Nå som du har spilt noen trekk mot lett vanskelighetsgrad, forstår du hvordan spillet fungerer?
- P07:** Ja, det vil jeg si.
- I:** Ok, da kan du få velge om du vil starte spillet på nytt, eller om du vil fortsette på dette spillet og spille et fullt spill mot lett vanskelighetsgrad.
- I:** Bra spilt, da skal jeg notere ned resultatene. Er det noe du nå ville ha endret i spillreglene etter å ha spilt et fullt spill?
- P07:** Nei, følte ikke egentlig at jeg manglet noe informasjon. Alt sto på skjermen, enkelt og greit.
- I:** Så bra! Hvor vanskelig synes du spillet var relativt til den valgte vanskelighetsgraden "Lett"?
- P07:** Det var ganske lett, vil ikke si jeg tenkte veldig mye. Det var bare å gå for lengre ord, så slo man jo AIen ganske lett.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P07:** I stor grad, vil jeg si.
- I:** Takk skal du ha, da skal du snart få spille mot medium vanskelighetsgrad, men først noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot medium vanskelighetsgrad?
- P07:** Jeg tenker at det blir jevnere enn mot easy og at den kanskje går for flere 4-poengere.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P07:** Jeg ser for meg at det kommer til å flere konsonanter og færre vokaler. Forventer at det vil bli et større press på meg med de bokstavene AI velger.
- I:** Det var synd, men bra spilt! Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Medium"?

- 
- P07:** Det var vanskeligere, måtte nok brukt litt lengre tid hvis jeg skulle slått den, men er absolutt mulig å slå den.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P07:** Jeg vil si den i stor grad gjør det ja.
- I:** Avslutningsvis ønsker vi å stille deg noen mer generelle spørsmål. Hva følte du mens du spilte og hvorfor?
- P07:** Jeg fikk litt konkurranseinstinkt, siden jeg ville vinne. Også følte jeg på litt press. Jeg fokuserte kanskje ikke så mye, men mer enn et vanlig spill som bare er for morro skyld. Man må tenke litt mer.
- I:** Hvilke forbedringer ville du likt å se for å forbedre spillopplevelsen?
- P07:** Kanskje en dark-mode hadde hjulpet litt på UIen. Dette kan jo være valgfritt. Ellers så kommer jeg ikke på noe særlig. Nettsiden er enkelt og greit. Man kunne hatt muligheten til å customize brettet sitt med font, farger, eller design.
- I:** Hvor intuitivt synes du det var å spille? Følte du at du fikk all informasjonen du trengte?
- P07:** Absolutt. Det var veldig lett å forstå, og den teller jo score og ord for deg så det er bare taktikken som gjenstår for å gjøre det bra i spillet. Du vet hva du kan gjøre og ikke kan gjøre, og hva spillet går ut på.
- I:** Så bra, da har vi fått det vi ønsket svar på. Takk for tiden din!

---

## Participant 08

- I:** Hei, og velkommen. Takk for at du ville delta på vår brukertest. Her har du lenken til siden vår. Du kan starte med å åpne den og dele skjerm. Så kan du starte med å logge inn, og så er det selvfølgelig bare å stille spørsmål underveis om det skulle være noe.
- P08:** Ok, da er jeg inne.
- I:** Supert, da kan du åpne og lese gjennom spillreglene, så får du noen spørsmål av meg når du er ferdig.
- I:** Var det noe du synes var uklart i spillreglene, og i så fall hva?
- P08:** Egentlig ikke. Du vet jo sikkert ikke hvilke bokstaver som er neste? Det er hvertfall det jeg antar.
- I:** Okei. Du skal få lov til å spille noen trekk mot easy slik at du kanskje får et inntrykk av hvordan spillet fungerer, men først noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot lett vanskelighetsgrad?
- P08:** Jeg forventer typ å vinne. Jeg forventer kanskje at AIen er baser på tilfeldighet, at den ikke tenker eller forutser så veldig bra.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P08:** Tror vel egentlig at det kommer til å gå raskt frem og tilbake til gridene er fulle.
- I:** Nå som du har spilt noen trekk mot lett vanskelighetsgrad, forstår du hvordan spillet fungerer?
- P08:** Ja, jeg føler det. Jeg skjønner poenget.
- I:** Ok, da kan du refresh, og starte ett nytt spill mot easy.
- I:** Bra spilt, Gratulerer. La meg notere ned resultatet ditt før vi går videre. Hvor vanskelig synes du spillet var relativt til den valgte vanskelighetsgraden "Lett"?
- P08:** Jeg synes egentlig det var passe, det skal jo alltid være litt å brynes seg på. Det var en bra vanskelighetsgrad. Jeg er fornøyd med at jeg vant. Det hadde vært kjedelig for selvtilliten å ikke vinne mot easy.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P08:** Jeg synes den i stor grad gjør det. Jeg vet ikke hvordan dere har laget den, men det ser ut som den i stor grad satser på 3-poengs ord.
- I:** Nå som du har spilt et helt spill mot easy, fant du noe mens du spilte som du følte ikke stemte overens med spillreglene du har lest? I så fall hva da?
- P08:** Nei, jeg synes egentlig reglene virket greie.
- I:** Takk skal du ha, da skal du snart få spille mot medium vanskelighetsgrad, men noen spørsmål. Hva forventer du før du skal spille mot medium vanskelighetsgrad?
- P08:** Forventer at den blir litt vanskeligere å slå. Forventer at den får litt flere 4-poengs ord. Ellers er jeg ikke helt sikker.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P08:** Typ litt liknende som forrige spill. Håper på å vinne denne gangen også. Det kommer jo litt ann på hvor bra jeg klarer å tenke og, men jeg tror det kommer til å gå ganske liknende.
- I:** Godt forsøk, det var nesten. Da skal jeg telle opp resultatene dine. Sånn. Hvor vanskelig synes du spillet var i forhold til den valgte vanskelighetsgraden "Medium"?

- 
- P08:** Det gir mening, jeg er generelt medium på ordspill så det gir mening med tanke på andre ordspill jeg har spilt. Jeg var jo ikke så langt unna, så det var mye mer jevnt her.
- I:** I hvor stor grad føler du at motstanderens score reflekterer den valgte vanskelighetsgraden?
- P08:** I ganske stor grad. Den var kanskje litt bedre enn jeg tenkte at den skulle være, men grei nok.
- I:** Avslutningsvis ønsker vi å stille deg noen mer generelle spørsmål. Hva følte du mens du spilte og hvorfor?
- P08:** Jeg ble litt frustrert til tider når ting ikke gikk min vei. Man kan jo ikke forutse hva man får. Eller kanskje man kan det, men det er ikke noe jeg har tenkt over. Litt irritert på meg selv, men bare på en gøy måte, slik et ordspill skal være.
- I:** Hvilke forbedringer ville du likt å se for å forbedre spillopplevelsen?
- P08:** Det er egentlig ikke noe jeg kommer på. Jeg synes det var veldig bra.
- I:** Hvor intuitivt synes du det var å spille?
- P08:** Ja, jeg synes det var veldig intuitivt, det står jo klart å tydelig når det er din tur, og det er ikke mulig å velge bokstav når det ikke er din tur. Så jeg synes egentlig det var veldig bra.
- I:** Det var det vi hadde av spørsmål, så da kan vi avslutte brukertesten.

---

## F Usability Test 2

### Participant 01

- I:** Hei, og velkommen tilbake til andre runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. I dag så skal du få lov til å teste den nye vanskelighetsgraden som vi har implementert, som er Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P01:** Da logger jeg inn siden det var det jeg gjorde sist.
- I:** Sist du spilte så spilte du mot Medium og vant. I dag skal du få velge om du vil spille mot Medium først før du spiller mot Hard.
- P01:** Okei, jeg kan prøve Medium.
- I:** Hvorfor vil du spille mot Medium på nytt?
- P01:** Fordi jeg vil ha en utfordring. Ikke noe større grunn enn det. Sist jeg spilte så fikk jeg O hver gang. Jeg håper jeg får noe annet denne gangen.
- I:** Da skal du få love til å starte mot Medium.
- [Spiller mot Medium AI og taper 47-50]
- I:** Da kommer det noen spørsmål til dette spillet siden du valgte å spille mot Medium. Det første spørsmålet er hvor lenge tror at du spilte?
- P01:** Vet ikke. Tre minutter kanskje?
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P01:** Det synes jeg var greit. Jeg husker fra sist at jeg ønsket at det skulle være mer "heads up" når det var min tur og at ting hadde gått igjennom. Det var det nå.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P01:** Det var gøy. Men det er et litt frustrerende spill.
- I:** Hva mener du?
- P01:** Nei, ting går ikke alltid som du vil når du prøver å skape ord.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P01:** Du føler jo at du har veldig kontroll når det er din tur, men at du ikke har det når det ikke er din tur.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P01:** Relativt konsentrert, litt kanskje.
- I:** Var det noe som distraherete deg underveis?
- P01:** Personlig ville jeg droppet lyden, men hvis dette blir et publisert spill så er det noe man bør kunne velge selv.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?



- 
- P01:** Nei, siden Medium akkurat slo meg så forventer jeg å bli slått. Jeg forventer ikke noen stor forskjell fra min side. Det eneste er vel at AIen er flinkere til å lage ord.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P01:** Jeg fulgte ikke så mye med på scoren til AI i det forrige spillet. Jeg gjetter kanskje at det vil være likt i begynnelsen og når det blir et relativt full brett så vil AIen gå ifra.
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 43-44]
- P01:** Du det var ikke langt unna!
- I:** Nei, det var likt.
- P01:** Det er gøy å se at AIen bare går for mange små ord.
- I:** Samme spørsmål som i sted. Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P01:** Jeg følte at det tok litt lengre tid nå. Kanskje fire-fem minutter?
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P01:** Akkurat det som i sted. Jeg la merke til at AIen brukte litt lenger tid i starten. Kanskjedet har noe å gjøre med at den har mer å tenke på?
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P01:** I sted la jeg ikke merke til at man kunne se AIens score underveis. Så det var litt gøyere å følge med på nå.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P01:** Litt det samme som i sted. Nå prøvde jeg å lage et hjørne til bokstaver jeg ikke visste hva jeg skulle gjøre med.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P01:** Jeg føler jeg er veldig konsentrert.
- I:** Var det noen distraksjoner denne gangen?
- P01:** Nei, jeg føler litt på presset når dere ser på.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P01:** Nå husker jeg ikke nøyaktig hva jeg fikk i score. Men den fikk jo ikke høyere score enn det Medium fikk. Den gikk jo automatisk for flere små ord. Nå spilte jeg jevnt mot begge to, så jeg vet ikke om jeg spilte forskjellig eller hva som var greia.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P01:** På Medium synes jeg det. Jeg synes det var litt rart at Medium og Hard på en måte basically hadde samme score.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P01:** Det var på en måte valg av bokstaver. Jeg føler at den ga veldig få vokaler og enkle bokstaver. Jeg tror den aldri ga meg en E eller en S som er enkelt å vite hva man skal gjøre med.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P01:** Jeg føler at den oppførte seg litt uforutsigbar egentlig.
-

- 
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P01:** Ja, det gjorde jeg.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P01:** Jeg vet ikke om AIen er laget for å gjøre det best for seg selv eller om den er laget for å ødelegge for meg. Om man tenker egoistisk så hadde det vært litt deilig om den hadde gitt lettere bokstaver. Hadde den gjort det så det jo vært lettere å slå den.
- I:** Kan du beskrive den generelle spilloplevelsen?
- P01:** Jeg føler at spillet i seg selv er relativt enkelt. Utsendemessig og regler er jo ikke noe komplekst eller avansert. Det er gøy at man kan spille mot en AI og er ikke avhengig av noen andre.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P01:** Jeg følte jeg var i sonen, at jeg var konsentrert.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P01:** Jeg føler at i starten så er man veldig konsentrert, men så litt utover spillet når man får mange tilfeldige bokstaver så gir man litt mer blanke. Det er sånn at man har en plan i starten så får man noen bokstaver som ikke passer inn i planen.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P01:** Ja, man blir litt demotivert når man får bokstaver som ikke passer inn.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P01:** Jeg husker forrige gang så spurte jeg litt mer om hvem sin tur det var, og det synes jeg var mye tydeligere nå.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P01:** Det er en skikkelig bagatell. Men at noen ganger så gikk teksten utenfor rammene. De forsvant utenfor sidemenyene. Og jeg vet ikke, men AIen kunne vært litt raskere i starten. Bortsett fra det er det ikke noe mer. Det er et veldig enkelt og intuitivt spill så det er liksom ikke noe vits i å gjøre det fancy.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.

---

## Participant 02

- I:** Hei, og velkommen tilbake til andre runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. I dag så skal du få lov til å teste den nye vanskelighetsgraden som vi har implementert, som er Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P02:** Da logger jeg inn.
- I:** Sist du spilte så spilte du mot Medium og det endte med seier til deg. I dag skal du få velge om du vil spille mot Medium først før du spiller mot Hard.
- P02:** Nei, jeg kan hoppe rett på Hard jeg.
- I:** Hvorfor vil du ikke spille mot Medium på nytt?
- P02:** Fordi jeg bruker så lang tid når jeg spiller. Det er egentlig på grunn av tiden.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P02:** Jeg forventer at hvis jeg ikke gir alt så kommer jeg til å tape. Jeg må være på mitt A-game. Jeg forventer at det blir spilt vanskelige bokstaver. Jeg forventer at den tar en ledelse tidlig. Jeg kommer til å være under press hele tiden siden jeg kommer til å se at den leder.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P02:** Jeg kommer ikke på noe mer enn det jeg sa. Vanskelige bokstaver, tidlig ledelse, vanskelig å slå. På Medium så må du ikke få alt riktig for å vinne. Her er det mindre rom for feil.
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 35-40]
- P02:** You lost! Det var dårlig.
- I:** Så det første spørsmålet er: Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P02:** Jeg føler jeg spilte i et kvarter.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P02:** Jeg synes at den var mye bedre nå enn tidligere. Du føler at du spiller mot en annen person nå eller mot en robot. Det er mye enklere å holde styr på hvem sin tur det er. Det var jo lyd og det var visuelt. Det plinget skikkelig så du får med når det er din tur. Nå er det kanskje ikke like nyttig når man spiller mot en AI, men kanskje mer nyttig når du spiller mot en annen kompis.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P02:** Jeg likte jo spillet. Det er veldig greit, men det er litt frustrerende inn i det når jeg halvveis inn har laget et dårlig rutenett og på en måte spenner ben på meg selv. Man får litt lyst til å hitte refresh og begynne på nytt. Utenom det så var det jo gøy å spille. Det er jo vanskelig å skille følelsene sine fra det spørsmålet siden jeg tapte.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?

- 
- P02:** Hvis jeg forstår spørsmålet rett så var jeg jo i kontroll hele tiden. Men hvis du mener hvem som hadde styringen i spillet så følte jeg at AIen hadde kontroll. Det var jo litt fordi jeg ikke hadde en veldig gjennomtenkt taktikk og jeg er ikke noe god på å finne på engelske ord. Så på den måten var jeg ikke i kontroll.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P02:** Jeg var jo ikke konsentrert over noe annet. Jeg var jo relativt konsentrert om spillet, men før vi startet var jeg ikmke i helt game-mode. Jeg følte ikke helt at jeg kom ut på Champions League-matta og klar for å knuse skaller. Jeg ble litt tatt på senga av AIen.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P02:** Jeg synes den var ganske grei. Den ga meg ikke så vanskelige bokstaver. Jeg spilte vel Z og W, men den ga meg flere like bokstaver. Den ga meg vel syv Aer. Jeg ville jo tenkt at Hard skulle slenge inn mase Qer og Wer i min retning, men det gjorde den ikke. Jeg tapte jo med fem poeng så jeg kunne nok slått den hvis jeg spilte litt smartere. Jeg synes det var en fair vanskelighetsgrad.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P02:** Vanskelig å si. Det kommer an på hvordan man ser det. Det var jo veldig mange små scorerer her da. Fem poeng er jo ikke så mye da, men det kommer an på hvor smart AIen er om den legger seg akkurat over meg.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P02:** Det var frustrerende at den erta meg på disse meldingene. Den var cocky helte tiden fra start til slutt før den ledet til og med. Det er små-irriterende mer enn det er frustrerende. Men ikke så irriterende at jeg ikke vil spille. Det er mer at det terger meg, så det kommer an på om motstanderen den spiller mot tåler motstand og liker utfordring. Utenom det så velger den jo bare bokstaver og den velger jo bokstaver den trenger. Jeg føler den ikke velger en bokstav for å kødde med meg. Det ville vært mer irriterende.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P02:** Nei, jeg føler ikke den oppførte seg noe spesielt egentlig.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P02:** Ja, det synes jeg. Jeg må bare lære meg spillet litt bedre. Det er sikkert noe triks med hvor du bør putte bokstaver for å gjøre lette for deg senere. Hvis det er noen vanskelig bokstaver du ikke har lyst til å bruke for eksempel. Man kunne jo ha spilt yttersidene og da fått 10 ganger 4 som er 40 poeng og da matchet den.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P02:** Kanskje det litt at den svarer litt variert og svarer som "UUU, nå ga du meg litt å tenke på".
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P02:** Spillopplevelsen min har vært utfordrende, morsom og lærerik.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P02:** Jeg følte motstand, jeg følte irritasjon, jeg følte litt glede og mestring siden jeg klarte å få til 10-poengsord.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P02:** Ja, jeg var vel i starten når jeg prøvde å finne første ord. Jeg må et 10-poengs ord i begynnelsen tenkte jeg, men så får man jo bokstaver man ikke trenger og slenger dem et sted. Og på slutten og naturligvis.
-

- 
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P02:** Nei, egentlig ikke. Det var ikke noen forstyrrende elementer. Jeg har vært borti spill i flere forstyrrende elementer som for eksempel Candy Crush.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P02:** Jeg synes det var bedre nå enn forrige gang med tanke på roboten. Jeg liker at når du velger en bokstav og hovrer over gridet så ser du bokstaven. Jeg liker også at du kan se ordene du får vertikalt og horisontalt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P02:** Jeg ville kanskje hatt noe tydeligere på brettet når du får et ord. Jeg kan se på siden at jeg får et ord, men det hadde vært kult om orden man får vises på brettet ved å lyse opp slik at man kan få en enda bedre mestringsfølelse.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.

---

## Participant 03

**I:** Hei, og velkommen tilbake til andre runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. I dag så skal du få lov til å teste den nye vanskelighetsgraden som vi har implementert, som er Hard.

**I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.

**P03:** Da logger jeg inn.

**I:** Sist du spilte så spilte du mot Medium og tapte. I dag skal du få velge om du vil spille mot Medium først før du spiller mot Hard.

