



CHALMERS



Spelifiering av Hållbar Utveckling

Petrichor: Ett pedagogiskt spel för inlärnin g av hållbar utveckling med fokus på energialternativ

Examensarbete inom Data- och Informationsteknik

Anton Ekman

Tor Clementz

INSTITUTIONEN FÖR DATA- OCH INFORMATIONSTEKNIK

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

GÖTEBORGS UNIVERSITET

Göteborg, Sverige 2021

www.chalmers.se

EXAMENSARBETE 2021

Spelifiering av Hållbar Utveckling

Petrichor: Ett pedagogiskt spel för inlärnin g av hållbar utveckling
med fokus på energialternativ

ANTON EKMAN
TOR CLEMENTZ



CHALMERS

Institutionen för Data- och Informationsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
GÖTEBORGS UNIVERSITET
Göteborg, Sverige 2021

Spelifiering av Hållbar Utveckling

Petrichor: Ett pedagogiskt spel för inläring av hållbar utveckling med fokus på energialternativ

ANTON EKMAN

TOR CLEMENTZ

© ANTON EKMAN, TOR CLEMENTZ 2021.

Examinator: Peter Lundin

Examensarbete 2021

Institutionen för Data- och Informationsteknik

Chalmers Tekniska Högskola / Göteborgs Universitet

412 96 Göteborg

Telefon: 031 772 1000

The Author grants to Chalmers University of Technology and University of Gothenburg the non-exclusive right to publish the Work electronically and in a non-commercial purpose make it accessible on the Internet. The Author warrants that he/she is the author to the Work, and warrants that the Work does not contain text, pictures or other material that violates copyright law.

The Author shall, when transferring the rights of the Work to a third party (for example a publisher or a company), acknowledge the third party about this agreement. If the Author has signed a copyright agreement with a third party regarding the Work, the Author warrants hereby that he/she has obtained any necessary permission from this third party to let Chalmers University of Technology and University of Gothenburg store the Work electronically and make it accessible on the Internet.

Omslag: En bild på spelets huvudmeny

Institutionen för Data- och Informationsteknik

Göteborg, Sverige 2021

Sammanfattning

Hållbar utveckling är en av de mest diskuterade samhällsfrågorna under de senaste åren och är en del av läroplanen i Sveriges grundskolor. En aspekt av hållbar utveckling avser hållbara och moderna energilösningar. Målet med projektet var att undersöka möjligheten att utveckla ett spel som kan lära ut hållbar utveckling och bli ett pedagogiskt verktyg. Spelet ska visualisera hur olika lösningar fungerar och uppmuntra kritiskt tänkande. Spelet ska utformas på ett sådant sätt att det stödjer elever med olika inlärningsstilar. Resultatet blev ett spel som visualiserar en förenklad miljö där energisystemet är beroende av olika abiotiska faktorer som vindhastighet och soltimmar. Filosofin bakom speldesignen var att utveckla ett spel som uppmuntrar studenter med olika inlärningsstilar. Framtida studier på testgrupper av studenter skulle kunna undersöka om spelet har någon positiv inverkan på deras inlärande och därmed validera konceptet med spelifiering av hållbar utveckling.

Nyckelord: Hållbar utveckling, energisystem, utbildningsverktyg, spelifiering

Abstract

Sustainable development is one of the most discussed social issue topics in recent years. Education for sustainable development is today a part of the curriculum in Sweden's primary schools. One aspect of sustainable development pertains to sustainable and modern energy solutions. The goal of this paper was to explore the possibility of developing a game that could teach sustainable development and become an educational tool. The game should visualize how different solutions work and encourage critical thinking. The game should be designed in such a way that it supports students with different learning styles. The result was a game that visualizes a simplified environment where the energy system is dependent on different abiotic factors such as wind speed and sun hours. The game design and gameplay is built to encourage students with different learning styles. In future studies, having a subset of students and testing whether the game had any positive impact on their learning could help to validate gamification of sustainable development.

Keywords: Sustainable development, energy systems, educational tool, gamification

Förord

Vi vill tacka Anders Ehlén, rektor för Vättleskolan som tog sig tiden att sitta ner med oss i ett möte och diskutera vårt projekt. Han gav oss värdeful respons.

Vi vill också tacka vår handledare Sakib Sisteck. Under detta arbete har han alltid varit tillgänglig och kom med hjälp när man har behövt det. Utan honom hade vi inte lyckats få ett så bra resultat som det vi fick.