**P03:** Det kan jeg gjerne gjøre. Jeg er litt salty fra sist at ordet mitt Croat ikke ble godkjent.

**I:** Hvorfor vil du spille mot Medium på nytt?

**P03:** Nei, jeg tenker at det ga mersmak. Sist gang var det jo jevnt så nå håper jeg kan slå den. Så er det jo tidlig på morgenkysten så litt oppvarming skader jo ikke.

**I:** Da skal du få love til å starte mot Medium.

[Spiller mot Medium AI og taper 51-61]

**I:** Da kommer det noen spørsmål til dette spillet siden du valgte å spille mot Medium. Det første spørsmålet er hvor lenge tror du at du spilte?

**P03:** 7-8-9 minutter. Litt under 10 minutter.

**I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?

**P03:** AIen var kul den. Det var på grensen til shit-talking, men det var kult det. Det gjorde opplevelsen bedre.

**I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?

**P03:** Jeg synes det var bra. Du er jo avhengig av å få de bokstavene du ønsker fra motparten, og det var jeg jo mer heldig med sist gang enn nå. Jeg synes fortsatt at det var utfordrende. Jeg føler at hvis du vinner hver gang mot Medium så er det egentlig Easy.

**I:** Hvor i kontroll følte du at du var?

**P03:** Jeg følte at jeg var i kontroll under 50% av tiden. Det handler jo om hvilke bokstaver du får. AIen hadde nok en bedre database på ord enn det jeg hadde der og da.

**I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?

**P03:** Ganske konsentrert. Du må konsentrere deg for å finne de rette ordene.

**I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?

**P03:** Jeg forventer å bli slått mer enn jeg ble slått nå. Når det kommer til poengscore så går det vel kanskje ikke opp mot 100. Det ville vært en god utfordring. Medium fikk vel 60 nå, så kanskje 70-80. Det er jo mange 5-bokstavsord det er jo en utfordring det.

**I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?

**P03:** Jeg vil anta at jeg vil ha mindre kontroll. Jeg regner jo med at jeg kommer til å bli slått.

- 
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 55-57]
- P03:** Det var ganske nærme da! Jeg var nærmere her enn mot Medium.
- I:** Samme spørsmål som i sted. Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P03:** Lenger tid brukte jeg absolutt. Jeg føler nærmere 12 minutter.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldinge når du spilte?
- P03:** De var artige. Gir jo en annen dimensjon til spillet. Jeg kommenterte det sist at det ikke var så mye kommunikasjon mellom brettene, og nå er det jo mindre dinstansert. Selv om mange av kommentarene er repetative så gir det en ny dimensjon.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P03:** Jeg synes det var mer utfordrende. Jeg trodde det skulle gå mer på poeng, men det det gikk på var hvilke bokstaver som ble valgt. Det virket jo også at den tenke seg om mer. Og at det handlet mye om strategi. Innimellom var jeg heldig med bokstavene jeg fikk, men da måtte jeg igjen tenke lenger for å bygge opp de ordene.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P03:** Jeg følte at jeg hadde mer kontroll nå siden jeg fikk de bokstavene jeg ville ha fra AIen. Men det er kanskje litt tilfeldig da. De ordene jeg skulle bygge hadde jeg mindre kontroll på. Du skjønner kanskje et mønster på hvilke ord den kommer til å lage, men det slo mindre ut nå.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P03:** Jeg følte jeg var mer konsentrert her enn mot Medium fordi jeg forventet mer match. Og det kunne man igjen se på scoren jeg fikk siden jeg fikk mer nå enn mot Medium.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P03:** Hvis du bare hadde tenkt poengscore så forventet jeg en høyere poengscore. Det kommer jo an på om jeg legger mange 5-bokstavsord siden da klarer den ikke å styre spillet like mye. I forhold til spillet gang så var det ganske utfordrende. Det matchet Hard og at den loadet ganske mye og brukte tid. Hvis jeg også tenker lenge så bruker jeg jo også lenger tid på å svare.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P03:** Jeg sa jo at jeg forventet en høyere score enn det den fikk. Det kan jo vært at taktikken min ga utslag på det siden jeg måtte bytte taktikk underveis.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P03:** Det at den skriver at det blir masse gratispoeng bør du kjenne på. Jeg kjente mer på at det ble mer kompetativt enn frustrert. Kanskje jeg følte meg mer utfordret.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P03:** Et par trekk var forutsigbare. Men det er jo nesten bare flaks. Overall så er det veldig uforutsigbart. Du har jo så mange bokstaver å velge mellom, men etter så så mange konsonanter så legger den en vokal, men sånn er det jo med alle språk.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?

- 
- P03:** Det var jo ganske tett hele veien. Jeg startet med å lede litt å startet så tok den meg igjen. Det skilte jo bare to poeng. Det var jo jevnere enn det det var mot Medium. Jeg vil si at det var ganske balansert. Det burde det jo nesten være på Hard, at man bør ha en mulighet til å slå den.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P03:** Jeg synes hvordan den legger bokstaver er riktig. Nå vet jeg ikke hvordan ordboka, men det virker jo greit. Nå fikk jeg jo alle ordene jeg prøvde å få. Annet enn det er det kommentarene. De kan jo gjøre litt mer ulike. Det er jo fortsatt positivt at det er kommentarer.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P03:** Nok en gang, selv om jeg ikke klarer å slå den så sitter jeg igjen med en god følelse. Jeg liker layouten.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P03:** Jeg følte meg utfordret. Jeg følte på mer mestring når jeg så at jeg var jevn mot Hard. Så jeg er veldig tilfreds med spillet.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P03:** Når AIen gir bokstaver jeg har lyst til å ha, da føler jeg meg engasjert.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P03:** Jeg tenker at det eneste er at med Hard så tok det litt tid. For min del gjorde det ikke så mye fordi effekten av den brukte lenger tid følte at det var Hard.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P03:** Jeg synes det er veldig intuitivt. Mye kommer av at du spiller det, men instruksjonsboka er intuitivt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P03:** Jeg tenker at i selve spillet så trengs det ikke så mange endringer. Kommentarene kunne vært mindre like. Ellers er det oversikkelig. Dark mode kanskje?
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.



---

## Participant 04

- I:** Hei, og velkommen tilbake til andre runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. I dag så skal du få lov til å teste den nye vanskelighetsgraden som vi har implementert, som er Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P04:** Hvorfor ikke, jeg kan jo bare gjøre det. [Logger inn].
- I:** Sist du spilte så spilte du mot Medium og tapte. I dag skal du få velge om du vil spille mot Medium først før du spiller mot Hard.
- P04:** Ja, jeg kan jo ta en liten warm-up mot Medium.
- I:** Hvorfor vil du spille mot Medium på nytt?
- P04:** Nei, det er jo greit å huske litt. Det er en stund siden forrige gang. Er en grei måte å refreshe på siden jeg tapte sist.
- I:** Da skal du få love til å starte mot Medium.  
[Spiller mot Medium AI og taper 40-49]
- I:** Da kommer det noen spørsmål til dette spillet siden du valgte å spille mot Medium. Det første spørsmålet er hvor lenge tror at du spilte?
- P04:** Fem minutter kanskje?
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P04:** Jeg likte at fra forrige gang så har dere lagt inn at AIen føles litt mer som en person. Som for eksempel takk for den Oen og nei ikke en T. Det var litt nice med lyd og.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P04:** Jeg synes det var gøy. Jeg liker konseptet. Dette er vel tredje gangen jeg spiller og jeg lærer hver gang.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P04:** I og med at det er tredje gang så tester jeg meg fortsatt fram. Hva er strategien og hva man bør gjøre, men hele tiden så går det opp med 10%.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P04:** Jeg vil si at jeg var ganske konsentrert. Jeg føler meg ganske involvert og jeg har jo lyst til å vinne.
- I:** Var det noe som distraherer deg underveis?
- P04:** Egentlig ikke.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurere jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P04:** Jeg forventer at det kommer til å bli litt vanskeligere. AIen kommer til å være litt mer kreativ, finne på litt mer cheeky ord.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P04:** Jeg kan kanskje se for meg at den finner på noen ord med vanskelige bokstaver. Jeg forventer at jeg kommer til å bli jevnt slått av Hard.

- 
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 42-54]
- P04:** Det var litt bedre!
- I:** Samme spørsmål som i sted. Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P04:** Jeg følte at det var sånn ish 5 minutter igjen.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldinge når du spilte?
- P04:** Egentlig litt det samme som i sted. Alt er intuitivt og jeg skjønner at det er min tur når keyboardet popper opp.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P04:** Jeg synes det er gøy. Jeg føler alltid at det er mer jeg kan prøve så jeg er ivrig på å spille et nytt game.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P04:** Jeg prøvde å være litt smartere. Jeg brukte bare litt tid på å utvikle ordene mine. Jeg følte at jeg hadde en plan.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P04:** Jeg følte meg konsentrert.
- I:** Var det noen distraksjoner denne gangen?
- P04:** Nei.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P04:** Det er vanskelig å si siden jeg bare har spilt et game mot Hard. Det var hakket mer vanskelig (enn Medium), men kan ikke putte fingeren på hva.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P04:** Ja, jeg husker ikke hva Medium fikk. Det var vel en eller noen 10-poeng på Medium. Jeg forventet kanskje flere lengre ord, men jeg tapte fortsatt da.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P04:** Nei, kanskje at den ga meg samme bokstav flere ganger. Det var litt sånn, aaah, hvor skal jeg putte denne her?
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P04:** Nei, jeg klarte ikke å se for meg hva den skulle spille.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P04:** Ja, det synes jeg.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P04:** Jeg vet ikke helt hva det skulle vært akkurat nå. Det føltes ganske ordentlig ut egentlig.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P04:** Det jeg liker med spillet er at det er morsomt og utfordrende. Det er hjernetrim som er lett tilgjengelig. Det er kreativt med en læringskurve som er morsom å gå igjennom.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
-

- 
- P04:** Frustrasjon og tilfredstillelse når du får til en bra kombinasjon.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P04:** Jeg følte meg i sonene da. Jeg prøvde å komme opp med noen smarte kombinasjoner opp og ned. Også fulgt jeg med på scoren som psyket meg litt ut.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P04:** Nei, det følte jeg ikke.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P04:** Jeg føler det er ganske lett å plukke opp. Strategi er noe du lærer deg ved å spille spillet, men alt annet lærer du ganske raskt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P04:** Jeg liker egentlig alt dere har lag ttil siden forrige gang. Det føles mer personlig med alle emojisene, og det føles som at AIen snakker til deg som en liten chatlogg. At det plinger og er bra. Ellers så synes jeg at alt er veldig bra.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.

---

## Participant 05

- I:** Hei, og velkommen tilbake til andre runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. I dag så skal du få lov til å teste den nye vanskelighetsgraden som vi har implementert, som er Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P05:** Jeg logger inn.
- I:** Sist du spilte så spilte du mot Medium og vant. I dag skal du få velge om du vil spille mot Medium først før du spiller mot Hard.
- P05:** Nei, vi kjører på med Hard.
- I:** Hvorfor vil du ikke spille mot Medium på nytt?
- P05:** Fordi det er morsommere å prøve det nye. Jeg har jo slått Medium tidligere. Hvis jeg tapte sist så hadde jeg spilt på nytt for å få revansje. Nå sikter jeg høyere.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurere jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P05:** Jeg forventer at den får en poengsum opp mot 80-90 og kanskje 100 siden Easy ligger på 30-40 og Medium på ish 50. Da gir det mening at den ligger på den enden av skalaen og at den gir meg vanskelige bokstaver.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P05:** Jeg tror det blir vanskeligere å lage 5-er ord. Er det mange vokaler eller er det mange konsonanter og hvordan skal man lage ord utifra dem?
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 45-54]
- P05:** Okei, jeg ble knust.
- I:** Nei, det var synd
- I:** Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P05:** Jeg brukte kanskje et kvarter. Mesteparten av tiden gikk på at roboten skulle velge bokstav.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P05:** Jeg brydde meg ikke så veldig mye om det siden det ikke påvirket meg så mye.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P05:** Spillet i seg selv var gøy. Det var gøyere å spille mot Hard enn Medium. Den ga flere vokaler enn konsonanter, og det vanskeligere å bygge flere ord med bare vokaler. Jeg var litt skuffet over hvor lenge jeg måtte vente siden det skapte en pause i spillet. Det var en dialog, men det føltes fortsatt veldig lenge.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P05:** På starten hadde jeg en del kontroll, men det var i de fire-fem siste rundene at det kunne gå enten eller.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?

- 
- P05:** På starten ikke så veldig. Det var veldig chill og jeg hadde veldig mye frihet. På slutten måtte jeg begynne å tenke veldig og bli mer konsentrert fordi det var vanskeligere å bygge ord.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P05:** Jeg synes det kunne vært vanskeligere med tanke på scoren. Men måten den ga bokstaver på er jeg enig i. Basert på det jeg fikk av bokstaver så var vanskelighetsgraden bra, men det hadde ikke vært umulig slå den med litt trening.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P05:** Nei, det gjør jeg ikke. Maks er jo 100 så den ligger jo på Medium, midt på treet. Det er jo basert på hva jeg gir av bokstaver og, men det ser ut som at den lager veldig mange 3-bokstavsord. Det er jo ikke bare-bare å lage 5-bokstavsord.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P05:** Det var egentlig bare ventingen. Nå vet jeg ikke om det er hardkoda eller om den faktisk leter. Men shitalkingen var gøy og et fint aspekt.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P05:** Til tider forutsigbar ja. Jeg fant ut når den skulle gi meg vokaler eller konsonanter etter rundt halvveis. I starten var den veldig uforutsigbar og på slutten så var den mer forutsigbar basert på hvilke bokstaver som var på brettet.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P05:** Ja, 100%. Det vil jeg si.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P05:** Det føltes litt som at det var autogenerert svar. Det føltes litt falsk ut, kanskje litt tvunget. Når jeg spiller mot AIen så vil jeg det skal gå fort. Jeg er nødvendigvis ikke ute etter den menneskelige følelsen når jeg spiller mot en maskin.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P05:** Spillopplevelsen var veldig bra. Jeg ble satt ut av den nye layouten siden jeg ikke forventet den. Det var gøy å spille og jeg fikk en god oppsummering. Det er faktisk noe jeg kunne gjort på bussen.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P05:** På starten var det sånn at nå skal jeg bygge mange 5-bokstavsord og på slutten var det mer sånn faen hvordan fungerer det engelske språket igjen? Det var som en berg-og-dalbane der det startet på topp og sakte men sikkert gikk nedover.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P05:** Ja, litt tilbake til konsentrasjonen. Når jeg følte at jeg måtte tenke så glemte jeg at jeg var i videosamtale. På slutten prøvde jeg å visualisere og telle opp.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P05:** Det var den ventingen. Når du spiller mot en annen spiller så forventer du at det kan ta litt tid før den gjør et trekk. Når du spiller mot en AI så vet du i bakhodet at det er for show. Da blir man litt sånn, gidder jeg å vente på dette her?
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P05:** Spillet i seg selv er ganske intuitivt. Det å velge bokstav og hovre og sånn er intuitivt. Det er jo intuitivt at du kan trykke og bytte uten å måtte sende. Også er det digg at du kan se hvilke ord du har fått i sidesynet. Da blir man litt sånn oi, jeg fikk et ord.
-

- 
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P05:** For det første så er det ventingen som jeg har nevnt tidligere. Også er det hvilken bokstav man får fra AIen, at den er uthevet et annet sted en i chat-bobla. I starten er det litt sånn, hva er det som skjer nå? Det var litt ekstra hodebry å lese hele meldingen og samtidig tenkte på ord jeg skal lage.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.

---

## Participant 06

- I:** Hei, og velkommen tilbake til andre runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. I dag så skal du få lov til å teste den nye vanskelighetsgraden som vi har implementert, som er Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P06:** [Logger inn]
- I:** Sist du spilte så spilte du mot Medium og tapte. I dag skal du få velge om du vil spille mot Medium først før du spiller mot Hard.
- P06:** Nei, vi går rett på. Jeg antar at jeg kommer til å tape uansett.
- I:** Hvorfor vil du ikke spille mot Medium på nytt?
- P06:** Jeg føler at jeg kommer til å tape uansett så jeg ser ikke noen grunn til å varme opp.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P06:** Jeg forventer jeg møter en tøff motstander som prioriterer å få gode ord, men som også gjør det vanskelig for meg. Og til tross for at jeg legger feller for motstanderen så klarer den å løse dem.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P06:** Jeg vil tro at differansen bare vil øke når rundene går. Jeg vil få problemer underveis og det er der differansen bare kommer til å øke.
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 30-40]
- I:** Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P06:** Nei, ikke veldig lenge. 5-10 minutter. Kanskje 10 minutter.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P06:** Det var bra. Det kom tydelig fram hva slags ord jeg la oppe i hjørnet og scoren min i forhold til AIen. Det var motiverende å se at jeg ikke var så langt unna AIen.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P06:** Det var ganske gøy egentlig. Det kom en del vanskelige bokstaver etter hvert, men jeg fikk det til ganske greit.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P06:** Generelt hadde jeg god kontroll over spillet av bokstaver og hvilke ord som ble lagt, men det ble kaotisk når det kom noen Qer og sånt.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P06:** Sånn helt midt på treet. Det er jo et spill, så det er en begrensning på hvor mye kapasitet jeg legger inn i det.
- I:** Var det noen distraksjoner denne gangen?
- P06:** Nei, egentlig ikke.

- 
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P06:** Det var stort sett som forventet. Jeg så jo for meg at den kom til å gi meg en del vanskelige bokstaver som skulle sette meg ut på glattisen og det gjorde det jo. Sånn sett så var det jo forventet.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P06:** Jeg tenkte egentlig at det skulle være større forskjell, at den skulle fått mer poeng.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P06:** Det tok litt tid fra da den skrev noe til den svarte. Fra det jeg husker sist så var det kanskje mer instant. Det var ikke frustrerende, men var litt sånn ahh. Jeg forventet at det skulle skje litt kjapt.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P06:** Jeg har egentlig ikke noe godt svar. I guess forutsigbar.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P06:** Ja, forsåvidt.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P06:** Det at det skjer litt mer kjapt. Jeg vet ikke om det er lagt inn en delay med vilje, men jeg vil at det skal skje raskt. For all del, så bruker jo jeg også tid, men det er jo noe annet når det er en maskin.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P06:** Jeg synes det var gøy. Det var en morsom og utfordrende opplevelse. Jeg fikk bryne meg på en vanskelig motstander og jeg fikk det til ganske greit. Det er alltid kjipt å tape, men sånn er det.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P06:** Jeg følte ikke så voldsomt mye. Jeg kommer ikke på noen konkrete følelser akkurat nå.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P06:** Det er de øyeblikkene når man føler at man får det til og at man henger med på scoren. Også er det litt at når det går motsatt vei og man får vanskelige bokstaver at man blir mindre engasjer. Men dette handler jo også mye om mitt mindset til spill og da.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P06:** Nei, det vil jeg ikke si.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P06:** Det var veldig intuitivt. Nå har jeg jo spilt det før. Med de nye endringene så ble det jo bedre og jeg føler jeg hadde kontroll hele veien.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P06:** Det hadde vært kult at når man hovrer over et ord så ser man det i gridet.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.



---

## Participant 07

- I:** Hei, og velkommen tilbake til andre runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. I dag så skal du få lov til å teste den nye vanskelighetsgraden som vi har implementert, som er Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P07:** Jeg logger inn.
- I:** Sist du spilte så spilte du mot Medium og vant. I dag skal du få velge om du vil spille mot Medium først før du spiller mot Hard.
- P07:** Ja, jeg kan spille mot Medium.
- I:** Hvorfor vil du spille mot Medium på nytt?
- P07:** Nei, hvis jeg skal spille mot Hard så må jeg hvert fall vinne mot Medium. En liten oppvarming er greit.
- I:** Da skal du få love til å starte mot Medium.
- [Spiller mot Medium AI og taper 47-55]
- I:** Da kommer det noen spørsmål til dette spillet siden du valgte å spille mot Medium. Det første spørsmålet er hvor lenge tror at du spilte?
- P07:** 10 minutter.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P07:** Jeg vet ikke helt. Det gjorde meg ikke så mye, den ertet meg litt.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P07:** Jeg synes det var bra jeg. Jeg synes det var spennende.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P07:** Fram til slutten så virket det som at jeg hadde kontroll, men så endret det seg.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P07:** Jeg vil si 75%.
- I:** Var det noe som distraheret deg underveis?
- P07:** Det var en alarm som gikk av, men ikke noe på skjermen.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P07:** Jeg forventer å få ubrukelige bokstaver og at AIen kan veldig mange ord jeg ikke kan og bruker dem.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P07:** Forventer egentlig at det blir ganske jevnt i starten poengmessig, men så mot slutten så vil den få de store poengene.

- 
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 36-44]
- I:** Samme spørsmål som i sted. Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P07:** Jeg tror 10 minutter.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldinge når du spilte?
- P07:** Også mest underholdende.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P07:** Jeg likte å spille denne runden. Det var jevnere enn jeg trodde.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P07:** Ikke så mye.
- I:** Hvorfor?
- P07:** Uansett hva jeg heiv så hadde den et ord den kunne bruke.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P07:** Jeg var mer konsentrert nå. Det var jeg.
- I:** Hvorfor var du mer konsentrert?
- P07:** Nei, jeg visste det var en vanskeligere vanskelighetsgrad så jeg måtte steppe opp gamet.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P07:** Det virket som at det gikk an å slå den. Det virket ikke umulig. Kanskje hvis jeg hadde et bedre ordforråd.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P07:** Det kommer litt an på. Men i forhold til de tidligere rundene så har Medium hatt en høyere score.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P07:** Nei, egentlig ikke. Den ga meg mange forskjellige bokstaver og ingen superkjipe.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P07:** Litt uforutsigbar fordi bokstavene den valgte gjorde det vanskelig for meg å skjønne hvilke ord den prøvde å lage.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P07:** Ja, det føler jeg.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P07:** Kanskje at den brukte færre brukte-bokstaver.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P07:** Jeg synes det var gøy. Spennende spill selv om det er ganske simpelt. AIen gjør en ganske god jobb.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
-

- 
- P07:** Litt sånn småstressa fordi jeg følte at jeg hadde dårlig tid selv om jeg hadde god tid. Jeg hadde fokus.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P07:** Helt i starten så er man engasjert. Men hvis man ser at AI er i ledelsen og man ikke har noen flere ord å rutte med så er ikke motivasjonen helt der.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P07:** Nei, ikke noen annet enn spillets gang.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P07:** Det er ganske intuitivt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P07:** Jeg sa det vel sist og, men kanskje noen customizable options som dark mode og farger. I stede for firkantede brikker så kunne de vært runde.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.

---

## Participant 08

- I:** Hei, og velkommen tilbake til andre runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. I dag så skal du få lov til å teste den nye vanskelighetsgraden som vi har implementert, som er Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P08:** Jeg logger inn jeg.
- I:** Sist du spilte så spilte du mot Medium og tapte. I dag skal du få velge om du vil spille mot Medium først før du spiller mot Hard.
- P08:** Ja, jeg kan spille mot Medium.
- I:** Hvorfor vil du spille mot Medium på nytt?
- P08:** Fordi jeg har lyst til å slå den. Se om det er noen forskjell mellom Medium og Hard.
- I:** Da skal du få love til å starte mot Medium.
- [Spiller mot Medium AI og taper 43-49]
- I:** Da kommer det noen spørsmål til dette spillet siden du valgte å spille mot Medium. Det første spørsmålet er hvor lenge tror at du spilte?
- P08:** Kanskje 10 minutter. Jeg vet ikke. Jeg har veldig lite tidsperspektiv.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P08:** Feedback generelt er jo bra, jeg skjønner jo hva jeg skal gjøre på en måte. Når det kommer til AIen så ble jeg litt sinna siden var den litt sassy, men detvar gøy da. Det føltes som at man spilte mot en person og at det var gøy at det var sånn meldinger.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P08:** Uavhengig av resultat så liker jeg det bedre. Det er jo på nivå med mange andre ordspill. Hva heter de andre spillene. Wordle for eksempel. De har jo ganske lik underholdningsverdi.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P08:** 50% eller mindre siden jeg bare får velge 50% av bokstavene. Jeg føler meg mer i kontroll mot Easy.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P08:** Ganske konsentrert.
- I:** Var det noe som distrahererte deg underveis?
- P08:** Nei, egentlig ikke. Jeg vet ikke om det er distraherende, men når jeg så på scoren og så at den ledet så ble jeg sinna og ga egentlig litt opp.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P08:** Sikkert helt umulig da. Jeg har ikke registrert hva Medium gjør, men kanskje Hard tar mer av bokstavene jeg gir i betraktning når den spiller og velger vanskeligere bokstaver. Gir meg bare Xer.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?

- 
- P08:** Hvis den planlegger å bare få 10-poengsord så vil det jo ta lang tid før den får poeng. I så fall vil jeg lede en god stund. Jeg tenker at den alltid vil etter best evne prøve å vinne spillet. Jeg regner med at den går utifra en ordliste så den har egentlig et forsprang der.
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 46-49]
- I:** Samme spørsmål som i sted. Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P08:** Litt mer enn 10 minutter kanskje. 12 minutter?
- I:** Hva synes du om tilbakemeldinge når du spilte?
- P08:** Det tok jo litt tid. AIen skulle kanskje igjennom en algoritme eller noe. Så jeg skjønnte at den jobbet, men det funknet liksom.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P08:** Det var litt irriterende å måtte vente. Litt lang ventetid av og til. Men det gikk bedre etter hvert. Jeg forventet at den skulle svare med en gang akkurat som mot Medium.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P08:** Like mye som sist egentlig. 50% ish.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P08:** Samme egentlig. Kanskje litt mer konsentrert.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P08:** Hvis man ser på score, jeg vet ikke om det er tilfeldig eller om jeg gjorde det bedre, men jeg fikk jo ish samme score som mot Medium. Kanskje er Medium og Hard litt for like i nivå med tanke på at Easy var tydeligere enklere. Den ga jo meg en Z og det har jeg ikke fått tidligere i spillet så kanskje det er en faktor.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P08:** Det var jo det at den ga meg en Z og at den brukte litt lang tid på å tenkte. Det var litt frustrerende.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P08:** Jeg vil si forutsigbar. Jeg hadde ikke noen voldsomme forventninger enn det jeg har sett tidligere. Bortsett fra at den brukte litt lang tid så var den forutsigbar.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P08:** Ja. Yes!
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P08:** Kanskje mindre tenketid av og til.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P08:** Utfordrende. Det setter jo i gang hjernen på en god måte.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P08:** Fornøyd til tider. Frustrert til tider. Konsentrert, hvis det er en følelse. Fokusert.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?

- 
- P08:** Ja, det var noen ganger jeg følte at jeg kom i en god flyte. Og andre ganger det stoppet helt opp.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P08:** Nå tar jeg det opp mye, men når AIen tenker så blir jeg litt sånn videre på neste, sjekker mobiler, datt litt ut av spillet kanskje. Jeg er en utålmodig person.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P08:** Veldig intuitivt egentlig. Jeg kommer ikke på noe jeg slet med.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P08:** Redusere ventetiden på AIen. Jeg vet ikke helt, men kanskje ord som er litt rare blir godkjente. Jeg vet jo at det er godkjente ord i ordboka, men de er litt rare.

---

## G Usability Test 3

### Participant 01

- I:** Hei, og velkommen tilbake til siste runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. Endringene vi har gjort siden sist er at vi har utviklet en ny vanskelighetsgrad som erstatter det som var Hard før etter tilbakemeldinger fra sist. Det som tidligere var Hard er nå blitt Extreme som er den aller vanskeligste vanskelighetsgraden. Så i dag skal du få lov til å teste det som er den nye Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P01:** Jeg velger å logge inn.
- I:** Før du spiller mot Hard så skal du få muligheten til å spille mot en valgfri vanskelighetsgrad bortsett fra Hard. Eller så kan du gå rett på Hard, dette er igjen opptil deg.
- P01:** Da kan jeg bare gå rett på Hard da.
- I:** Hvorfor vil du ikke spille mot et annen vanskelighetsgrad på nytt?
- P01:** Ikke noen annen grunn til at jeg har gjort det før. Den eneste jeg kunne prøvd meg mot er Extreme, men jeg føler det er dumt å begynne på noe som er vanskeligere også gå ned. Jeg kan heller begynne på Hard også gå opp mot Extreme.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P01:** Hvis jeg husker tilbake til de andre gangene forventer jeg mindre konkurranse enn det som var gamle Hard. AIen vil gå for masse småord og det vil være lettere for meg å gå for mange lange ord. Også forventer jeg at det er en ganske stor sjanse for at jeg blir slått.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P01:** Nei, kanskje at jeg får mest poeng i starten. Også når det blir vanskelig for meg så tar AIen meg igjen.
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 69-81]
- P01:** Fy faen, denne her var jo mye bedre enn den andre! Denne fikk jo 81 poeng, hva er det for noe tull? Jeg gjorde det jo dritbra!
- I:** Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P01:** Sikkert rundt fem minutter.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P01:** Nå har jeg tatt av lyden, så jeg antar at det er noe lyd og. AIen er raskere siden sist og jeg merker at nå som jeg har spilt et par ganger så bryr jeg meg ikke så mye om tilbakemeldingene fra AIen siden jeg vet hva som skjer.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P01:** Jeg synes fortsatt at det er gøy.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?

- 
- P01:** I dag følte jeg at jeg fikk ganske gode bokstaver så relativt god kontroll.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P01:** Nei, jeg var konsentrert.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P01:** Nei, jeg mener at jeg fikk mer poeng nå enn jeg har fått tidligere. Så det gir ikke mening for meg at den fikk 81 poeng. Når jeg ser ordene AIen har fått så merker jeg at mye av problemet er ordforrådet mitt. For eksempel ordet "Swops" er et ord jeg aldri har hørt om før engang. Så jeg tror at ordforrådet mitt hadde vært større at det hadde hjulpet veldig.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P01:** Nei, jeg ville ta den! Jeg mener at denne her er vanskeligere enn Extreme. Men det kan hende jeg var heldig med det Extreme-gamet jeg spilte.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P01:** Nei, som sagt i dag så valgte den ikke mange crazy bokstaver så det gikk egentlig greit.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P01:** Ja, nå føler jeg ikke hva AIen gjør i mens jeg spiller så jeg vet ikke helt hva som er forutsigbart eller uforutsigbart. Når jeg ser på ordene så virker det som at den har kontroll.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P01:** Ja, igjen så fulgte jeg ikke så mye med underveis for å være helt ærlig, på hvor mange poeng den hadde. Så jeg vet ikke hvordan det lå an underveis, men ja jeg synes som sagt at den fikk mange poeng.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P01:** Nei, jeg synes at det er veldig imponerende sånn i utgangspunktet. Så jeg skjønner ikke helt hvordan dere får AIen til å tilpasse nivået.
- I:** Kan du beskrive den generelle spilloplevelsen?
- P01:** Jeg synes det er veldig bra. Det er clean design. Gøy spill og oversiktlig. Jeg synes ting har blitt mer ryddigere nå enn i starten.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P01:** Nei, jeg konsentrerte meg da. Noen ganger så jeg ordene jeg misset, så det er litt frustrerende, men ellers så følte jeg meg ikke så mye.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P01:** Ja, absolutt.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P01:** Nei, jeg føler at det er et såpass kort spill at det er ikke så vanskelig å holde konsentrasjonen.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P01:** Jeg synes det var veldig intuitivt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
-



- 
- P01:** Nei, jeg synes det har blitt veldig mye bedre enn det var første gang. Jeg synes det var bra første gang og, men at det begynner å bli enda bedre. Men jeg mener det jeg sa at jeg synes at når AIen får 84 poeng og average scoren på Extreme er mye lavere, at det er lavere, og at jeg har vunnet med 57 poeng på extreme og taper med 69 poeng på hard, det er litt rart.
- I:** Hvordan vil du definere vanskelig i dette spillet?
- P01:** Jeg ville tenkt på det utifra hvor mange poeng AIen får egentlig, men jeg gjetter at dere sikkert har tenkt på hvilke bokstaver AIen velger også. For jeg fikk jo veldig mange greiere bokstaver nå, men det hjelper jo både meg og AIen.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.

---

## Participant 02

- I:** Hei, og velkommen tilbake til siste runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. Endringene vi har gjort siden sist er at vi har utviklet en ny vanskelighetsgrad som erstatter det som var Hard før etter tilbakemeldinger fra sist. Det som tidligere var Hard er nå blitt Extreme som er den aller vanskeligste vanskelighetsgraden. Så i dag skal du få lov til å teste det som er den nye Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P02:** Jeg logger inn.
- I:** Før du spiller mot Hard så skal du få muligheten til å spille mot en valgfri vanskelighetsgrad bortsett fra Hard. Eller så kan du gå rett på Hard, dette er igjen opptil deg.
- P02:** Jeg har respekt for Even, så jeg må nesten bare ta vanlig Hard.
- I:** Hvorfor vil du ikke spille mot et annen vanskelighetsgrad på nytt?
- P02:** Fordi jeg ikke har lyst til å tape to ganger på en dag.
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P02:** Jeg forventer at den gir meg en utfordring. Jeg forventer at hvis jeg ikke er våken og skjerpet så kommer den til å feie gulvet med meg, men hvis du er god i engelsk som jeg selvfølgelig er så forventer jeg at jeg skal kunne ta Hard. Hvis jeg bare skjerper meg da.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P02:** Jeg må nesten svare litt det samme som sist gang at jeg tror at den bygger opp til mer sånn 5-bokstavsord og da er det ikke sikkert at de cashes inn litt før mot slutten og da tror jeg den bare kommer til å rase eksponentielt mot slutten i poengscore.
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 47-77]
- P02:** Det her var for Hard!
- I:** Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P02:** Jeg tror jeg brukte 8 minutter.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P02:** Jeg synes det var bra. Det var både emojiier og tydelig hvem sin runde det var og det var lyd også. Det var farger på brettet og det gjør det jo ikke mer tydeligere enn det tror jeg.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P02:** Er det en skal inni her? Jeg likte å spille. Jeg tror det kanskje hadde vært lettere å spille på mobil, men jeg synes det er et morsomt spill.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P02:** Jeg følte at jeg ikke hadde så mye kontroll, men det var kanskje fordi jeg ikke helt visste hvilken retning jeg skulle gå i. Tidligere når jeg har spilt så har jeg hatt en slags strategi og kommet på ord jeg skal gå for. Men nå ble jeg litt satt ut og ble nødt til å plassere sånne dumme bokstaver som ødela mulighetene mine senere.

- 
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P02:** Nei, jeg kunne vært mer konsentrert. Jeg har ikke rukket å få kaffen min i dag. Det går jo folk forbi hele tiden.
- I:** Var det noen distraksjoner denne gangen?
- P02:** Ja, det var en liten distraksjon her, men det var ikke det som var fellende for spillet mitt. Det var kanskje mer mitt dårlig engelske ordforråd, men jeg synes at AIen heller ikke har et så godt ordforråd heller. Med "Abb", "Att" og "Erk". Det her kan jo ikke være ord.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P02:** Vanskelig å si. Sånn bokstavmessig så var det ikke så mange utfordringer. Den slang ikke noen rare Wer og Qer som jeg ikke forventet. Hvis du ser på scoren og hvor mange poeng den klarer å dra og hvor mange 10-poengsord så vil jeg si at den er veldig god. Den har 1,2,3,4,5 10-poengsord. Det vil si at den har 5 bortover og det synes jeg er ganske imponerende. Det vet jeg ikke om en person hadde klart. I så fall er den jævlig god.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P02:** Jeg synes det er vanskelig å si. Hvis du ser på Extreme med average score på 46 og Hard på 70 så vet jeg ikke helt hva som har skjedd der. Da vil jeg si at den er for vanskelig.
- I:** Hvorfor synes du det?
- P02:** Jeg synes den får for mange 10-poengs ord. Jeg fikk tre stykker, og jeg kunne fått en til, men den kjører jo 100 3-poengs ord.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P02:** Nei, ikke egentlig. Jeg synes den oppførte seg.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P02:** Jeg vil si at den var ganske fair så det vil si at den var forutsigbar. Det var ikke mye rare bokstaver og det var ganske straight-forward egentlig. Enten var ikke jeg tilpasningsdyktig nok eller så var jeg bare for låst i en plan.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P02:** Ja, det vil jeg si. Jeg vil si at det var mer min feil at jeg ikke fikk høyere score enn AIen sin.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P02:** Jeg la ikke for mye merke til kommentarene og meldingene den sendte. Jeg var mer opptatt av bokstaven. Spilletmønsteret synes jeg den var fair, den bruke ofte mange av de samme bokstavene. Plutselig kommer det to Aer eller tre Aer på rad eller tre Ter på rad. Det kan jo hende at det bare er en god taktikk. Jeg synes ikke at det bør endres noe egentlig. Jeg synes den var grei.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P02:** Den var blandede følelser. Det var litt morsomt, det var litt irriterende, litt frustrerende og litt lettelse når det var over. For jeg skjønnte halvveis der at det var ikke noen måte for meg å komme tilbake. Så litt blandede følelser. Mange følelsesaspekter i løpet av disse 8 minuttene, eller hva jeg nå enn. brukte.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P02:** Jeg kommer ikke på flere enn de jeg nevnte, men jeg manglet vel litt glede. Men det har vel mer å gjøre at jeg har to gråte-emojiis på skjermen og ikke to glede-emojiis.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
-

- 
- P02:** Ja, i starten så måtte du fokusere litt. Jeg vet ikke om det var halvveis eller litt før halvveis at jeg prøvde å jobbe meg langs kantene for å sikre meg sånne 5-bokstavsord, så da er jeg litt ekstra skjerpert.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P02:** Nei, det var vel egentlig ikke spillet, men mer hun dama som kom og distrahererte meg.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P02:** Jeg synes det er veldig intuitivt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P02:** Jeg er ikke sikker på om jeg har noen forslag til å gjøre den bedre. Men i et spill som dette så kan man gjøre det på en av to måter. Enten så kan dere gjøre det som dere har nå som er veldig Sudoku-aktig at det er et brett og du putter på, eller så kan du kjøre mer den Candy Crush-varianten hvor det er også brett du skal røre på, men der er det jo bevegelser og ting rister og hopper. De går helt ut på animasjoner som gjør at for mange så er det såpass interaktivt at de føler det er mye mer enn bare et brettspill. Jeg vil ikke si at det vill gjort den noe bedre, men det ville gjort den annerledes. Så det hadde vært spennende å se hvordan det hadde vært å se for eksempel at det ristet i rutene når du la på bokstaver og noen av de rørte på seg hvis du brukte litt lang tid. Kanskje hvis du er på Easy at den viser hvilke bokstaver du kunne plassere for å få et ord.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.