Bildlista

- 2.1: Game Makers rumbyggare, sida 3
- 2.2: Vindkraftverk luftarea sida 4
- 4.1: Spel-informationsruta, sida 9
- 4.2: Spel-resursruta, sida 10
- 4.3: Spel-störningsarea, sida 10
- 4.5: Spel-inforuta by, sida 11
- 4.4: Spel-inforuta vindkraftverk, sida 11
- 4.6: Spel-scenarioexempel, sida 13
- 4.7: Spel-byggrestriktioner, sida 13

Ordlista

API - Application programming interface

CSV - Comma separated value files

GML - Game Maker Language

GMS2 - Game Maker 2

GUI - Grafiskt användargränssnitt

JSON - JavaScript Object Notation

OOP - Objektorienterad programmering

SMHI - Sveriges metrologiska institut

STC - Standard test conditions

UML - Unified Modeling Language

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	1
1.3	Mål	1
1.4	Frågeställningar	2
1.5	Avgränsningar	2
2	Teknisk bakgrund	3
2.1	GameMaker 2	3
2.2	Vindkraftverk	4
2.3	Solceller	4
2.4	Energikonsumtion	5
2.5	Datorspel inom pedagogiska syften	5
3	Metod och Genomförande	7
3.1	Planering	7
3.2	Arbetsmetod	7
3.2.1	Kommunikationsverktyg	7
3.2.2	Versionshantering och dokumentation	8
3.2.3	Utvecklingsmiljö	8
3.2.4	Strukturerings av grafiskt användargränssnitt	8
4	Resultat	9
4.1	Spelets utformning kring pedagogik	9
4.2	Realisering av energisystemet	10
4.3	Klimatdata	12
4.4	Uppdateringscykel	12
4.5	Spelkarta	12
4.6	Spelscenarion	12
5	Diskussion	15
5.1	Pedagogik	15
5.2	Vindkraftverk	16
5.3	Solceller	17
5.4	Energikonsumtion	17
5.5	Datainhämtning	18
5.6	Arbetsmetod	18

5.7	Övriga idéer	19
5.7.1	Reglerkraft	19
5.7.2	Lärarverktyg och scenarioskapare	19
6	Miljö och Etik	21
6.1	Miljö	21
6.2	Etik	21
7	Slutsats	23
	Referenser	25
A	Grafer och Diagram	I

1

Inledning

I detta avsnitt kommer bakgrund, mål och syfte för arbetet att presenteras. Även de avgränsningar som projektet förhåller sig till kommer att framföras.

1.1 Bakgrund

Enligt agenda 2030 ska utbildning om hållbar utveckling vara en del av kurs och ämnesplanerna i svensk skola. Inom ramen för detta ingår även miljöundervisningen, vilken ska genomsyra all undervisning oberoende av kurs. [1] Hållbar utveckling är ett brett ämne och därmed kommer projektet fokusera på hållbara energialternativ och elektrifiering. Ämnet är aktuellt då många sektorer som idag är beroende av fossila bränslen ska elektrifieras vilket kommer att öka efterfrågan på förnyelsebara energialternativ [2]. Under ett samtal med rektorn Anders Ehlén på Vättleskolan diskuterades idén att visualisera energisystemet vilket han ansåg skulle kunna vara ett framtida verktyg i utbildningen för grundskolelever.

1.2 Syfte

Projektets syfte är att utveckla ett spelverktyg som kan användas för att visualisera och spelifiera lärandet av hållbar utveckling med fokus på energisystem. Det ska främja kritiskt och eget tänkande kring de lösningar som kan tillämpas för att lösa energiomställningen genom att visa att olika lösningar är bra i olika miljöer. Programmet ska underlätta och göra lärandet kring vårt energisystem roligare, mer interaktivt och visuellt.

1.3 Mål

Målet med projektet är att utveckla en proof of concept för ett pedagogiskt spelverktyg som ska kunna användas av skolungdommar på grundskolenivå. Spelverktyget ska ge en djupare förståelse och allmänbildning kring hur mer moderna och hållbara energisystem fungerar. Spelverktyget ska kunna visualisera en ö eller landmassa där vissa satta klimatförhållanden gäller. Väderdata ska baseras på information hämtad från ett Application Programming Interface (API) [3] kopplat till en pålitlig väder-tjänst. Det skall även gå att bygga specifika scenarion kring olika frågeställningar.

I dessa scenarion ska det ske en diskussion kring de frågeställningar som spelaren ställs inför, varför de uppstår och hur man kan lösa dem.

1.4 Frågeställningar

De frågeställningar som ska besvaras i projektet är om det är möjligt att utveckla ett spel som visualiserar energisystem samt om ett sådant spel har ett pedagogiskt värde i utbildningen om hållbar utveckling.

1.5 Avgränsningar

Klimatdata kommer vara förenklad med fasta värden för varje dag, ingen variation kommer att ske under ett kalenderdatum. Soltimmar kommer att baseras på totala mängden soltimmar i optimala förhållanden det vill säga tiden mellan att solen går upp och ner. Vind kommer också att vara generellt då det baseras på snittet för varje månad med en satt variation per dag. Detta för att ge en variation som ger en visuell skillnad mellan dagar. Vindhastigheten kommer också endast att uppdateras en gång i veckan.

Energiproduktionen kommer inte att vara exakt utan målet är att ge en rättvis bild av när olika energiproducenter som vind och solkraft genererar energi, inte att ge exakt data. Samma gäller med energikonsumtion, målet är att ge en någorlunda rättvis bild av vad en person förbrukar i snitt och applicera det på den totala energiförbrukningen.

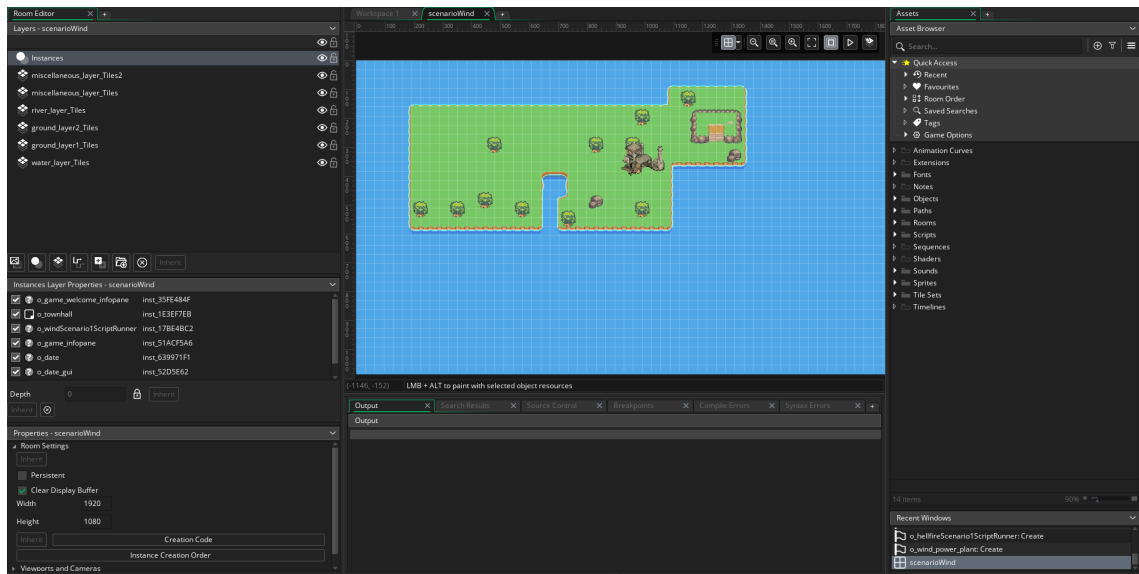
Projektet innefattar inte byggandet av en egen spelmotor utan en färdig utvecklingsmiljö för spel kommer att användas i form av GameMaker 2 (GMS2). Någon stor vikt på att måla egen grafik till spelet kommer inte heller att läggas. Stora delar av de bildfiler som kommer att användas kommer att hämtas online med enstaka egenmålade bilder då det anses nödvändigt.

2

Teknisk bakgrund

Avsnittet kommer ta upp grundläggande information om utvecklingsmiljön GMS2, de modeller som använts för att beräkna vindkraftverk och solcellers energiproduktion samt hur energikonsumtionen i programmet har beräknats.

2.1 GameMaker 2



Figur 2.1: Game Makers rumbyggare

Spelet utvecklades med GMS2 vilket är en spelmotor och utvecklingsmiljö utvecklad av YoYo Game [4]. I utvecklingsmiljön finns det enkla verktyg för att skapa spelobjekt och visuella rum. Se figur 2.1. För att skriva logik till de objekt man skapar i GMS2 används skriptspråket Game Maker Language (GML) som är ett C inspirerat otypat språk med grundläggande funktionalitet för Objektorienterad programmering (OOP) [4].

2.2 Vindkraftverk

För att beräkna hur mycket el ett vindkraftverk producerar från en viss luftmängd användes Betz lag [5]. Med denna lag kan man härleda ekvationen 2.1.

$$P = \rho * A * \frac{v^3}{2} * C_p \quad (2.1)$$

P = Effekten som kan omvandlas från den fångade vinden

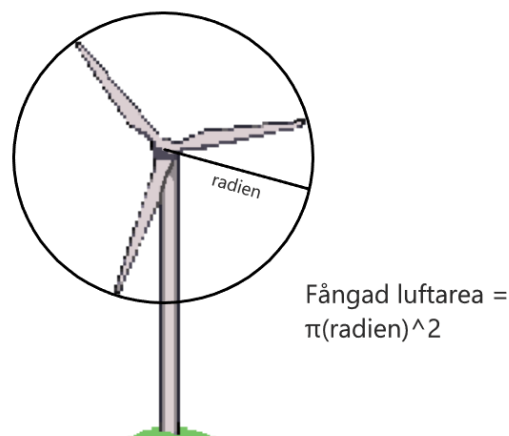
A = Areal som fångar luften, se figur 2.2

ρ = Luftens densitet

v = Vindens hastighet

C_p = effektkoefficienten, där $C_p \leq 59.3\%$ enligt The Betz limit [5]

Ekvation 2.1 antar ideella förhållanden och i programmet så görs olika antaganden: arean av alla vindkraftverk är ca $6362m^2$ och luftens densitet är $1.225 kg/m^3$. Figur 2.2 visualiserar hur luftarean beräknas.