---

## Participant 03

- I:** Hei, og velkommen tilbake til siste runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. Endringene vi har gjort siden sist er at vi har utviklet en ny vanskelighetsgrad som erstatter det som var Hard før etter tilbakemeldinger fra sist. Det som tidligere var Hard er nå blitt Extreme som er den aller vanskeligste vanskelighetsgraden. Så i dag skal du få lov til å teste det som er den nye Hard.
- I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.
- P03:** Jeg velger å logge inn jeg.
- I:** Før du spiller mot Hard så skal du få muligheten til å spille mot en valgfri vanskelighetsgrad bortsett fra Hard. Eller så kan du gå rett på Hard, dette er igjen opptil deg.
- P03:** Er det lov å varme opp mot Extreme da?
- I:** Ja, det er helt lov!
- I:** Hvorfor vil du spille mot Extreme på nytt?
- P03:** Nei, jeg tenker at det er litt morsomt med en utfordring da. Og jeg har jo enda ikke klart å slå den selv om jeg har vært ganske nærme tidligere. Så hvis det er den som var tidligere Hard så vil jeg prøve meg på den. Da kan jeg få et bedre sammenligningsgrunnlag på det som var Hard tidligere og det som er Hard nå.
- I:** Da skal du få love til å starte mot Extreme.
- [Spiller mot Extreme AI og taper 45-55]
- I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?
- P03:** Jeg forventer vel at det blir jevnere for her holdt jeg trutt fram til sånn ca. halvveis når den bare løp i fra. Så legger jeg merke til at Extreme fokuserer veldig mye på average 3-ord og får veldig mange poeng for det. Så kan det være at Hard kjører samme taktikk kanskje. Jeg kjører jo en helt annen taktikk med bare på 5-ord. Kanskje det er en kjempe dårlig taktikk, men hvis det først funker så gir det meg veldig mange poeng da. Jeg forventer at det blir litt jevnere, det gjør deg.
- I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?
- P03:** Jeg tenker at det kommer til å utfolde seg litt likt så lenge jeg prøver å sette 5-ord så kommer jeg til å få den del poeng i starten så antar jeg at den kommer til å ta meg igjen senere. Da gjelder det å begynne og lage ikke bare 5-bokstavsord. Jeg håper jo på at det blir litt jevnere litt lenger. Men klart hvis jeg underpresterer så kommer den til å stikke fra meg her og.
- I:** Da skal du få lov til å spille.
- [Spiller mot Hard AI og taper 63-70]
- P03:** Fyfaen, det var litt av noen poeng da! Ja asså, fy fader.
- I:** Hvor lang tid tror du at du spilte?
- P03:** Jeg brukte vel litt over 10 minutter kanskje? Litt vill gjetting, men det føles ut som 10 minutter.

- 
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P03:** Jeg synes at det er mer variasjon i svarene fra AIen. Så det er mer spennende å spille. Jeg likte spesielt godt den "Take that L". Annet enn det så føler jeg at gangen i spillet er bra. Og når det er snakk om å få informasjon så er resultatsiden mer oversiktlig og det gir meg mer enn det det har gjort tidligere, så det er stor fremgang der. Jeg føler at jeg ikke treffer like godt med bokstavene jeg får fra den, men det kan jo ha noe å gjøre med game moden da, den spiller jo bra.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P03:** Jeg synes det er moro å spille. Du får skikkelig mestringfølelse, men også ikke-mestringsfølelse når du taper forsåvidt. Men nå må jeg jo nesten bare trene mer. Jeg føler jo at tida gikk ganske fort, og det sier jo litt om at jeg ikke vet helt sikkert hvor lang tid jeg brukte engang. Det også er jo et veldig godt tegn.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var?
- P03:** Jeg følte at jeg hadde litt kontroll i starten også mistet jeg den kontrollen ganske fort. Da følte jeg at den hadde kontrollen ganske lenge, før jeg følte at jeg fikk litt kontroll tilbake på slutten, men det har jo også litt med poengene som blir gitt da. At den starter med at jeg hele tiden måtte catche opp med den på en måte. Så stakk den litt i fra, og da vil du føle at du ikke har kontroll. Det har jo med gangen i spillet å gjøre.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P03:** Nei, jeg følte at jeg var ganske konsentrert. Sikkert andre ting som kan spille inn på her, kanskje jeg kunne vært mer våken kanskje. Nei, jeg følte at jeg var ganske lite distraherert. Det er heller ikke sånn at de meldingene du får heller distraherer deg for mye på en måte, men at det er et morsomt tillegg sånn at det føles at du spiller mot noen eller noe siden du ser jo ikke brettet til noen andre. Så det ser jo ut som at du spiller mot de selv frem til du får den kommunikasjonen der da.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P03:** Jeg synes det var vanskelig. Nå er jeg vel rimelig sikker på at den har ganske samme taktikk som Extreme ser ut til å ha. Den fikk akkurat like mange poeng, men det kan jo ha noe med at jeg scoret bedre her da og da scorer den også bedre enn meg. Nei, jeg synes det var som man skal forventet. Det er ikke meningen at du skal vinne på Hard heller. Jeg må trene mer før jeg skal briljere over Hard. Jeg følte det matchet godt med hva jeg forventet da.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P03:** Ja, jeg vil si at den har et ganske godt ordforråd når halvparten av ordene har jeg ikke hørt om engang.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P03:** Det er jo i såfall kommunikasjonen du får da når du legger på en bokstav så får du feedback om "Takk for den bokstaven, du gjør det for lett for meg". Det vil jeg jo si er utfordrende, men det er jo en del av spillet. Men det er jo også det med hvilke bokstaver som blir gitt da. Det er jo også litt sånn flaks eller ikke flaks om de tankene om ord du allerede har stemmer overens med de bokstavene du får fra den. Der går det an å være heldig eller uheldig.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P03:** Jeg følte vel egentlig på at den var uforutsigbar, men det er jo også litt igjen i at det skal være Hard da. Så da skal den ikke være helt forutsigbar. Da ville jeg kunne føle at jeg kontrollerer spillet mer, og det ligger jo litt i Hard at jeg ikke skal kontrollere så mye da.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettfærdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
-

- 
- P03:** Ja, det var litt shit-kasting her og der, og noen bokstaver jeg ikke følte jeg fikk plassert helt der jeg ville, men det er jo sikkert akkurat det samme for den og da.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P03:** Nei, når jeg først ser på den nå så synes jeg at hele pakka, spillet, AIen og alt inkludert, så synes jeg at det bare funker. Jeg synes det ikke er noen spesifikke ting som mangler eller som ødelegger spillopplevelsen. Jeg føler også som dere sier at game modesene matcher det som man forventer. Det er mer variasjon i responsen man får, så det er også bra. Da må man begynne å se hvordan det ser ut for alle brukere, emojiis og sånn, er dem like for Windows og Mac? Det er så spesifikt da. Det man kunne hatt er poengscore som en logg, litt som i sjakk så har du en elo-score, eller trekkene eller poengscore per runde. For når du spiller så er det ganske mye plass da på større skjerm. På siden så kan du ha poengscoren per runde og den kunne vært mulig å hide eller ikke. Hos meg ville det vært han stikker av og jeg tar han igjen. Det kunne vært mulig. Men det er ikke akkurat på AIen da, det er på spillet generelt.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen?
- P03:** Jeg synes at det at jeg mister tida er den gode indikatoren her da. At jeg ikke har helt forståelse av hvor lang tid jeg bruker. Det viser jo faktisk at jeg blir fanget i spillet. Også liker jeg også at det er mulig å bli utfordret. Selv så liker jeg å tape flere kamper mot vanskeligere motstand enn å spille mot Easy og forhåpentligvis vinne da. Jeg synes også at hele gangen i spillet med UI og sånt funker bra.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P03:** Jeg følte at det var en utfordring med de bokstavene jeg fikk. Også følte jeg også at noen av de ordene jeg trodde var ord var ikke ord så da følte jeg litt på ikke skuffelse, men mer overrasket over at jeg ikke mer poeng enn det jeg trodde jeg skulle få. Også følte jeg mestring med at jeg klarte å ta igjen både Hard og Extreme selv om de ledet en del, så klarte jeg på en måte å ta innpå, mer på Hard enn mot Extreme, noe som gi forsåvidt mening siden Extreme burde man neste ikke klare å slå. Andre følelser enn det klarer jeg ikke å komme på. Men jeg sitter igjen med en god følelse etter å ha spilt spillet da, uansett om at jeg har tapt samtlige av spillene. Så det er har fortsatt vært en utfordring som er det jeg leter i et spill da.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P03:** Jeg føler ofte at jeg er litt i sonen i midten av spillet fordi i starten så begynner du å legge ord som du tenker litt selv. Også etter hvert så blir det flere og flere retninger du må begynne å tenke på. Da føler jeg man går mer inn i sonen, og det er det som gjør at jeg mister tiden. For jo lenger ut i spillet jeg går, jo lenger tid bruker jeg per trekk før de siste fire trekkene for da får du ikke gjort så mye uansett. Så jeg følte at jeg var i sonen og mistet tiden litt.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P03:** Nei, det er noe med det kanskje at man kan føle seg litt forstyrret av de kommentarene som kommer. Samtidig som kommer det an på om man har på lyd eller ikke. Jeg hadde ikke på lyd så da la jeg ikke så mye merke til det. Det er mer sånn at du legger merke til det innimellom. Det er jo fint med lyd hvis du ønsker mer interaksjon da, men der var ikke veldig forstyrrende.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P03:** Akkurat nå har jeg jo spilt et par ganger, så nå finner jeg spillet ganske intuitivt. Jeg vil også legge til at hvis dette her var første gangen så tror jeg at blant annet at "Spilletts regler" hadde hjulpet meg såpass godt at det ikke hadde hatt noe å si om jeg hadde spilt noe tidligere.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?

- 
- P03:** Det første jeg kommer på er det jeg nevnte i sted. Forsåvidt så har jeg jo en stor skjerm så, det er jo plass til å kunne ha mer informasjon under spillet. Det var jo en ide å kunne skjule om man ville med en accordion eller noe sånt. Da kan man enten ha hvilke bokstaver man har valgt i rekkefølge, men også hvor mange poeng du har hatt hele veien. Jeg føler at den hele tiden går over også catcher jeg den igjen. Så det hadde vært kult å se rekkefølgen på hvordan det går. Annet enn det, så ville jeg endret på at jeg kunne vært bedre, men det er ikke noe dere får gjort noe med. Da igjen må jeg jo spille mer da.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.



---

## Participant 04

**I:** Hei, og velkommen tilbake til siste runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. Endringene vi har gjort siden sist er at vi har utviklet en ny vanskelighetsgrad som erstatter det som var Hard før etter tilbakemeldinger fra sist. Det som tidligere var Hard er nå blitt Extreme som er den aller vanskeligste vanskelighetsgraden. Så i dag skal du få lov til å teste det som er den nye Hard.

**I:** Det første du kan gjøre er å velge om du vil logge inn eller spille som gjest. Dette er helt opptil deg.

**P04:** Logger inn jeg.

**I:** Før du spiller mot Hard så skal du få muligheten til å spille mot en valgfri vanskelighetsgrad bortsett fra Hard. Eller så kan du gå rett på Hard, dette er igjen opptil deg.

**P04:** Okei, jeg kan spille mot Medium bare for å friske opp minnet litt. Sånn at jeg er forberedt. Why not?

**I:** Da skal du få love til å starte mot Medium.

[Spiller mot Medium AI og vinner 77-56]

**I:** Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lurer jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?

**P04:** Siden jeg har spilt mot Extreme før da så hvis jeg husker korrekt så var det veldig vanskelig. Så det sier jo litt seg selv da noe som er en god middle ground mellom Medium og Extreme. Jeg forventer en større challenge nå, og jeg vet ikke om jeg hadde en veldig bra runde nå med litt flaks, men vi får se.

**I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?

**P04:** Kanskje at jeg får litt vanskeligere bokstaver, litt vanskeligere å plassere ting i gjennom spillet. Vanskelig med å bygge opp ord kanskje.

**I:** Da skal du få lov til å spille.

[Spiller mot Hard AI og taper 43-44]

**I:** Hvor lang tid tror du at du spilte?

**P04:** 6 minutter kanskje?

**I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?

**P04:** Jeg liker at du kan følge med på poengene nede på siden, det gjør det litt mer spennende å se hvor du er. Også liker jeg veldig godt det med at AIen prater med deg, da føles det litt mer personal. Og at du kan se alle poengene på ordene du allerede har spilt og sånne ting.

**I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?

**P04:** Jeg synes at det er gøy og hvert fall at det er to vanskelighetsgrader som jeg nå føler at jeg må slå. At jeg må øve meg litt for å få det til. Det er fortsatt en challenge der etter å ha spilt en del ganger.

**I:** Hvor i kontroll følte du at du var?

- 
- P04:** I forhold til hvordan spillet gikk så følte jeg at jeg var i litt mindre kontroll rett og slett bare fordi det var vanskeligere denne runden her. Jeg fikk litt bokstaver som jeg ikke vill ha og ventet på bokstaver som jeg ikke fikk. Og det er jo hele poenget med at det er Hard.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?
- P04:** Jeg hadde ingen distraksjoner egentlig jeg følte at jeg var ganske i det.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?
- P04:** Det virker passende. Hvert fall i forhold til når jeg spilte mot Medium. Også har jeg spilt Extreme før, så jeg føler at jeg bare må spille litt mer så er Hard overkommelig. Så er det en skikkelig challenge med Extreme da.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P04:** Ja, hvert fall med tanke på bokstavene vi fikk og brukte. Så jeg følte det ga mening.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P04:** Jeg fikk veldig mange Aer. Jeg visste hva jeg skulle gjøre av med alle disse Aene. Så det ble litt vanskelig. Jeg vet ikke om det stemmer, men jeg følte at jeg fikk litt flere spesielle bokstaver enn forrige runde. Det kan være tilfeldig.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P04:** Jeg følte ikke at jeg klarte å predicte hva den skulle gjøre så jeg tenkte at den måtte gi meg en E en eller annen gang, men det gjorde den ikke. Så den planen funket ikke hvert fall.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P04:** Ja, jeg kan føle at læringskurven er der. Jeg føler at det er veldig positivt når det kommer til sånne her spill at du føler at det er noe du kan bygge på kunnskapen din jo mer du spiller det også overkomme challengen da.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P04:** Nei, egentlig ikke. Som sagt så fikk jeg en del Aer, men det er sånn spillet er. Det kan være en bra taktikk. Det er litt vanskelig å komme på sånn på sparket. Jeg føler jeg må ha flere games for å kunne forstå AIen litt mer. For det kan hende at de spillene jeg har spilt bare har vært anamolies på en måte. Jeg har litt kortidshukommelse, men kanskje litt mer diverse bokstavutvalg. Det er litt vanskelig å komme på noe på sparket uten å ha flere games under beltet.
- I:** Kan du beskrive den generelle spilloplevelsen?
- P04:** Utfordrende, men stor potensiale med læringskurve. Jeg føler det er en veldig tydelig læringskurve der etter hvert spill. At du alltid kan tenke deg til nye taktikker og nye måter på å ta challengen. Alt i alt en veldig morsom hjernetrim. Morsom og rask hjernetrim.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P04:** Stress fordi jeg hadde lyst til å vinne. Hvert fall hvis du er på en runde der du føler at du ikke har helt styr eller en god nok plan på der ordene skal gå. Så det kan være stressende på en god måte, at du har lyst til å vinne. Det var morsomt rett og slett. Jeg kunne sett for meg å ha tatt opp dette når jeg har tid, så kunne jeg bare åpnet det opp og tatt noen runder. Det ver veldig simpelt å bare komme i gang.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
-

- 
- P04:** Kanskje starten og litt etter starten for det er da jeg prøver å planlegge med de første bokstavene og hvilke ord jeg skal bygge ut for og så bygge resten av alle ordene. Det er jo de første to ordene som nesten diktaterer mye av de andre ordene. Så jeg prøver å tenke på alle de forskjellige ordene jeg kan skrive ved det første ordet. Og kanskje helt mot slutten og når det er veldig mange bokstaver på bordet og hvilke av de siste fem slotsa du burde putte bokstavene i for å få en skikkelig kombo.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P04:** Nei, det synes jeg ikke. Ikke som jeg kommer på hvert fall.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P04:** Altså nå har jeg jo spilt det en del ganger, men jeg kan huske siden første gangen at det var veldig intuitivt. Det skal ikke mer enn ett feilklikk før forstår oja selvfølgelig det er sånn man gjør det. Ellers tror jeg ikke du trenger ett feilklikk engang fordi det er veldig intuitivt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P04:** Det er vanskelig å si. Jeg føler dere har lagt veldig mye siden første gang jeg spilte. Jeg kan ikke si at jeg savner noe med en gang. Jeg liker all feedbacker, jeg liker leaderboard, jeg liker all statistikken du får, at AIen prater tilbake og lydene. Vanskelig å si egentlig. Jeg synes at stilen passer veldig godt hva spillet er.
- I:** Det var alle spørsmålene vi hadde. Takk for at du tok deg tid til å brukerteste.

---

## Participant 05

**I:** Takk for at du vil delta på denne brukertesten. Du skal i dag spille mot hard, men du skal få først få muligheten til å spille mot en annen vanskelighetsgrad om du vil. Dette er helt valgfritt.

**P05:** Okei, da vil jeg spille mot medium.

**I:** Hvorfor vil du spille mot Medium på nytt?

**P05:** Fordi jeg slet litt mod medium sist, så da er det en god oppvarming for at jeg skal spille mot hard, så jeg ikke får falske forhåpninger til hard.

**I:** Da skal du få love til å starte mot Medium.

[Spiller mot Medium AI og vinner 60-54]

**I:** Grattis! Da fikk du varmet opp. Da skal du få lov til å spille mot Hard. Før du begynner så lur jeg på hva du forventer før du spiller mot Hard?