Figur 2.2: Vindkraftverk luftarea

2.3 Solceller

För att räkna ut effektiviteten hos solceller finns det en standard som heter Standard test conditions (STC)[6]. STC innebär tre förenklingar. Den första är att instrålningen per m^2 är $1kW$, den andra är att temperaturen är $25^\circ C$ och den tredje är att solens zenitvinkel är 49.19° [7]. Utifrån detta härleds ekvationen 2.2.

$$P = C_p * A * G \quad (2.2)$$

P = Den totala effekten, (W)
 C_p = Solcellens verkningsgrad, i STC 17-18%
 A = Arean på sol cellen (m^2)
 G = Effekt per m^2 solcell, i STC 1kW per m^2 .

2.4 Energikonsumtion

För att uppskatta energikonsumtionen av elektrisk energi beräknas snittet av varje invånares konsumtion i Sverige. I detta snitt ingår all typ av elkonsumtion från fabriker och annat. Det snitt vi använder är ca 16500 kWh per år[8].

2.5 Datorspel inom pedagogiska syften

Olika elever lär sig bäst på olika sätt. I sin rapport om olika inlärningsstilar hos elever [9] tar Anna Thomasdotter upp fyra olika stilar. En auditiv inlärare lär sig bäst genom att lyssna och diskutera informationen som ska läras in medan en visuell inlärare lär sig bäst genom att se bilder och grafer. Det finns även kinestetisk inlärare, de lär sig bäst genom att använda rörelser men även känslor och inlevelse spelar en viktigt roll. Slutligen är den fjärde inlärningsstilen som Thomasdotter diskuterar taktila inlärare. Dessa lär sig bäst genom att använda händerna, såsom att rita och måla. De har dessutom stor nytta av olika hjälpmedel som datorer.

Enligt Anton Persson [10] har datorspel ett flertal fördelar i lärsituationer. Persson diskuterar hur datorspel som kontrast till mer etablerade undervisningssätt kan öppna upp en unik väg eftersom eleverna fritt kan interagera inom spelmiljön. Detta kan hjälpa dem att utvecklas på ett nytt sätt. Persson nämner också hur feedback och återkoppling som spel ger resulterar i en mer formbar miljö för eleverna. Kopplingen mellan hur spel mer effektivt kan utveckla ett flertal samhällskritiska egenskaper hos eleverna som kreativitet och innovation är något som Persson också framför som en positiv aspekt av inläring genom datorspel.

3

Metod och Genomförande

Metod och genomförandekapitlet kommer att gå igenom projektets arbetssätt, vilka verktyg som använts för utvecklingen av spelet och planering och strukturering av arbetet.

3.1 Planering

Vid starten av projektet togs det fram en planeringsrapport som gav ungefärliga avgränsningar till vad som skulle göras varje vecka. Planeringen var indelad i veckor där varje vecka hade tydliga mål. En uppskattning gjordes sedan för att ungefärligt bestämma hur lång tid de olika målen skulle ta att utföra.

3.2 Arbetsmetod

Arbetssättet som använts under projektet är en förenklad version av Scrum. En arbetsdag börjar med att diskutera vad som ska göras och vad för problem som finns kvar sedan dagen innan och vad vi vill uppnå under dagen. Programmering har oftast skett i form av parprogrammering för att få ett par extra ögon på koden och för att kunna ha en levande diskussion under utvecklingsprocessen. Eget arbete har också förekommit men då har det kommunicerats tydligt vad som har arbetats med för att undvika mergekonflikter. En viktig del har också varit att hålla kontakt med handledaren för detta projektet och att ha regelbundna möten med honom under projektets gång. Under dessa möten har diskussioner kring hur projektet legat till tidsmässigt och vad man skulle lägga fokus på varit på agendan.

3.2.1 Kommunikationsverktyg

För att organisera arbetet och kunna samla projektsrelevant information på en och samma plats så användes Discord vilket är ett chatt- och röstkommunikationsverktyg. Discord valdes på grund av ett flertal funktioner, som möjligheten att ha olika text-kanaler för ämnen som kodning, rapportskrivning och relevanta länkar. Discord erbjuder också skärmdelning vilket användes för parprogrammeringen.

3.2.2 Versionshantering och dokumentation

För att versionshantera projektet har Git använts vilket har öppnat upp möjligheten att både jobba i branches och dela upp förändringar i mindre commits. Detta gör att man kan undvika mergekonflikter och få en regelbundet uppdaterad versionshistorik av projektet. För att konstruera diagram så användes draw.io.

3.2.3 Utvecklingsmiljö

Det finns många utvecklingsmiljöer för spelutveckling. Några av de mest kända är Unity och Unreal Engine. Dock har dessa en relativt lång inlärningsstid och utan tidigare erfarenhet så var de inte rätt val för projektets korta tidsram. Valet föll istället på GMS2 som är en enklare utvecklingsmiljö med god dokumentation vilken också passade projektets avgränsningar. GMS2 öppnar också upp möjligheten att utveckla ett spel utan att först lägga tid på att utveckla en spelmotor vilket inte var syftet med projektet.

3.2.4 Strukturering av grafiskt användargränssnitt

Strukturen av det grafiska användargränssnittet (GUI) i spelet kan ses i UML-diagrammet A.2. Klasserna i diagrammet skapar en bra grund för typiska GUI-element som knappar och textfönster. Denna typ av hierarkisk struktur gör det också enkelt att undvika duplicering av kod när man vill skapa nya GUI-element.

4

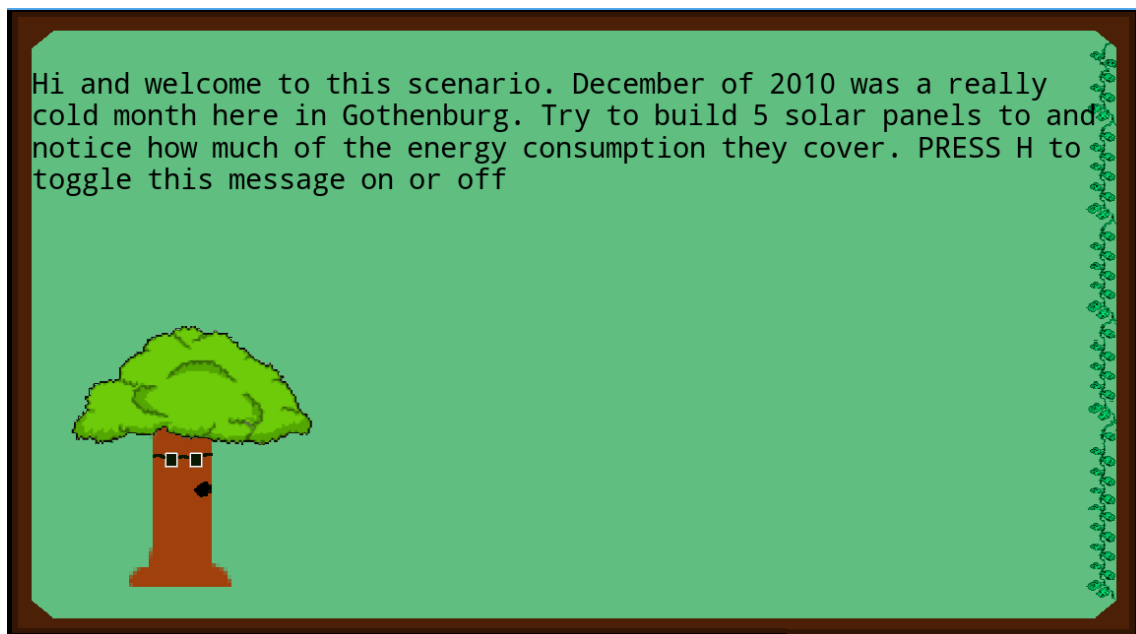
Resultat

Detta avsnitt presenterar den resulterande produkten som detta projekt framställde utifrån projektets mål. Olika områden som pedagogik, visualisering av energisystemet, klimatdata och spelscenarion kommer att tas upp.

4.1 Spelets utformning kring pedagogik

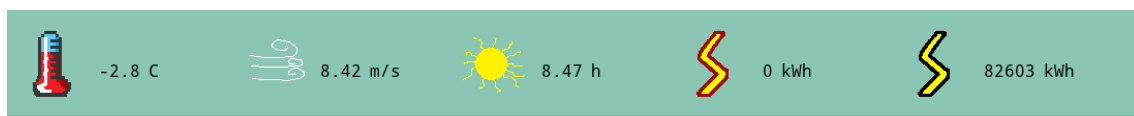
Spelet är utformat för att tillgodose de fyra olika inlärningsstilarna se 2.5. För att göra detta så blandar spelet grafiska element med en stor mängd diskussion kring vad som faktiskt sker och tankegångar kring det.

En stor informationsruta se figur 4.1 har implementerats i spelet. Den finns i mitten av skärmen som användaren lätt kan gömma och visa. Den här rutan beskriver det som spelaren ska göra eller visar ett resonemang kring vad som händer.