**P05:** Jeg slo jo så vidt medium nå, så jeg forventer at jeg får mye verre bokstaver og at det blir mye vanskeligere å slå den. Mye mulig at det nesten blir umulig, med mindre man sitter med en ordbok, men det får vi se.

**I:** Hvordan forventer du at spillet utfolder seg?

**P05:** Litt samme temp som medium, men at det kommer til å være vanskeligere bokstaver, som gjør det vanskeligere å sette sammen disse 5-bokstavsordene som jeg liker. Jeg tror strategien blir å få 3 eller 4.

**I:** Da skal du få lov til å starte. Lykke til!

[Spiller mot Hard AI og taper 55-76]

**P05:** Oi den er god!

**I:** Ja, men det var bra spill. Hvor lang tid tror du at du spilte?

**P05:** Tror det tok litt tid. 5 minutter eller noe sånt.

**I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?

**P05:** Det var clean å spille. Flowen var bra. Det var ikke et sted jeg stoppet opp og måtte tenke. Det var minimalistisk, men jeg fikk den informasjonen jeg trengte, det var bra.

**I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?

**P05:** Det var gøy. Litt vondt å få rare bokstaver noen ganger, men det var gøy å spille.

**I:** Hvor i kontroll følte du at du var?

**P05:** Egentlig ganske god kontroll, men det skal sies at engelsken min ikke var helt bra. Men jeg fikk frem de bokstavene fra AIen som jeg hadde lyst på.

**I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?

**P05:** Veldig, men jeg ble litt distraheret av noen i rommet her, men jeg kom raskt tilbake og kom ordentlig inn i det.

**I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?

**P05:** Jeg ville sagt det var ganske dead-on. Det var en vanskelig AI. Den var en del vanskeligere enn medium, med tanke på hvilke bokstaver den gir deg, og hvordan den performer, men ganske sann til vanskelighetsgraden. Vanskelig å slå, men ikke umulig.

- 
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P05:** 100%. Det er ca. der jeg forventet at scoren skulle ligge.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P05:** Nei, jeg synes det var bra spilt av den. Det var ikke noen rare bokstaver eller oppførsel. Det var bra spilt.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P05:** En god blanding. Noen ganger visste jeg at her kommer en av "disse" bokstavene, men andre ganger fikk jeg noe helt tilfeldig.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P05:** Ja, det vil jeg si.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P05:** Helt ærlig, nei. Jeg synes den var perfekt, dead-on. Akkurat der den skal være.
- I:** Kan du beskrive den generelle spillopplevelsen din?
- P05:** Generellt, sitter jeg igjen med en god følelse etter å ha spilt. Ja, jeg tapte mot den, men jeg føler jeg gjorde mitt beste, og den var bare bedre. Men det var veldig gøy å spille, det var lett og intuitivt, og spillene tar ikke så lang tid, så det er fint å spille mens man sitter på bussen og vil kaste bort litt tid.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P05:** Det var mer morro, når jeg fikk til et ord, eller søren der bomma jeg. Så en god blanding av "Yes! jeg fikk det til" og "Nei, der bomma jeg".
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P05:** Ja, absolutt, egentlig gjennom hele, for du må konstant tenke på neste ord. Uansett hva AIen gir deg så planlegger du neste ord.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P05:** Nei, ikke egentlig, jeg følte meg engasjert hele veien.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P05:** Veldig intuitivt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet for å forbedre spillopplevelsen?
- P05:** Egentlig ikke så veldig mange ting jeg har å komme med her. Jeg synes det er veldig clean og bare funker. Alt bare var så intuitivt hele veien.
- I:** Det var siste spørsmål. Takk for at du tok deg tid til oss!

---

## Participant 06

**I:** Hei og velkommen til brukertest. Jeg sender deg en lenke i chatten som du kan gå inn på, også er det fint om du deler skjerm.

**P06:** Det kan jeg gjøre!

**I:** Før du spiller mot Hard så skal du få muligheten til å spille mot en valgfri vanskelighetsgrad bortsett fra Hard. Eller så kan du gå rett på Hard, dette er igjen helt opptil deg.

**P06:** Okei, da går jeg rett på hard.

**I:** Hvorfor valgte du å gå rett på hard uten å spille mot en annen vanskelighetsgrad først?

**P06:** Fordi jeg har såpass tiltro til egne ferdigheter. Det burde gå smertefritt. Så har jeg jo spilt spillet før, så jeg husker hvordan det fungerer.

**I:** Det er helt lov det. Før du starter spillet skal du få noen spørsmål. Hva forventer du før du møter vanskelighetsgraden Hard, som er den nest vanskeligste?

**P06:** Jeg forventer at det skal bli relativt jevnt, men at det skal være ganske utfordrende å spille mot den, altså at den gir meg dårlige brikker, som gjør det vanskelig for meg å legge ord. Men det skal ikke være slik at den går helt berserk og bare gir meg kjempevanskelige bokstaver, også klarer den alt selv.

**I:** Hvordan forventer du at spillet kommer til å utfolde seg?

**P06:** Jeg kommer til å legge en plan, men så kommer planen til å kjapt endre seg fordi ting ikke går som jeg vil. Litt med tanke på at jeg forventer at den gir meg ganske bra motstand.

**I:** Da skal du få lov til å starte spillet. Du velger selv om du vil logge inn eller ikke, men vi ønsker at du spiller på engelsk. Lykke til!

[Spiller mot Hard AI og taper 47-72]

**P06:** Ai, ai, ai, jeg ble jo overkjørt.

**I:** Ja, det var en liten vei opp til AI her. Samme spørsmål som i sted. Hvor lang tid tror du at du spilte?

**P06:** 6-7 minutter kanskje.

**I:** Hva synes du om tilbakemeldinge når du spilte?

**P06:** Jeg la ikke merke til så mye, jeg var mer fokusert på brettet og poengsummen, så det var mest det jeg forholdt meg til.

**I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?

**P06:** Jeg synes det var gøy. Det er et morsomt spill og krever at du tenker gjerne flere trekk frem i tid annet enn bare her og nå for å få mest mulig poeng. Det er gøy og utfordrende på samme tid.

**I:** Hvor i kontroll følte du at du var?

**P06:** Jeg føler at jeg fort blir dratt ut på glattisen med de ordene jeg legger, så ikke sånn superkontrollert.

**I:** Hvor konsentrert var du når du spilte?

**P06:** Relativt konsentrert. Jeg personlig blir ikke så veldig konsentrert når det gjelder spill, men det er bare meg.

**I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?

- 
- P06:** Jeg synes det var mye vanskeligere enn jeg trodde det skulle være, hvertfall med tanke på at det finnes en extreme også. Så forventet egentlig at jeg skulle henge litt mer med. Men det var tidlig der at jeg så at jeg lå langt bak.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P06:** Det er vanskelig å si egentlig, jeg husker ikke hva den har fått før. Jeg har ikke noen særlig referansepunkter.
- I:** Var det noen spesielle oppførsler eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P06:** Ikke noe annet enn at det kom bokstaver som er vanskelig å legge og som ikke alltid passer med så mange ord, men det er jo å forvente og.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P06:** En god blanding egentlig. Det er jo på en måte forutsigbart at den kommer med uforutsigbare trekk.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P06:** Ja, det vil jeg si.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P06:** Nei, ikke som jeg kommer på. Den spiller jo på en måte sitt spill, og det reflekterer jo hvor god den er, så det er litt vanskelig å si hvilke forbedringer man kunne gjort. Som sagt forholdt jeg meg ikke så mye til hva den sa også videre, jeg fulgte mest med på poengsummen og selve brettet, og det ga hvertfall veldig mening.
- I:** Kan du beskrive din generelle spillopplevelse?
- P06:** Jeg synes det er morsomt, og jeg føler at det er enkelt å bli raskt bedre fordi du lærer deg å se flere trekk frem i tid. Det er en fin måte å oppleve at det går fremover, du får fremgang veldig raskt.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P06:** Jeg følte meg utfordret. Også var det litt stressende å se at man ligger langt bak, og føle at man ikke klarer å holde helt følge.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P06:** Når man kommer litt inn i det, og ser muligheter til å få flere ord på ett trekk, da begynner man å bli mer engasjert og håper at man får den muligheten. På starten må man jo se hvor det går, men etterhvert så dukker det opp flere muligheter.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P06:** Nei, egentlig ikke.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P06:** Veldig intuitivt. Nå har jeg spilt før, så det hjelper. Hadde jeg ikke spilt det før hadde jeg måttet lest gjennom spillreglene, men når man kommer inn i det går det veldig greit.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P06:** Leaderboardet ser veldig bra ut, det var kult! Dette gjør at man får litt større grunn til å spille, at man kan konkurrere mot andre og mot AI. Men jeg tenker først at det er språket det står på jeg velger på toppen her, og ikke hvilket språk spillene er spilt på. Ellers ingen umiddelbare tanker om forbedringer.
- I:** Den er grei, da har vi fått svar på alle våre spørsmål. Takk skal du ha for hjelpen!
-

---

## Participant 07

- I:** Hei, og velkommen tilbake til siste runde av brukertesting. Takk for at du setter av tid til å brukerteste spillet vårt igjen. Det blir samme oppsett som sist der vi sender deg en lenke i chatten som du kan trykke deg inn på. Vi ønsker også at du deler skjerm slik at vi kan se hva du gjør. Endringene vi har gjort siden sist er at vi har utviklet en ny vanskelighetsgrad som erstatter det som var Hard før etter tilbakemeldinger fra sist. Det som tidligere var Hard er nå blitt Extreme som er den aller vanskeligste vanskelighetsgraden. Så i dag skal du få lov til å teste det som er den nye Hard.
- I:** Før du spiller mot Hard så skal du få muligheten til å spille mot en valgfri vanskelighetsgrad bortsett fra Hard. Eller så kan du gå rett på Hard, dette er igjen opptil deg.
- P07:** Okei, da prøver jeg en kjapp runde mot Medium.
- I:** Hvorfor vil du spille mot Medium på nytt?
- P07:** Det er en stund siden jeg har spilt, så jeg må få tilbake følelsen. Også gir det jo en liten pekepinn på hva jeg kan forvente av hard etterpå, siden den er vanskeligere enn medium.
- I:** Da skal du få love til å starte mot Medium.
- [Spiller mot Medium AI og vinner 68-56]
- I:** Gratulerer, bra spilt. Da skal vi gå videre til hard, men først noen spørsmål. Hva forventer du før du spiller mot Hard, den nest vanskeligste nivået?
- P07:** Åpenbart noe i mellom medium og extreme. Kanskje at den får flere 5-bokstavs ord enn medium. Jeg er litt usikker, på hva mer, men det blir vanskeligere regner jeg med.
- I:** Hvordan forventer du at spillet kommer til å utfolde seg?
- P07:** Føler jeg kommer til å ta tidlige poeng, men så kommer AIen mot slutten.
- I:** Da skal du få sette i gang å spille mot hard. Lykke til.
- [Spiller mot Hard AI og taper 53-73]
- I:** Det var nesten. La meg samle inn litt resultater før vi går videre. Sånn. Hvor lang tid tror du at du brukte på å spille mot hard.
- P07:** 10 minutter kanskje? Litt under.
- I:** Hva synes du om tilbakemeldingene når du spilte?
- P07:** Man ble litt demotivert når AIen likte det den fikk, men jeg vet ikke hvor "ekte" det er, om den faktisk trengte de bokstavene eller ikke.
- I:** Uavhengig av resultatet. Hvordan synes du det var å spille?
- P07:** Det var gøy, jeg likte det veldig godt.
- I:** Hvor i kontroll følte du at du var mens du spilte?
- P07:** Ikke så veldig i kontroll, jeg følte jeg lå under hele veien.
- I:** Hvor konsentrert var du når du spilte? Var det noe som distraherete deg?
- P07:** Jeg var ganske konsentrert, men når jeg ikke fikk poeng for "ADHD", mistet jeg litt fokus, siden jeg da ikke var like motivert lengre.
- I:** Hvor vanskelig var spillet relativt til den valgte vanskelighetsgraden?



- 
- P07:** Jeg følte det var vanskeligere enn medium, men ikke helt ekstremt heller. Men det var jo vanskelig å vinne for så vidt.
- I:** Følte du at motstanderens score passet til vanskelighetsgraden?
- P07:** Ja, det vil si.
- I:** Var det noen spesielle oppførslor eller handlinger AIen hadde som du fant utfordrende eller frustrerende?
- P07:** Jeg ser nå at den har veldig mange 5-bokstavs ord, og den har jo selvfølgelig et mye bedre ordforråd enn meg.
- I:** Følte du at AIen oppførte seg forutsigbar eller uforutsigbar?
- P07:** Jeg vil si den var ganske forutsigbar egentlig.
- I:** Følte du at AIen ga deg en rettferdig og balansert utfordring igjennom hele spillet?
- P07:** Ja, det vil jeg si.
- I:** Er det noen endringer eller forbedringer du ønsker å se hos AIen?
- P07:** Nei, hadde vært litt gøy om den ga meg litt vanskeligere bokstaver, som z og x og w og sånne bokstaver.
- I:** Kan du beskrive din generelle spillopplevelse?
- P07:** Det var veldig gøy, jeg følte litt at jeg hadde tapt fra starten av, men det var fortsatt en rettferdig utfordring, så det var veldig underholdende.
- I:** Kan du beskrive noen av følelsene du hadde når du spilte?
- P07:** Kanskje litt irritert, litt utålmodig, men jeg synes jo det var gøy, så jeg ble jo underholdt.
- I:** Var det noen øyeblikk der du følte at du var i sonen eller veldig engasjert?
- P07:** Helt i starten var jeg det. De første fem bokstavene. Og så mista jeg det.
- I:** Var det noen sider av spillet som gjorde det vanskelig å holde seg fokusert eller engasjert?
- P07:** Nei, ikke egentlig. Ingen ting jeg kommer på.
- I:** Hvor intuitivt fant du spillet?
- P07:** Intuitivt.
- I:** Hvilke forbedringer ønsker du å se i spillet?
- P07:** Nei, jeg har sagt det før. Men litt mer customizable innstillinger som farger og brett, samt font.
- I:** Den er grei. Det var egentlig de spørsmålene vi hadde, takk for tiden din!

---

## H Statements on Player Experience

Files\UT\_1 - § 17 references coded [ 3.35% Coverage]

Reference 1 - 0.10% Coverage

Jeg synes ikke jeg gjorde det så veldig bra, men AIen gjorde det jo veldig mye dårligere.

Reference 2 - 0.10% Coverage

Jeg synes det var gøy, morsomt konsept. Dette er noe jeg føler folk kan bli lett hekta på.

Reference 3 - 0.09% Coverage

Det var bra, synes ikke jeg spilte like bra som i sted, med mye 3-poengsord.

Reference 4 - 0.28% Coverage

Jeg følte vinnerlyst. Jeg fulgte ikke så nøye med på scoren, så jeg følte mer at jeg spilte mot meg selv og ble sur hvis jeg plasserte bokstaver dårlig eller så at det kom til å bli vanskelig å få gode ord. Jeg følte jeg fikk konkurranseinstinkt.

Reference 5 - 0.22% Coverage

Det at jeg lå først hele veien er en god indikator, i tillegg klarte jeg litt å gjette meg frem til hvilke bokstaver den kom til å velge, som gjorde at jeg kunne få to ti-poengs ord relativt kjapt.

Reference 6 - 0.53% Coverage

Jeg følte på mestrings underveis, at jeg fikk lagt ganske gode ord. Jeg følte det fordi jeg la gode ord, og fikk lagt bokstaver slik at jeg senere kunne bruke dem selv om jeg fikk vanskelige bokstaver fra AIen. Jeg hadde en bedre strategi enn jeg hadde første gang mot easy. Jeg følte på mer konkurranse, siden medium var såpass mye bedre enn easy, så ble det mye mer frem og tilbake. Det var jo konkurranse hele veien, og det er ekstra spennende når man kan se scoren underveis.

Reference 7 - 0.09% Coverage

Jeg sitter igjen med mange tanker om hvordan jeg kan bli bedre til neste runde

Reference 8 - 0.10% Coverage

Det minner meg litt om wordle, veldig simpel og bra hjernetrim. Litt som å løse sudoku.

Reference 9 - 0.47% Coverage

Jeg føler meg veldig engasjert i de to korte rundene jeg har spilt. Det er så lett å komme igang. Deter ikke noe oppsett, du er igang med en gang og må prøve komme opp med gode ord. Og det er jo en thrill å klare å komme opp med et ord som er fem bokstaver langt, og kanskje går gjennom andre ord. Det er veldig godt å se 10-poengeren poppe opp. Det er også veldig deilig å se ord man ikke er helt sikre på bli godkjent som ord.

Reference 10 - 0.08% Coverage

Ja, det var gøy, man må jo begynne å planlegge hvilke ord man skal legge.

Reference 11 - 0.30% Coverage

Jeg følte for det meste frustrasjon for at jeg ikke klarte å huske engelske ord, men når jeg først klarte å lage ord fikk jeg momentan glede før det var på'n igjen med å bygge neste ord. Det var gøy når man plasserte en bokstav og så at det dukket opp 2-3 nye ord i ordlisten.

Reference 12 - 0.39% Coverage

Først og fremst var det veldig gøy og utfordrende. Det var gøy at man måtte tenke på to ting samtidig, både at man skulle stable sammen ord, og samtidig sette motstanderen i vanskelige situasjoner. Jeg måtte tenke veldig kreativt og på flere ting på en gang, som er vanskelig og utfordrende. Så alt i alt en fin mik

---

mellom utfordrende og gøy.

Reference 13 - 0.23% Coverage

Jeg fikk litt konkurranseinstinkt, siden jeg ville vinne. Også følte jeg på litt press. Jeg fokuserte kanskje ikke så mye, men mer enn et vanlig spill som bare er for morro skyld. Man må tenke litt mer.

Reference 14 - 0.11% Coverage

Jeg er fornøyd med at jeg vant. Det hadde vært kjedelig for selvtilliten å ikke vinnemoteasy.

Reference 15 - 0.07% Coverage

Jeg var jo ikke så langt unna, så det var mye mer jevnt her.

Reference 16 - 0.11% Coverage

Jeg ble litt frustrert til tider når ting ikke gikk min vei. Man kan jo ikke forutse hva man får.

Reference 17 - 0.09% Coverage

Litt irritert på meg selv, men bare på en gøy måte, slik et ordspill skal være.

Files\UT\_2 - § 49 references coded [ 6.87% Coverage]

Reference 1 - 0.04% Coverage

Jeg føler jeg er veldig konsentrert.

Reference 2 - 0.05% Coverage

Jeg følte jeg var i sonen, at jeg var konsentrert.