Figur 4.1: Spel-informationsruta

Programmet har dessutom ett flertal animationer och olika dynamiska objekt. Ett exempel är vindkraftverket som beroende på vindhastigheten roterar eller står stilla. All samlad data om vindhastighet, temperatur, soltimmar, energiproduktion och konsumtion sammanfattas också i den övre resursrutan, se figur 4.2. Om man klickar på ett kraftverk i spelet kan man även se en cirkel som visualiserar hur stor area kraftverket stör. Dessa störningar är kraftverkets bullernivå och är godtyckligt stora. En grön cirkel innebär att kraftverket inte stör någon stad medan en röd innebär att den stör minst en stad se figur 4.3. Om en stad ligger inom störningsområdet av ett kraftverk minskar även stadens glädjenivå.



Figur 4.2: Spel-resursruta



Figur 4.3: Spel-störningsarea

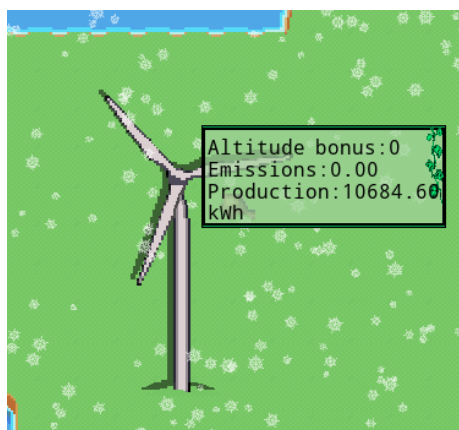
Spelet har dessutom implementerat musik och andra ljudeffekter för att skapa inlevelse i spelvärlden. Dessutom har olika vädereffekter använts för att få världen att kännas mer levande.

4.2 Realisering av energisystemet

För att implementera vindkraftverk användes Betz lag se 2.2. Propellerdiametern på alla kraftverk i spelet är 90m. Detta innebär att den enda dynamiska faktorn i relation till Betz lag är vindhastigheten. Vindkraftverken är bara i drift när vindhastigheten är mellan 3 - 25 m/s [11]. Om vindkraftverket är byggt på en högre höjd får den en höjdbonus vilket förbättrar effektiviteten.

Solcellsparken som är implementerad i spelet motsvarar 20 stycken 30 m^2 stora paneler. Energiproduktionen hos dessa räknas ut av STC för solceller se 2.3. Därmed är mängden soltimmar den enda dynamiska faktorn i solcellsparkens energiproduktion.

För att få information om ett kraftverk håller man muspekaren över det. När man gör detta kommer det upp en inforuta som ger information om hur mycket el kraftverket producerar och hur mycket koldioxid det släpper ut per dag se figur 4.4.



Figur 4.4: Spel-inforuta vindkraftverk

Energikonumtion i scenariot representerar summan av alla invånares konsumtion. Mängden invånare visas om man håller musen över en stad i scenariot se figur 4.5. Den mängd energi som varje invånare förbrukar är statisk och är inte beroende av några parametrar. Konsumtionen per invånare baseras på data i teorikapitlet se 2.4.



Figur 4.5: Spel-inforuta by

4.3 Klimatdata

Klimatdatan för temperatur och soltimmar i scenariot sparas i `ds_maps` [12]. Datan är sparad i formen med datumet som nyckeln, vilket gör att programmet kan hämta hem rätt värden för rätt dag. Dock använder Game Maker UNIX-tid [13] vilket gör att programmet inte kan använda data från tidigare än 1970.

Temperaturen som används i spelet är från mätstationen Göteborg A, som är hämtad från Sveriges Meteorologiska Instituts (SMHI) API [3]. Datan är sparad som en Comma-Separated Values-fil (CSV).

Antalet soltimmar är hämtad från SMHI [14]. Soltimmar i detta sammanhang betyder antalet timmar mellan soluppgång och solnedgång. Datan är sparad på liknande sätt som temperatur i en CSV-fil.

För att räkna ut vindhastigheten används godtyckligt utsatta värden för varje månad som sedan kunde variera med en viss slumpmässig varians.

4.4 Uppdateringscykel

Bilaga A.1 representerar huvudloopen som ett scenario kan gå igenom. Under denna period har scenariot fyra typer av regelbundna uppdaterings-funktioner. `DailyUpdate` körs vid starten av varje dag, `WeeklyUpdate` vid start av varje vecka, `monthlyUpdate` vid start av varje månad och `yearlyUpdate` vid början av varje år. Exempel på hur detta används är den dagliga uppdateringen av temperatur och soltimmar eller veckoväderprognosen.

4.5 Spelkarta

Spelkartan är uppdelad i ett rutnät. Varje ruta har ett enumsvärde. Dessa motsvarar de olika terrängtyperna som finns i spelet. Vilka är `LAND1`, `LAND2`, `WATER`, `RIVER` och `MISC`. `LAND1` och `LAND2` representerar vanlig terräng där `LAND2` representerar en högre altitud än `LAND1`. `WATER` motsvarar havet, `RIVER` floder och `MISC` all annan typ av terräng som bergskanter, stenar och kust. Som resultat kan man tilldela alla byggbara objekt de terränger som de kan byggas på. Ett exempel är solceller som inte kan byggas i havet men på land.