Reference 3 - 0.25% Coverage

Jeg føler at i starten så er man veldig konsentrert, men så litt utover spillet når man får mange tilfeldige bokstaver så gir man litt mer blanke. Det er sånn at man har en plan i starten så får man noen bokstaver som ikke passer inn i planen.

Reference 4 - 0.08% Coverage

Ja, man blir litt demotivert når man får bokstaver som ikke passer inn.

Reference 5 - 0.27% Coverage

Jeg synes at den var mye bedre nå enn tidligere. Du føler at du spiller mot en annen person nå eller mot en robot. Det er mye enklere å holde styr på hvem sin tur det er. Det var jo lyd og det var visuelt. Det plinget skikkelig så du får med når det er din tur.

Reference 6 - 0.36% Coverage

Jeg likte jo spillet. Det er veldig greit, men det er litt frustrerende inn i det når jeg halvveis inn har laget et dårlig rutenett og på en måte spenner ben på meg selv. Man får litt lyst til å hitte refresh og begynne på nytt. Utenom det så var det jo gøy å spille. Det er jo vanskelig å skille følelsene sine fra det spørsmålet siden jeg tapte.

Reference 7 - 0.33% Coverage

Hvis jeg forstår spørsmålet rett så var jeg jo i kontroll hele tiden. Men hvis du mener hvem som hadde styringen i spillet så følte jeg at AIen hadde kontroll. Det var jo litt fordi jeg ikke hadde en veldig gjennomtenkt taktikk og jeg er ikke noe god på å finne på engelske ord. Så på den måten var jeg ikke i kontroll.

Reference 8 - 0.28% Coverage

Jeg var jo ikke konsentrert over noe annet. Jeg var jo relativt konsentrert om spillet, men før vi startet var

---

jeg ikmke i helt game-mode. Jeg følte ikke helt at jeg kom ut på Champions League-matta og klar for å knuse skaller. Jeg ble litt tatt på senga av AIen.

Reference 9 - 0.07% Coverage

Spillopplevelsen min har vært utfordrende, morsom og lærerik.

Reference 10 - 0.12% Coverage

Jeg følte motstand, jeg følte irritasjon, jeg følte litt glede og mestring siden jeg klarte å få til 10-poengsord.

Reference 11 - 0.22% Coverage

Ja, jeg var vel i starten når jeg prøvde å finne første ord. Jeg må et 10-poengs ord i begynnelsen tenkte jeg, men så får man jo bokstaver man ikke trenger og slenger dem et sted. Og på slutten og naturligvis.

Reference 12 - 0.26% Coverage

Jeg synes det var bra. Du er jo avhengig av å få de bokstavene du ønsker fra motparten, og det var jeg jo mer heldig med sist gang enn nå. Jeg synes fortsatt at det var utfordrende. Jeg føler at hvis du vinner hver gang mot Medium så er det egentlig Easy.

Reference 13 - 0.17% Coverage

Jeg følte at jeg var i kontroll under 50% av tiden. Det handler jo om hvilke bokstaver du får. AIen hadde nok en bedre database på ord enn det jeg hadde der og da.

Reference 14 - 0.08% Coverage

Ganske konsentrert. Du må konsentrere deg for å finne de rette ordene.

Reference 15 - 0.26% Coverage

De var artige. Gir jo en annen dimensjon til spillet. Jeg kommenterte det sist at det ikke var så mye kommunikasjon mellom brettene, og nå er det jo mindre dinstansert. Selv om mange av kommentarene er repetative så gir det en ny dimensjon.

Reference 16 - 0.04% Coverage

Jeg synes det var mer utfordrende.

Reference 17 - 0.09% Coverage

Jeg følte jeg var mer konsentrert her enn mot Medium fordi jeg forventet mer match.

Reference 18 - 0.09% Coverage

Nok en gang, selv om jeg ikke klarer å slå den så sitter jeg igjen med en god følelse.

Reference 19 - 0.13% Coverage

Jeg følte meg utfordret. Jeg følte på mer mestring når jeg så at jeg var jevn mot Hard. Så jeg er veldig tilfreds med spillet.

Reference 20 - 0.08% Coverage

Når AIen gir bokstaver jeg har lyst til å ha, da føler jeg meg engasjert.

Reference 21 - 0.17% Coverage

Jeg likte at fra forrige gang så har dere lagt inn at AIen føles litt mer som en person. Som for eksempel takk for den Oen og nei ikke en T. Det var litt nice med lyd og.

Reference 22 - 0.11% Coverage

Jeg vil si at jeg var ganske konstantert. Jeg føler meg ganske involvert og jeg har jo lyst til å vinne.

---

Reference 23 - 0.11% Coverage

Jeg synes det er gøy. Jeg føler alltid at det er mer jeg kan prøve så jeg er ivrig på å spille et nytt game.

Reference 24 - 0.03% Coverage

Jeg følte meg konsentrert.

Reference 25 - 0.18% Coverage

Det jeg liker med spillet er at det er morsomt og utfordrende. Det er hjernetrim som er lett tilgjengelig. Det er kreativt med en læringskurve som er morsom å gå igjennom.

Reference 26 - 0.07% Coverage

Frustrasjon og tilfredstillelse når du får til en bra kombinasjon.

Reference 27 - 0.10% Coverage

Jeg følte meg i sonene da. Jeg prøvde å komme opp med noen smarte kombinasjoner opp og ned.

Reference 28 - 0.11% Coverage

Det føles mer personlig med alle emojisene, og det føles som at AI-en snakker til deg som en liten chatlogg.

Reference 29 - 0.08% Coverage

Spillet i seg selv var gøy. Det var gøyere å spille mot Hard enn Medium.

Reference 30 - 0.20% Coverage

På starten ikke så veldig. Det var veldig chill og jeg hadde veldig mye frihet. På slutten måtte jeg begynne å tenke veldig og bli mer konsentrert fordi det var vanskeligere å bygge ord.

Reference 31 - 0.21% Coverage

Spillopplevelsen var veldig bra. Jeg ble satt ut av den nye layouten siden jeg ikke forventet den. Det var gøy å spille og jeg fikk en god oppsummering. Det er faktisk noe jeg kunne gjort på bussen.

Reference 32 - 0.25% Coverage

På starten var det sånn at nå skal jeg bygge mange 5-bokstavsord og på slutten var det mer sånn faen hvordan fungerer det engelske språket igjen? Det var som en berg-og-dalbane der det startet på topp og sakte men sikkert gikk nedover.

Reference 33 - 0.17% Coverage

Ja, litt tilbake til konsentrasjonen. Når jeg følte at jeg måtte tenke så glemte jeg at jeg var i videosamtale. På slutten prøvde jeg å visualisere og telle opp.

Reference 34 - 0.12% Coverage

Det var ganske gøy egentlig. Det kom en del vanskelige bokstaver etter hvert, men jeg fikk det til ganske greit.

Reference 35 - 0.14% Coverage

Generelt hadde jeg god kontroll over spillet av bokstaver og hvilke ord som ble lagt, men det ble kaotisk når det kom noen Q'er og sånt.

Reference 36 - 0.12% Coverage

Sånn helt midt på treet. Det er jo et spill, så det er en begrensning på hvor mye kapasitet jeg legger inn i det.

Reference 37 - 0.15% Coverage

---

Jeg synes det var gøy. Det var en morsom og utfordrende opplevelse. Jeg fikk bryne meg på en vanskelig motstander og jeg fikk det til ganske greit.

Reference 38 - 0.09% Coverage

Det er de øyeblikkene når man føler at man får det til og at man henger med på scoren.

Reference 39 - 0.07% Coverage

Jeg likte å spille denne runden. Det var jevnere enn jeg trodde.

Reference 40 - 0.04% Coverage

Jeg var mer konsentrert nå. Det var jeg.

Reference 41 - 0.10% Coverage

Nei, jeg visste det var en vanskeligere vanskelighetsgrad så jeg måtte steppe opp gamet.

Reference 42 - 0.11% Coverage

Jeg synes det var gøy. Spennende spill selv om det er ganske simpelt. AIen gjør en ganske god jobb.

Reference 43 - 0.15% Coverage

Helt i starten så er man engasjert. Men hvis man ser at AI er i ledelsen og man ikke har noen flere ord å rutte med så er ikke motivasjonen helt der.

Reference 44 - 0.26% Coverage

Feedback generelt er jo bra, jeg skjønner jo hva jeg skal gjøre på en måte. Når det kommer til AIen så ble jeg litt sinna siden var den litt sassy, men det var gøy da. Det føltes som at man spilte mot en person og at det var gøy at det var sånn meldinger.

Reference 45 - 0.20% Coverage

Uavhengig av resultat så liker jeg det bedre. Det er jo på nivå med mange andre ordspill. Hva heter de andre spillene. Wordle for eksempel. De har jo ganske lik underholdningsverdi.

Reference 46 - 0.05% Coverage

Samme egentlig. Kanskje litt mer konsentrert.

Reference 47 - 0.06% Coverage

Utfordrende. Det setter jo i gang hjernen på en god måte.

Reference 48 - 0.09% Coverage

Fornøyd til tider. Frustrert til tider. Konsentrert, hvis det er en følelse. Fokuset

Reference 49 - 0.06% Coverage

Ja, det var noen ganger jeg følte at jeg kom i en god flyte.

Files\\UT\_3 - § 28 references coded [ 6.75% Coverage]

Reference 1 - 0.15% Coverage

Nei, jeg konsentrerte meg da. Noen ganger så jeg ordene jeg misset, så det er litt frustrerende, men ellers så følte jeg meg ikke så mye.

Reference 2 - 0.23% Coverage

Den var blandede følelser. Det var litt morsomt, det var litt irriterende, litt frustrerende og litt lettelse når det var over. For jeg skjønnte halvveis der at det var ikke noen måte for meg å komme tilbake.

Reference 3 - 0.23% Coverage

---

Ja, i starten så måtte du fokusere litt. Jeg vet ikke om det var halvveis eller litt før halvveis at jeg prøvde å jobbe meg langs kantene for å sikre meg sånne 5-bokstavsord, så da er jeg litt ekstra skjerpet.

**Reference 4 - 0.35% Coverage**

Jeg synes det er moro å spille. Du får skikkelig mestringfølelse, men også ikke-mestringsfølelse når du taper forsåvidt. Men nå må jeg jo nesten bare trene mer. Jeg føler jo at tida gikk ganske fort, og det sier jo litt om at jeg ikke vet helt sikkert hvor lang tid jeg brukte engang. Det også er jo et veldig godt tegn.

**Reference 5 - 0.44% Coverage**

Nei, jeg følte at jeg var ganske konsentrert. Sikkert andre ting som kan spille inn på her, kanskje jeg kunne vært mer våken kanskje. Nei, jeg følte at jeg var ganske lite distraherert. Det er heller ikke sånn at de meldingene du får heller distraherer deg for mye på en måte, men at det er et morsomt tillegg sånn at det føles at du spiller mot noen eller noe siden du ser jo ikke brettet til noen andre.

**Reference 6 - 0.48% Coverage**

Jeg synes det var vanskelig. Nå er jeg vel rimelig sikker på at den har ganske samme taktikk som Extreme ser ut til å ha. Den fikk akkurat like mange poeng, men det kan jo ha noe med at jeg scoret bedre her da og da scorer den også bedre enn meg. Nei, jeg synes det var som man skal forventet. Det er ikke meningen at du skal vinne på Hard heller. Jeg må trene mer før jeg skal briljere over Hard. Jeg følte det matchet godt med hva jeg forventet da.

**Reference 7 - 0.39% Coverage**

Nei, når jeg først ser på den nå så synes jeg at hele pakka, spillet, AIen og alt inkludert, så synes jeg at det bare funker. Jeg synes det ikke er noen spesifikke ting som mangler eller som ødelegger spillopplevelsen. Jeg føler også som dere sier at game modesene matcher det som man forventer. Det er mer variasjon i responsen man får, så det er også bra.

**Reference 8 - 0.25% Coverage**

Jeg synes at det at jeg mister tida er den gode indikatoren her da. At jeg ikke har helt forståelse av hvor lang tid jeg bruker. Det viser jo faktisk at jeg blir fanget i spillet. Også liker jeg også at det er mulig å bli utfordret.

**Reference 9 - 0.53% Coverage**

Jeg følte at det var en utfordring med de bokstavene jeg fikk. Også følte jeg også at noen av de ordene jeg trodde var ord var ikke ord så da følte jeg litt på ikke skuffelse, men mer overrasket over at jeg ikke mer poeng enn det jeg trodde jeg skulle få. Også følte jeg mestring med at jeg klarte å ta igjen både Hard og Extreme selv om de ledet en del, så klarte jeg på en måte å ta innpå, mer på Hard enn mot Extreme, noe som gi forsåvidt mening siden Extreme burde man neste ikke klare å slå.

**Reference 10 - 0.21% Coverage**

Men jeg sitter igjen med en god følelse etter å ha spilt spillet da, uansett om at jeg har tapt samtlig av spillene. Så det er har fortsatt vært en utfordring som er det jeg leter i et spill da.

**Reference 11 - 0.50% Coverage**

Jeg føler ofte at jeg er litt i sonen i midten av spillet fordi i starten så begynner du å legge ord som du tenker litt selv. Også etter hvert så blir det flere og flere retninger du må begynne å tenke på. Da føler jeg man går mer inn i sonen, og det er det som gjør at jeg mister tiden. For jo lenger ut i spillet jeg går, jo lenger tid bruker jeg per trekk før de siste fire trekkene for da får du ikke gjort så mye uansett. Så jeg følte at jeg var i sonen og mistet tiden litt.

**Reference 12 - 0.22% Coverage**

Jeg synes at det er gøy og hvert fall at det er to vanskelighetsgrader som jeg nå føler at jeg må slå. At jeg

---

må øve meg litt for å få det til. Det er fortsatt en challenge der etter å ha spilt en del ganger.

**Reference 13 - 0.30% Coverage**

Utfordrende, men stor potensiale med læringskurve. Jeg føler det er en veldig tydelig læringskurve der etter hvert spill. At du alltid kan tenke deg til nye taktikker og nye måter på å ta challengen. Alt i alt en veldig morsom hjernetrim. Morsom og rask hjernetrim.

**Reference 14 - 0.44% Coverage**

Stress fordi jeg hadde lyst til å vinne. Hvert fall hvis du er på en runde der du føler at du ikke har helt styr eller en god nok plan på der ordene skal gå. Så det kan være stressende på en god måte, at du har lyst til å vinne. Det var morsomt rett og slett. Jeg kunne sett for meg å ha tatt opp dette når jeg har tid, så kunne jeg bare åpnet det opp og tatt noen runder. Det ver veldig simpelt å bare komme i gang.

**Reference 15 - 0.09% Coverage**

Det var gøy. Litt vondt å få rare bokstaver noen ganger, men det var gøy å spille.

**Reference 16 - 0.34% Coverage**

Generellt, sitter jeg igjen med en god følelse etter å ha spilt. Ja, jeg tapte mot den, men jeg føler jeg gjorde mitt beste, og den var bare bedre. Men det var veldig gøy å spille, det var lett og intuitivt, og spillene tar ikke så lang tid, så det er fint å spille mens man sitter på bussen og vil kaste bort litt tid.

**Reference 17 - 0.15% Coverage**

Det var mer morro, når jeg fikk til et ord, eller søren der bomma jeg. Så en god blanding av "Yes! jeg fikk det til" og "Nei, der bomma jeg".

**Reference 18 - 0.14% Coverage**

Ja, absolutt, egentlig gjennom hele, for du må konstant tenke på neste ord. Uansett hva A1en gir deg så planlegger du neste ord.

**Reference 19 - 0.06% Coverage**

Nei, ikke egentlig, jeg følte meg engasjert hele veien.

**Reference 20 - 0.04% Coverage**

Ai, ai, ai, jeg ble jo overkjørt.

**Reference 21 - 0.20% Coverage**

Jeg synes det var gøy. Det er et morsomt spill og krever at du tenker gjerne flere trekk frem i tid annet enn bare her og nå for å få mest mulig poeng. Det er gøy og utfordrende på samme tid.

**Reference 22 - 0.21% Coverage**

Jeg synes det er morsomt, og jeg føler at det er enkelt å bli rakst bedre fordi du lærer deg å se flere trekk frem i tid. Det er en fin måte å oppleve at det går fremover, du får fremgang veldig raskt.

**Reference 23 - 0.14% Coverage**

Jeg følte meg utfordret. Også var det litt stressende å se at man ligger langt bak, og føle at man ikke klarer å holde helt følge.

**Reference 24 - 0.16% Coverage**

Når man kommer litt inn i det, og ser muligheter til å få flere ord på ett trekk, da begynner man å bli mer engasjert og håper at man får den muligheten.

**Reference 25 - 0.15% Coverage**

Jeg var ganske konsentrert, men når jeg ikke fikk poeng for "ADHD", mistet jeg litt fokus, siden jeg da



---

ikke var like motivert lengre.

**Reference 26 - 0.17% Coverage**

Det var veldig gøy, jeg følte litt at jeg hadde tapt fra starten av, men det var fortsatt en rettferdig utfordring, så det var veldig underholdende.

**Reference 27 - 0.10% Coverage**

Kanskje litt irritert, litt utålmodig, men jeg synes jo det var gøy, så jeg ble jo underholdt.

**Reference 28 - 0.08% Coverage**

Helt i starten var jeg det. De første fem bokstavene. Og så mista jeg det.

---

# I Statements on Game Mechanics

Files\UT\_1 - § 13 references coded [ 2.66% Coverage]

Reference 1 - 0.46% Coverage

Jeg blir først litt forvirra av navnet "Wordle" fordi jeg har spilt en del wordle, så jeg blir litt opphengt i de reglene i utgangspunktet. Jeg tolker det sånn at du og motstanderern får samme bokstaver, og du plasserer det et random sted på brettet ditt, og så er det om ågjøreå lageord ut avdem. Du fårpoengut ifrahvorlange ord du klarerålage. Det som er litt uklart for meg er hvordan spillet avsluttes.

Reference 2 - 0.33% Coverage

Ut i fra hvordan jeg har lest spillreglene så gjetter jeg at det ikke er noen forskjell, men min umiddelbare tanke var at det er forskjellig størrelse på brettet, men i og med at det sto at det er 5x5 brett, så tipper jeg at alle er like store. Men "easy" ja, da vil jeg tippe at AIen er litt dummere.

Reference 3 - 0.19% Coverage

Jeg tipper det meste blir selvforklarende etter hvert. Det står ingenting om hvordan man velger bokstav, men det tipper jeg vil vise seg når jeg starter å spille.

Reference 4 - 0.26% Coverage

Jeg trodde du bare kunne få hver bokstav en gang, men det var spennende at man kan få dem flere ganger. Jeg føler jeg skjønner at man bytter på å legge en bokstav. Også vil jeg anta at AIen også legger sine trekk uten at jeg ser det.

Reference 5 - 0.09% Coverage

Spillet er litt utfordrende fordi det bare er mulig å lage 5-bokstavs ord.