4.6 Spelscenarion

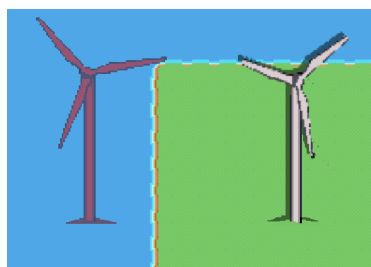
De spelscenarion som finns i spelet sammanfogar de tidigare delarna av resultatet till en helhet. Figur 4.6 är ett exempel på ett scenario som har skapats. Längst ner till vänster finns en statusruta där man till exempel kan se veckoväderprognosen. Längst upp till höger ser man dagens datum och knappar som gör det möjligt att ändra hur snabbt en dag går. Slutligen uppe till vänster kan man då se den resursruta som nämndes i 4.1 som har de olika parametrarna för scenariot.

Ett scenario börjar med en informationsruta se 4.1 som introducerar scenariot samt vad som ska behandlas. Med tangenten H kan man gömma informationsrutan. Om informationsrutan har en uppgift som ska utföras kan man inte gå vidare förrän den har utförts. Ett exempel kan vara att bygga tre stycken vindkraftverk. När uppgiften har slutförts kan man trycka på tangenten N för att gå vidare till nästa informationsruta och försätta scenariot. För att bygga ett kraftverk klickar man först på ett förplacerat husobjekt som då målar upp en enkel meny på skärmen. I den här menyn kan man välja mellan de kraftverk som finns tillgängliga för scenariot.



Figur 4.6: Spel-scenarioexempel

Därefter får musen bilden av det kraftverket man har valt och kan då placeras ut. Dock finns det restriktioner gällande vilka terränger varje kraftverk kan byggas på. I 4.7 till vänster kan man se vad som händer om man försöker bygga ett kraftverk på en terräng som den inte får byggas på. När man har slutfört alla uppgifter som ett scenario har, avslutas det med en eller flera informationsrutor som diskuterar vad som har gjorts och vad man fortsättningsvis kan diskutera och reflektera om.



Figur 4.7: Spel-byggrestriktioner

5

Diskussion

Kapitlet kommer att diskutera val av lösningar som valts i projektet och hur det ska kunna utökas och förbättras i framtiden.

5.1 Pedagogik

Den stora informationsrutan se figur 4.1 gynnar auditiva inlärare eftersom den håller en diskussion kring det som händer i scenariot. Dock så skulle detta kunna utvecklas vidare.

En implementation av ett quiz hade gjort det möjligt att kontrollera om eleven tagit till sig den fakta och det resonemang som framförts. Ett komplement efter en spelomgång hade kunnat vara en diskussion med andra elever kring deras lösningar och vad för slutsats man kan dra. En auditiv inlärare hade ytterligare kunnat hjälpas av att texten i diskussionrutorna i spelet hade lästs upp av antingen en person eller en text till tal funktionalitet.

Mycket av programmet är redan visuellt per definition då det är ett grafiskt spel. Dock fanns det ändå en tanke att utöka de element som gynnar visuella inlärare ännu mer. Ett exempel på det är hur kraftverken har en animation när de körs eller hur en summering av all speldata syns i resursrutan. Även implementationen av störningsareorna för varje kraftverk är ett element som har lagts till för att förbättra det visuella inlärandet.

För att främja visuellt inlärande ytterligare skulle ett grafverktyg kunna implementeras. Verktyget skulle kunna generera grafer från data i spelet, exempelvis temperaturen över ett år. Verktyget skulle kunna ge användaren möjligheter att modifiera olika parametrar och se hur det påverkar grafen och resonera runt detta. Sådana grafer hade gjort det möjligt för användaren att se mönster som inte är uppenbara när man bara spelar spelet vilket gynnar visuella inlärare. Även här skulle en diskussion kring de mönster man kan se gynna auditiva inlärare.

Spelets musik och ljudeffekter samt dess vädereffekter har implementerats för att förbättra inlevelsen och gynna kinestetiska inlärare. Glädjenivån för en stad se figur 4.5 lades till för att tillföra ett känsluelement i spelet.

Dock påverkar inte glädjenivån just nu något i spelet, men den hade kunnat

användas i ett scenario där man till exempel vill bygga kraftverk för en stad utan att glädjenivån går under en viss nivå. Dessutom kan man implementera en mer känslodriven speldesign där användarens beslut kan resultera i positiv eller negativ påverkan på invånare i spelet och miljön som helhet.

Taktila inlärare gynnas redan av att jobba med verktyg som datorer [9]. Detta skulle dock kunna förbättras genom att tangentbordet fick en större roll i spelet. Man skulle även kunna utveckla ett mindre ritprogram där man kan rita sina egna hus och kraftverk som kan bytas ut i spelet.