Reference 6 - 0.17% Coverage

Jeg tror jeg skjønner det meste. Det eneste jeg kanskje kunne leste igjen er nederst her ved exceptions. Ellers er det ganske greit i hodet mitt.

Reference 7 - 0.09% Coverage

Ja, hvertfall etter første runde følte jeg at jeg forsto gangen i spillet.

Reference 8 - 0.26% Coverage

Jeg synes spillreglene forklarte spillet veldig godt. Det eneste jeg måtte lese to ganger var den nederste delen i reglene som forklarte unntak rundt det å lage ord. Jeg synes alt var veldig intuitivt når jeg startet spillet.

Reference 9 - 0.10% Coverage

Det var veldig intuitivt. Da jeg startet skjønte jeg med en gang hvordan jeg spiller.

Reference 10 - 0.22% Coverage

Det er jo et type spill som er veldig rett på sak. Hvis du ikke forstår det når du starter, så forstår du det hvertfall når du er ferdig å spille. Så på ditt neste spill vil du hvertfall skjønne greia.

Reference 11 - 0.34% Coverage

Jeg slet jo litt med å forstå at hvis jeg velger en bokstav så må jeg også plassere den bokstaven i mitt eget grid. Så jeg skjønte ikke helt forløpet i spillet. Jeg trodde først at AIen bestemte en bokstav som jeg måtte bruke, men jeg skjønte ikke at man også må bruke den bokstaven man velger selv.

Reference 12 - 0.09% Coverage

Det var ikke veldig vanskelig å forstå hva man skulle gjøre rent spillmessig.

Reference 13 - 0.07% Coverage

---

Du vet hva du kan gjøre og ikke kan gjøre, og hva spillet går ut på.

Files\UT\_2 - § 3 references coded [ 0.45% Coverage]

Reference 1 - 0.20% Coverage

Jeg føler at spillet i seg selv er relativt enkelt. Utsendemessig og regler er jo ikke noe komplekst eller avansert. Det er gøy at man kan spille mot en AI og er ikke avhengig av noen andre.

Reference 2 - 0.11% Coverage

Jeg synes det er veldig intuitivt. Mye kommer av at du spiller det, men instruksjonsboka er intuitivt.

Reference 3 - 0.14% Coverage

Jeg føler det er ganske lett å plukke opp. Strategi er noe du lærer deg ved å spille spillet, men alt annet lærer du ganske raskt.

Files\UT\_3 - § 3 references coded [ 0.55% Coverage]

Reference 1 - 0.04% Coverage

Jeg synes det var veldig intuitivt.

Reference 2 - 0.31% Coverage

Akkurat nå har jeg jo spilt et par ganger, så nå finner jeg spillet ganske intuitivt. Jeg vil også legge til at hvis dette her var første gangen så tror jeg at blant annet at "Spillets regler" hadde hjulpet meg såpass godt at det ikke hadde hatt noe å si om jeg hadde spilt noe tidligere.

Reference 3 - 0.20% Coverage

Veldig intuitivt. Nå har jeg spilt før, så det hjelper. Hadde jeg ikke spilt det før hadde jeg måttet lest gjennom spillreglene, men når man kommer inn i det går det veldig greit.

---

## J Statements on AI Behavior

Files\UT\_1 - § 31 references coded [ 3.92% Coverage]

Reference 1 - 0.07% Coverage

Jeg synes egentlig at vanskelighetsnivået var rettferdig.

Reference 2 - 0.07% Coverage

Jeg synes den i stor grad passer valgt vanskelighetsgrad.

Reference 3 - 0.13% Coverage

For min del synes jeg det var ganske likt selv om jeg fikk litt flere poeng enn sist, men AIen fikk en del mer poeng enn sist.

Reference 4 - 0.07% Coverage

Jeg føler fortsatt at den passer vanskelighetsgraden godt.

Reference 5 - 0.11% Coverage

da vil jeg jo si at den var "easy". Siden jeg klarte å slå den med mer enn 4 ganger så mange poeng.

Reference 6 - 0.18% Coverage

Jeg føler scoren gjenspeiler vanskelighetsgraden, også ga den meg ikke noen vanskelige bokstaver heller, som også gjenspeiler vanskelighetsgraden.

Reference 7 - 0.13% Coverage

det stemmer at jeg slår den med litt flaks, og at den er mye jevnere. Hvis du ikke følger med får du ingenting gratis.

Reference 8 - 0.08% Coverage

Jeg føler den stemmer godt overens med den valgte vanskelighetsgraden.

Reference 9 - 0.13% Coverage

Jeg synes spillet i seg selv var veldig greit, og det var et godt samsvar med det jeg tenkte at easy kom til å være.

Reference 10 - 0.21% Coverage

Jeg vil si at scoren matcher vanskelighetsgraden i stor grad, kunne sikkert vært litt høyere og, men jeg synes 25 poeng virker helt riktig, selv om det er første gang jeg spiller spillet.

Reference 11 - 0.19% Coverage

Ellers tenker jeg at vanskelighetsgraden er akkurat slik jeg forventet at den skulle være. Jeg forventet at scoren skulle være jevnere, vi byttet litt på å lede, så ja.

Reference 12 - 0.08% Coverage

Jeg synes den i stor grad reflekterte den valgte vanskelighetsgraden.

Reference 13 - 0.11% Coverage

Med tanke på at det var den første ordentlige runden min, så synes jeg det var ganske passende.

Reference 14 - 0.08% Coverage

Jeg føler den i veldig stor grad reflekterer vanskelighetsgraden.

Reference 15 - 0.25% Coverage

Det er vanskelig å si, når jeg fortsatt er i det stadiet, men jeg føler det er en rikit styrke, med tanke på at det er tre nivåer. Hvis du klarer å slå easy så må man jo hvertfall få litt motstand på medium, så ja, det gir

---

mening.

Reference 16 - 0.08% Coverage

Jeg føler fortsatt den i stor grad matcher valgt vanskelighetsgrad.

Reference 17 - 0.17% Coverage

det var ikke alt for vanskelig, for AIen var veldig snill med de bokstavene den ga deg. Også ser jeg jo at den kunne bygd opp ord på en smartere måte.

Reference 18 - 0.17% Coverage

Jeg synes egentlig det var helt perfekt nivå. Jeg fikk bokstaver jeg kunne jobbe med, men den kastet også inn curve-balls med en z og litt u'er og sånt.

Reference 19 - 0.14% Coverage

I stor grad. Scoren er ganske midt på treet, som gir mening for medium. Med tanke på at 100 er max score så er 50 faktisk midt på.

Reference 20 - 0.23% Coverage

det kom relativt mange bokstaver som var lette å plassere. Jeg følte ikke jeg ble puttet i mange vanskelige situasjoner. Det var meste emkle bokstaver som er enkle å sette sammen og som ofte blir til ord.

Reference 21 - 0.14% Coverage

Jeg forventet ikke at det skulle være så stor differanse mellom oss i poeng, men det gir mening siden det er easy jeg spilte mot.

Reference 22 - 0.13% Coverage

Jeg har ikke noe forhold til hva som er bra og dårlig, men jeg synes det gir mening at det ble en lav score for AIen.

Reference 23 - 0.10% Coverage

Det var betydelig vanskeligere enn easy, men litt vanskeligere enn jeg forventet også.

Reference 24 - 0.15% Coverage

Motstanderens score var en del høyere enn forventet, jeg synes kanskje det var litt vel stor differanse mellom easy og medium.

Reference 25 - 0.13% Coverage

Det var ganske lett, vil ikke si jeg tenkte veldig mye. Det var bare å gå for lengre ord, så slo man jo AIen ganske lett.

Reference 26 - 0.03% Coverage

I stor grad, vil jeg si.

Reference 27 - 0.13% Coverage

Det var vanskeligere, måtte nok brukt litt lengre tid hvis jeg skulle slått den, men er absolutt mulig å slå den.

Reference 28 - 0.04% Coverage

Jeg vil si den i stor grad gjør det ja.

Reference 29 - 0.13% Coverage

Jeg synes egentlig det var passe, det skal jo alltid være litt å brynes seg på. Det var en bra vanskelighetsgrad.

---

Reference 30 - 0.15% Coverage

Jeg synes den i stor grad gjør det. Jeg vet ikke hvordan dere har laget den, men det ser ut som den i stor grad satser på 3-poengs ord.

Reference 31 - 0.11% Coverage

I ganske stor grad. Den var kanskje litt bedre enn jeg tenkte at den skulle være, men grei nok.

Files\UT\_2 - § 35 references coded [ 6.03% Coverage]

Reference 1 - 0.05% Coverage

Det er gøy å se at AIen bare går for mange små ord.

Reference 2 - 0.15% Coverage

Akkurat det som i sted. Jeg la merke til at AIen brukte litt lenger tid i starten. Kanskjed det har noe å gjøre med at den har mer å tenke på?

Reference 3 - 0.25% Coverage

Nå husker jeg ikke nøyaktig hva jeg fikk i score. Men den fikk jo ikke høyere score enn det Medium fikk. Den gikk jo automatisk for flere små ord. Nå spilte jeg jevnt mot begge to, så jeg vet ikke om jeg spilte forskjellig eller hva som var greia.

Reference 4 - 0.12% Coverage

På Medium synes jeg det. Jeg synes det var litt rart at Medium og Hard på en måte basically hadde samme score.

Reference 5 - 0.19% Coverage

Det var på en måte valg av bokstaver. Jeg føler at den ga veldig få vokaler og enkle bokstaver. Jeg tror den aldri ga meg en E eller en S som er enkelt å vite hva man skal gjøre med.

Reference 6 - 0.06% Coverage

Jeg føler at den oppførte seg litt uforutsigbar egentlig.

Reference 7 - 0.40% Coverage

Jeg synes den var ganske grei. Den ga meg ikke så vanskelige bokstaver. Jeg spilte vel Z og W, men den ga meg flere like bokstaver. Den ga meg vel syv Aer. Jeg ville jo tenkt at Hard skulle slenge inn mase Qer og Wer i min retning, men det gjorde den ikke. Jeg tapte jo med fem poeng så jeg kunne nok slått den hvis jeg spilte litt smartere. Jeg synes det var en fair vanskelighetsgrad.

Reference 8 - 0.21% Coverage

Vanskelig å si. Det kommer an på hvordan man ser det. Det var jo veldig mange små scorerer her da. Fem poeng er jo ikke så mye da, men det kommer an på hvor smart AIen er om den legger seg akkurat over meg.

Reference 9 - 0.55% Coverage

Det var frustrerende at den erta meg på disse meldingene. Den var cocky helte tiden fra start til slutt før den ledet til og med. Det er små-irriterende mer enn det er frustrerende. Men ikke så irriterende at jeg ikke vil spille. Det er mer at det terger meg, så det kommer an på om motstanderen den spiller mot tåler motstand og liker utfordring. Utenom det så velger den jo bare bokstaver og den velger jo bokstaver den trenger. Jeg føler den ikke velger en bokstav for å kødde med meg. Det ville vært mer irriterende.

Reference 10 - 0.06% Coverage

Nei, jeg føler ikke den oppførte seg noe spesielt egentlig.

---

Reference 11 - 0.06% Coverage

Ja, det synes jeg. Jeg må bare lære meg spillet litt bedre.

Reference 12 - 0.12% Coverage

Alen var kul den. Det var på grensen til shit-talking, men det var kult det. Det gjorde opplevelsen bedre.

Reference 13 - 0.18% Coverage

Jeg trodde det skulle gå mer på poeng, men det det gikk på var hvilke bokstaver som ble valgt. Det virket jo også at den tenke seg om mer. Og at det handlet mye om strategi.

Reference 14 - 0.19% Coverage

Hvis du bare hadde tenkt poengscore så forventet jeg en høyere poengscore. Det kommer jo an på om jeg legger mange 5-bokstavsord siden da klarer den ikke å styre spillet like mye.

Reference 15 - 0.17% Coverage

Det at den skriver at det blir masse gratispoeng bør du kjenne på. Jeg kjente mer på at det ble mer kompetativt enn frustrert. Kanskje jeg følte meg mer utfordret.

Reference 16 - 0.11% Coverage

Et par trekk var forutsigbare. Men det er jo nesten bare flaks. Overall så er det veldig uforutsigbart.

Reference 17 - 0.12% Coverage

Jeg vil si at det var ganske balansert. Det burde det jo nesten være på Hard, at man bør ha en mulighet til å slå den.

Reference 18 - 0.16% Coverage

Jeg tenker at det eneste er at med Hard så tok det litt tid. For min del gjorde det ikke så mye fordi effekten av den brukte lenger tid følte at det var Hard.

Reference 19 - 0.07% Coverage

Jeg forventet kanskje flere lengre ord, men jeg tapte fortsatt da.

Reference 20 - 0.12% Coverage

Nei, kanskje at den ga meg samme bokstav flere ganger. Det var litt sånn, aaah, hvor skal jeg putte denne her?

Reference 21 - 0.06% Coverage

Nei, jeg klarte ikke å se for meg hva den skulle spille.

Reference 22 - 0.25% Coverage

Den ga flere vokaler enn konsonanter, og det vanskeligere å bygge flere ord med bare vokaler. Jeg var litt skuffet over hvor lenge jeg måtte vente siden det skapte en pause i spillet. Det var en dialog, men det føltes fortsatt veldig lenge.

Reference 23 - 0.24% Coverage

Jeg synes det kunne vært vanskeligere med tanke på scoren. Men måten den ga bokstaver på er jeg enig i. Basert på det jeg fikk av bokstaver så var vanskelighetsgraden bra, men det hadde ikke vært umulig slå den med litt trening.

Reference 24 - 0.25% Coverage

Nei, det gjør jeg ikke. Maks er jo 100 så den ligger jo på Medium, midt på treet. Det er jo basert på hva jeg gir av bokstaver og, men det ser ut som at den lager veldig mange 3-bokstavsord. Det er jo ikke bare-bare å lage 5-bokstavsord.

---

Reference 25 - 0.25% Coverage

Til tider forutsigbar ja. Jeg fant ut når den skulle gi meg vokaler eller konsonanter etter rundt halvveis. I starten var den veldig uforutsigbar og på slutten så var den mer forutsigbar basert på hvilke bokstaver som var på brettet.

Reference 26 - 0.12% Coverage

Når du spiller mot en AI så vet du i bakhodet at det er for show. Da blir man litt sånn, gidder jeg å vente på dette her?

Reference 27 - 0.20% Coverage

Det var stort sett som forventet. Jeg så jo for meg at den kom til å gi meg en del vanskelige bokstaver som skulle sette meg ut på glattisen og det gjorde det jo. Sånn sett så var det jo forventet.

Reference 28 - 0.09% Coverage

Jeg tenkte egentlig at det skulle være større forskjell, at den skulle fått mer poeng.

Reference 29 - 0.21% Coverage

Det tok litt tid fra da den skrev noe til den svarte. Fra det jeg husker sist så var det kanskje mer instant. Det var ikke frustrerende, men var litt sånn ahh. Jeg forventet at det skulle skje litt kjapt.

Reference 30 - 0.10% Coverage

Det kommer litt an på. Men i forhold til de tidligere rundene så har Medium hatt en høyere score.

Reference 31 - 0.12% Coverage

Litt uforutsigbar fordi bokstavene den valgte gjorde det vanskelig for meg å skjønne hvilke ord den prøvde å lage.

Reference 32 - 0.18% Coverage

Det var litt irriterende å måtte vente. Litt lang ventetid av og til. Men det gikk bedre etter hvert. Jeg forventet at den skulle svare med en gang akkurat som mot Medium.

Reference 33 - 0.33% Coverage

Hvis man ser på score, jeg vet ikke om det er tilfeldig eller om jeg gjorde det bedre, men jeg fikk jo ish samme score som mot Medium. Kanskje er Medium og Hard litt for like i nivå med tanke på at Easy var tydeligere enklere. Den ga jo meg en Z og det har jeg ikke fått tidligere i spillet så kanskje det er en faktor.

Reference 34 - 0.11% Coverage

Det var jo det at den ga meg en Z og at den brukte litt lang tid på å tenkte. Det var litt frustrerende.

Reference 35 - 0.17% Coverage

Nå tar jeg det opp mye, men når AIen tenker så blir jeg litt sånn videre på neste, sjekker mobiler, datt litt ut av spillet kanskje. Jeg er en utålmodig person.

Files\\UT\_3 - § 22 references coded [ 3.89% Coverage]

Reference 1 - 0.13% Coverage

Nei, jeg mener at jeg fikk mer poeng nå enn jeg har fått tidligere. Så det gir ikke mening for meg at den fikk 81 poeng.

Reference 2 - 0.13% Coverage

Jeg mener at denne her er vanskeligere enn Extreme. Men det kan hende jeg var heldig med det Extreme-gamet jeg spilte.



---

**Reference 3 - 0.15% Coverage**

Nei, jeg synes at det er veldig imponerende sånn i utgangspunktet. Så jeg skjønner ikke helt hvordan dere får AIen til å tilpasse nivået.

**Reference 4 - 0.23% Coverage**

Men jeg mener det jeg sa at jeg synes at når AIen får 84 poeng og average scoren på Extreme er mye lavere, at det er lavere, og at jeg har vunnet med 57 poeng på extreme og taper med 69 poeng på hard, det er litt rart.

**Reference 5 - 0.26% Coverage**

Jeg ville tenkt på det utifra hvor mange poeng AIen får egentlig, men jeg gjetter at dere sikkert har tenkt på hvilke bokstaver AIen velger også. For jeg fikk jo veldig mange greiere bokstaver nå, men det hjelper jo både meg og AIen.

**Reference 6 - 0.28% Coverage**

Vanskelig å si. Sånn bokstavmessig så var det ikke så mange utfordringer. Den slang ikke noen rare Wer og Qer som jeg ikke forventet. Hvis du ser på scoren og hvor mange poeng den klarer å dra og hvor mange 10-poengsord så vil jeg si at den er veldig god.

**Reference 7 - 0.15% Coverage**

Hvis du ser på Extreme med average score på 46 og Hard på 70 så vet jeg ikke helt hva som har skjedd der. Da vil jeg si at den er for vanskelig.

**Reference 8 - 0.08% Coverage**

Jeg vil si at den var ganske fair så det vil si at den var forutsigbar.

**Reference 9 - 0.30% Coverage**

Spilletmønsteret synes jeg den var fair, den bruke ofte mange av de samme bokstavene. Plutselig kommer det to Aer eller tre Aer på rad eller tre Ter på rad. Det kan jo hende at det bare er en god taktikk. Jeg synes ikke at det bør endres noe egentlig. Jeg synes den var grei.

**Reference 10 - 0.14% Coverage**

Jeg synes at det er mer variasjon i svarene fra AIen. Så det er mer spennende å spille. Jeg likte spesielt godt den "Take that L".

**Reference 11 - 0.30% Coverage**

Jeg følte vel egentlig på at den var uforutsigbar, men det er jo også litt igjen i at det skal være Hard da. Så da skal den ikke være helt forutsigbar. Da ville jeg kunne føle at jeg kontrollerer spillet mer, og det ligger jo litt i Hard at jeg ikke skal kontrollere så mye da.

**Reference 12 - 0.24% Coverage**

Det virker passende. Hvert fall i forhold til når jeg spilte mot Medium. Også har jeg spilt Extreme før, så jeg føler at jeg bare må spille litt mer så er Hard overkommelig. Så er det en skikkelig challenge med Extreme da.

**Reference 13 - 0.09% Coverage**

Ja, hvert fall med tanke på bokstavene vi fikk og brukte. Så jeg følte det ga mening.

**Reference 14 - 0.26% Coverage**

Jeg fikk veldig mange Aer. Jeg visste hva jeg skulle gjøre av med alle disse Aene. Så det ble litt vanskelig. Jeg vet ikke om det stemmer, men jeg følte at jeg fikk litt flere spesielle bokstaver enn forrige runde. Det kan være tilfeldig.

---

**Reference 15 - 0.20% Coverage**

Jeg følte ikke at jeg klarte å predicte hva den skulle gjøre så jeg tenkte at den måtte gi meg en E en eller annen gang, men det gjorde den ikke. Så den planen funknet ikke hvert fall.

**Reference 16 - 0.01% Coverage**

Oi den er god!

**Reference 17 - 0.28% Coverage**

Jeg ville sagt det var ganske dead-on. Det var en vanskelig AI. Den var en del vanskeligere enn medium, med tanke på hvilke bokstaver den gir deg, og hvordan den performer, men ganske sann til vansjelighetsgraden. Vanskelig å slå, men ikke umulig.

**Reference 18 - 0.06% Coverage**

100%. Det er ca. der jeg forventet at scoren skulle ligge.

**Reference 19 - 0.14% Coverage**

En god blanding. Noen ganger visste jeg at her kommer en av "disse" bokstavene, men andre ganger fikk jeg noe helt tilfeldig.

**Reference 20 - 0.09% Coverage**

Helt ærlig, nei. Jeg synes den var perfekt, dead-on. Akkurat der den skal være.

**Reference 21 - 0.25% Coverage**

Jeg synes det var mye vanskeligere enn jeg trodde det skulle være, hvertfall med tanke på at det finnes en extreme også. Så forventet egentlig at jeg skulle henge litt mer med. Men det var tidlig der at jeg så at jeg lå langt bak.

**Reference 22 - 0.13% Coverage**

Jeg følte det var vanskeligere enn medium, men ikke helt ekstremt heller. Men det var jo vanskelig å vinne for så vidt.

---

## K Statements on User Interface

Files\UT\_1 - § 21 references coded [ 2.79% Coverage]

Reference 1 - 0.17% Coverage

Med unntak av de små detaljene på spillreglene, synes jeg nettsiden i seg selv er veldig intuitiv. Det er ikke noe vanskelig å vite hvor man skal trykke.

Reference 2 - 0.17% Coverage

når AIen har gjort et trekk står det tydelig at AIen har gjort et trekk, men når det er min tur er det bare et tastatur, uten at det står hva jeg skal gjøre.

Reference 3 - 0.24% Coverage

Liker godt at det er QWERTY layout på tastaturet på skjermen. Her hadde andre lett valgt ABC-layout. Jeg liker at man ser bokstaven når man hovrer over en rute på brettet. Det er bra at listene har annenhver farge.

Reference 4 - 0.23% Coverage

Nå er de gyldige ordene sortert alfabetisk, men noe jeg la merke til var at jeg ikke visste hvor i listen ordet ville dukke opp når jeg fikk det. Jeg måtte lete litt etter nye ord i listen over godkjente ord.

Reference 5 - 0.21% Coverage

Ja det synes jeg! Eneste jeg la merke til var at jeg mått zoome litt ut for å se alt, men det tror jeg kommer av at jeg har en litt spesiell skjerm, som gjør at innholdet blir veldig lite.

Reference 6 - 0.13% Coverage

Selve illustrasjonene var veldig gode, men det var litt vanskelig å forstå hvordan teksten hangesammen med dem.

Reference 7 - 0.07% Coverage

Jeg likte også veldig godt delen om scoring og exceptions.

Reference 8 - 0.08% Coverage

Når vi så på reglene og så at det var to grids, synes jeg det var kurant

Reference 9 - 0.14% Coverage

Selve spillet synes jeg var veldig greit, jeg prøvde jo også å trykke feil for å fremprovosere en feil, men klarte ikke det.

Reference 10 - 0.09% Coverage

På listen over gyldige ord, var det litt vanskelig å vite at man kunne scrolle.

Reference 11 - 0.10% Coverage

En ting jeg likte godt var at du kunne åpne spillreglene når som helst underveis i spillet.

Reference 12 - 0.17% Coverage

Jeg synes det var litt vanskelig at lukke-knappen til spillreglene var nede i høyre hjørne istedetforen xsom man kan trykke på øverst ihjørnet.

Reference 13 - 0.10% Coverage

Jeg prøvde først å dra bokstaven ut på brettet, men skjønte raskt at jeg bare kunne trykke.

Reference 14 - 0.09% Coverage

Jeg liker veldig godt den simplistiske stilen i forhold til det spillet er.

---

Reference 15 - 0.04% Coverage

Illustrasjonene over var veldig fine.

Reference 16 - 0.15% Coverage

Det var litt vanskelig å vite at listen over gyldige ord var scrollbar. Jeg vet heller ikke hva disse pilene i ordlisten betyr.

Reference 17 - 0.12% Coverage

Det er veldig minimalt, men det gir mening med spillet, det trenger ikke være noe mer fuzz rundt spillet.

Reference 18 - 0.08% Coverage

Det er bra at man hvertfall kan åpne spillreglene når som helst i spillet.

Reference 19 - 0.03% Coverage

Nettsiden er enkelt og greit.

Reference 20 - 0.15% Coverage

Det var veldig lett å forstå, og den teller jo score og ord for deg så det er bare taktikken som gjenstår for å gjøre det bra i spillet.

Reference 21 - 0.21% Coverage

Ja, jeg synes det var veldig intuitivt, det står jo klart å tydelig når det er din tur, og det er ikke mulig å velge bokstav når det ikke er din tur. Så jeg synes egentlig det var veldig bra.

Files\\UT\_2 - § 9 references coded [ 1.27% Coverage]

Reference 1 - 0.11% Coverage

I sted la jeg ikke merke til at man kunne se AIens score underveis. Så det var litt gøyere å følge med på nå.

Reference 2 - 0.12% Coverage

Jeg husker forrige gang så spurte jeg litt mer om hvem sin tur det var, og det synes jeg var mye tydeligere nå.

Reference 3 - 0.22% Coverage

Jeg synes det var bedre nå enn forrige gang med tanke på roboten. Jeg liker at når du velger en bokstav og hører over gridet så ser du bokstaven. Jeg liker også at du kan se ordene du får vertikalt og horisontalt.

Reference 4 - 0.02% Coverage

eg liker layouten.

Reference 5 - 0.08% Coverage

Alt er intuitivt og jeg skjønner at det er min tur når keyboardet popper opp.

Reference 6 - 0.27% Coverage

Spillet i seg selv er ganske intuitivt. Det å velge bokstav og høre og sånn er intuitivt. Det er jo intuitivt at du kan trykke og bytte uten å måtte sende. Også er det digg at du kan se hvilke ord du har fått i sidesynet. Da blir man litt sånn oi, jeg fikk et ord.

Reference 7 - 0.15% Coverage

Det kom tydelig fram hva slags ord jeg la opp i hjørnet og scoren min i forhold til AIen. Det var motiverende å se at jeg ikke var så langt unna AIen.

Reference 8 - 0.15% Coverage

---

Det var veldig intuitivt. Nå har jeg jo spilt det før. Med de nye endringene så ble det jo bedre og jeg føler jeg hadde kontroll hele veien.

Reference 9 - 0.15% Coverage

Nei, egentlig ikke. Jeg vet ikke om det er distraherende, men når jeg så på scoren og så at den ledet så ble jeg sinna og ga egentlig litt opp.

Files\UT\_3 - § 9 references coded [ 1.57% Coverage]

Reference 1 - 0.15% Coverage

Jeg synes det er veldig bra. Det er clean design. Gøy spill og oversiktlig. Jeg synes ting har blitt mer ryddigere nå enn i starten.

Reference 2 - 0.20% Coverage

Jeg synes det var bra. Det var både emojiier og tydelig hvem sin runde det var og det var lyd også. Det var farger på brettet og det gjør det jo ikke mer tydeligere enn det tror jeg.

Reference 3 - 0.17% Coverage

Og når det er snakk om å få informasjon så er resultatsiden mer oversiktlig og det gir meg mer enn det det har gjort tidligere, så det er stor fremgang der.

Reference 4 - 0.07% Coverage

Jeg synes også at hele gangen i spillet med UI og sånt fungerer bra.

Reference 5 - 0.29% Coverage

Jeg liker at du kan følge med på poengene nede på siden, det gjør det litt mer spennende å se hvor du er. Også liker jeg veldig godt det med at AIen prater med deg, da føles det litt mer personal. Og at du kan se alle poengene på ordene du allerede har spilt og sånne ting.

Reference 6 - 0.31% Coverage

Altså nå har jeg jo spilt det en del ganger, men jeg kan huske siden første gangen at det var veldig intuitivt. Det skal ikke mer enn ett feilklikk før forstår oja selvfølgelig det er sånn man gjør det. Ellers tror jeg ikke du trenger ett feilklikk engang fordi det er veldig intuitivt.

Reference 7 - 0.19% Coverage

Det var clean å spille. Flowen var bra. Det var ikke et sted jeg stoppet opp og måtte tenke. Det var minimalistisk, men jeg fikk den informasjonen jeg trengte, det var bra.

Reference 8 - 0.04% Coverage

Alt bare var så intuitivt hele veien.

Reference 9 - 0.16% Coverage

Leaderboardet ser veldig bra ut, det var kult! Dette gjør at man får litt større grunn til å spille, at man kan konkurrere mot andre og mot AI.

---

## L Statements on Improvements

Files\UT\_1 - § 22 references coded [ 2.91% Coverage]

Reference 1 - 0.10% Coverage

Åja, AIen begynte, det ville jeg kanskje fått beskjed om, hvem som starter spillet.

Reference 2 - 0.26% Coverage

da spillet startet, ville jeg gjerne få beskjed om hvem som startet, og når jeg først fikk et ord, ville jeg kanskje fått en eller annen litt mer tydelig beskjed at det poppet opp et ord annet enn at det bare ble lagt til iordlisten min.

Reference 3 - 0.12% Coverage

Hadde kanskje vært gøy om det bytta på hvem som startet, siden AIen har startet alle gangene jeg har spilt.

Reference 4 - 0.19% Coverage

På spillreglene kunne kanskje det viktigste kommet litt tydeligere frem, feks at spiller A velger bokstav selv. Gjøre det tydeligere hvordan spillet avsluttes

Reference 5 - 0.09% Coverage

Kunne vært enda mer konfetti når jeg vinner, for å styrke følelsen av at jeg er god.

Reference 6 - 0.14% Coverage

Det kunne for eksempel vært greit at nye ord kom inn på bunnen eller toppen, men at de var sortert når spillet er ferdig.

Reference 7 - 0.18% Coverage

Kanskje en animasjon når du får ordet, på selve gridet. Slik at når du har GON og legger på en E, så popper ordet frem på brettet eller får farger eller noe slikt.

Reference 8 - 0.13% Coverage

Jeg tenker kanskje at figuren kunne vært mer oversiktlig, siden det var litt vanskelig å forstå nummereringen.

Reference 9 - 0.09% Coverage

Scoring kunne kanskje vært til slutt, i med at det er den minst viktige infoen.

Reference 10 - 0.20% Coverage

Jeg ser nå at jeg kanskje tok litt skade av å lese for fort gjennom spillreglene, men jeg ville kanskje nevnt litt tydeligere i spillfiguren at man ikke kan se hverandres brett.

Reference 11 - 0.12% Coverage

Vill kanskje prøvd å redesigne illustrasjonen, så man skjønner at det er snakk om to forskjellige grid.

Reference 12 - 0.12% Coverage

Kanskje det også hadde vært mulig å ha en oversikt som viser antall ord og skiller på 3, 4 og 5-bokstavs ord.

Reference 13 - 0.15% Coverage

Statistikk hadde vært kult, men det er jo mer i etterkant av selve spillet. Man kunne sett antall 3 og 4 poengs ord, eller deg mot AIen.

Reference 14 - 0.06% Coverage

---

Man kunne også hatt en logg over tidligere spill.

Reference 15 - 0.16% Coverage

Jeg tror også omsagt at spillfiguren i spillreglene kunne vært gjort på en annen måte, kanskje en step by step guide hadde gitt mer innsikt.

Reference 16 - 0.19% Coverage

Det er jo litt thrill eller dopamin når ord popper opp, så man kunne kanskje utnyttet det litt og fremhevet det slik at man får enda mer dopamin når man oppretter ord.

Reference 17 - 0.11% Coverage

Det hadde kanskje vært fint med illustrasjoner til disse unntakene nederst i spillreglene.

Reference 18 - 0.07% Coverage

man kunne jo implementert muligheten for å lage ord diagonalt.

Reference 19 - 0.09% Coverage

Jeg ville også hatt muligheten til at ord markeres i gridet når man lager ord.

Reference 20 - 0.11% Coverage

Kunne vært lurt å gi en tydeligere beskjed eller alltid la spilleren starte med å bestemme bokstav.

Reference 21 - 0.13% Coverage

Det var bra med forklaringene nederst, men det kunne kanskje vært en illustrasjon som forklarer unntakene.

Reference 22 - 0.10% Coverage

Man kunne hatt muligheten til å customize brettet sitt med font, farger, eller design.

Files\UT\_2 - § 12 references coded [ 2.16% Coverage]

Reference 1 - 0.26% Coverage

Jeg vet ikke om AIen er laget for å gjøre det best for seg selv eller om den er laget for å ødelegge for meg. Om man tenker egoistisk så hadde det vært litt deilig om den hadde gitt lettere bokstaver. Hadde den gjort det så det jo vært lettere å slå den.

Reference 2 - 0.23% Coverage

Det er en skikkelig bagatell. Men at noen ganger så gikk teksten utenfor rammene. De forsvant utenfor sidemenyene. Og jeg vet ikke, men AIen kunne vært litt raskere i starten. Bortsett fra det er det ikke noe mer.

Reference 3 - 0.10% Coverage

Kanskje det litt at den svarer litt variert og svarer som "UUU, nå ga du meg litt å tenke på".

Reference 4 - 0.24% Coverage

Jeg ville kanskje hatt noe tydeligere på brettet når du får et ord. Jeg kan se på siden at jeg får et ord, men det hadde vært kult om orden man får vises på brettet ved å lyse opp slik at man kan få en enda bedre mestringsfølelse.

Reference 5 - 0.07% Coverage

Annet enn det er det kommentarene. De kan jo gjøre litt mer ulike.

Reference 6 - 0.09% Coverage

---

Kommentarene kunne vært mindre like. Ellers er det oversikkelig. Dark mode kanskje?

**Reference 7 - 0.26% Coverage**

Det føltes litt som at det var autogenerert svar. Det føltes litt falsk ut, kanskje litt tvunget. Når jeg spiller mot AIen så vil jeg det skal gå fort. Jeg er nødvendigvis ikke ute etter den menneskelige følelsen når jeg spiller mot en maskin.

**Reference 8 - 0.32% Coverage**

For det første så er det ventingen som jeg har nevnt tidligere. Også er det hvilken bokstav man får fra AIen, at den er uthevet et annet sted en i chat-bobla. I starten er det litt sånn, hva er det som skjer nå? Det var litt ekstra hodebry å lese hele meldingen og samtidig tenkte på ord jeg skal lage.

**Reference 9 - 0.21% Coverage**

Det at det skjer litt mer kjapt. Jeg vet ikke om det er lagt inn en delay med vilje, men jeg vil at det skal skje raskt. For all del, så bruker jo jeg også tid, men det er jo noe annet når det er en maskin.

**Reference 10 - 0.07% Coverage**

Det hadde vært kult at når man hovrer over et ord så ser man det i gridet

**Reference 11 - 0.15% Coverage**

Jeg sa det vel sist og, men kanskje noen customizable options som dark mode og farger. I stede for firkantede brikker så kunne de vært runde.

**Reference 12 - 0.17% Coverage**

Redusere ventetiden på AIen. Jeg vet ikke helt, men kanskje ord som er litt rare blir godkjente. Jeg vet jo at det er godkjente ord i ordboka, men de er litt rare.

**Files\UT\_3 - § 3 references coded [ 1.38% Coverage]**

**Reference 1 - 0.93% Coverage**

Jeg er ikke sikker på om jeg har noen forslag til å gjøre den bedre. Men i et spill som dette så kan man gjøre det på en av to måter. Enten så kan dere gjøre det som dere har nå som er veldig Sudoku-aktig at det er et brett og du putter på, eller så kan du kjøre mer den Candy Crush-varianten hvor det er også brett du skal røre på, men der er det jo bevegelser og ting rister og hopper. De går helt ut på animasjoner som gjør at for mange så er det såpass interaktivt at de føler det er mye mer enn bare et brettspill. Jeg vil ikke si at det vill gjort den noe bedre, men det ville gjort den annerledes. Så det hadde vært spennende å se hvordan det hadde vært å se for eksempel at det ristet i rutene når du la på bokstaver og noen av de rørte på seg hvis du brukte litt lang tid. Kanskje hvis du er på Easy at den viser hvilke bokstaver du kunne plassere for å få et ord.

**Reference 2 - 0.37% Coverage**

Det man kunne hatt er poengscore som en logg, litt som i sjakk så har du en elo-score, eller trekkene eller poengscore per runde. For når du spiller så er det ganske mye plass da på større skjerm. På siden så kan du ha poengscoren per runde og den kunne vært mulig å hide eller ikke. Hos meg ville det vært han stikker av og jeg tar han igjen.

**Reference 3 - 0.08% Coverage**

Men litt mer customizable innstillinger som farger og brett, samt font.



---

## M Coverage Report

<b>File</b>	<b>% Stmts</b>	<b>% Branch</b>	<b>% Funcs</b>	<b>% Lines</b>
EasyMode.ts	100	100	100	100
MediumMode.ts	100	100	100	100
HardMode.ts	100	100	100	100
MinMax.ts	100	100	100	100
mcts.ts	100	100	100	100
utils.ts (src/scripts)	100	100	100	100
utils.ts (src/pages/game/ai)	100	100	100	100

Table 24: Coverage report of the difficulty modes

---

## N Game URL

The game can be found and played with the following url:

<https://mp-wordle.web.app/>



 **NTNU**

Norwegian University of  
Science and Technology