Med Anton Persons rapport [10] i åtanke utvecklades spelet enligt vissa principer. Man ska ha en stor frihet i var man placerar sina kraftverk och alla sorters lösningar är tillåtna, både bra och dåliga. Spelet ska uppmuntra kreativitet och olika lösningar ska leda till olika resultat. En framtida utvecklingsväg är en mer detaljerad återkoppling från spelet i informationsrutan. Målet är att eleven ska tänka kritiskt och ifrågasätta etablerade lösningar samt uppmuntra innovation.

Under diskussion med Anders Ehlén rektor för Vättleskolan så blev han tillfrågad om han trodde spelet skulle kunna fylla något pedagogiskt syfte i exempelvis naturvetenskapsämnet. Han svarade "Jag ser ju egentligen att det här kan vara på flera delar. Jag kan mycket väl tänka mig att man också kan lägga in sådana aspekter som samhällsnytta". Han föreslog även att man skulle kunna koppla ihop den fysiska rådatan runtomkring betingelserna med kyla, population med mera med frågor kring hur människor ska bo.

Vidare i diskussionen gällande om den data som presenteras måste vara exakt berättade han att den viktiga grundtanken är att man kan visa sambandet på ett pedagogiskt sätt och att datans exakthet inte har särskilt stor betydelse. Det viktiga är att man kan lägga in variabler och se utfallet, och att det då blir det på riktigt.

Slutligen nämner han att han ser positivt på spelet gällande två aspekter. Först att den reflekterar verkligheten bra till skillnad från mer traditionella lärarmaterial samt att den visuella aspekten av spelet kan vara bra för elever.

5.2 Vindkraftverk

Vindkraftverket som är implementerat i spelet är bara av en storlek. Detta gjordes dels för att spara tid men också för att lätt kunna visualisera skillnaden i relation till vindhastigheten. En framtida förbättring hade varit att ge spelaren möjligheten att bygga olika stora vindkraftverk för att kunna se hur storleken på rotorbladen eller dess höjd påverkar effektiviteten.

Valet av Betz lag som modell för vindkraftverken valdes för att det är en tydlig matematisk formel som lätt kan användas för att implementera olika stora kraftverk i framtiden. Dock så har olika modeller olika effektkoefficient där 59,3 % är den högsta teoretisk effektkoefficienten. Effektkoefficienten är inte heller konstant vilket den är i vår

modell. I verkligheten är ett kraftverk kanske inte som mest effektivt när det blåser som mest, utan när spetsen på ett rotorblad har en viss hastighet i förhållande till vindhastigheten [5]. Hur det varierar är olika beroende på olika typer av modeller för vindkraftverk [15]. Så i en framtida förbättring av användandet av Betz lag hade effektkoefficienten kunnat vara dynamisk mot den modell av kraftverket man valt att simulera.

5.3 Solceller

I början av spelet kunde en enda solcell byggas men effekten på energiproduktionen var så liten att det inte blev intressant. Därför bestämdes det att spelet skulle representera solceller som solcellsparker (tjugo stycken 30 m^2 solceller). Valet av just tjugo stycken med storleken 30 m^2 är helt godtyckligt och valdes endast för det bedömdes att solcellsparker med denna storlek hade en synbar effekt som spelare.

Att STC-modellen användes var på grund av att det är en enkel matematisk modell som kan tillämpas på solpaneler av varierande storlek. STC använder sig av statiska värden för effekt per m^2 solcell vilket gör att den enda rörliga parametern blir mängden soltimmar i spelet då alla våra solcellsparker är lika stora. Dock är egentligen detta en förenklad bild, solcellers effektivitet beror på temperaturen hos solcellen och luftmassan vilka STC förenklar. Men för vårt syfte duger modellen bra då den ger det samband vi vill visa på. Det vill säga att på vintern när vi har färre soltimmar fungerar solceller sämre, även fast dem i spelet kommer att framstå som effektivare än vad de egentligen är eftersom att vi räknar med den maximala mängden soltimmar varje dag.

Vid en vidareutveckling av spelet hade en mer korrekt implementation av solpaneler varit möjlig. Modellen hade kunnat utökas genom att använda sig av mer väderinformation från olika databaser. Denna utökade data hade man kunnat modulera mer precist hur mycket en solpanel hade producerat per dag.

Redan nu utvecklas möjligheter att integrera solpaneler i fasader och tak med mer osynliga solpaneler[16]. Ett nästa steg för spelet hade man kunnat ha en möjlighet att integrera denna typ av solpaneler i de bostadshus och då använts sig av en modell av dessa panelers effektivitet för att räkna om bostadstädernas totala energiförbrukning.

5.4 Energikonsumtion

Valet att energikonsumtionen inte anpassar sig efter temperaturen beror på att det inte fanns tid att inhämta data kring det och implementera det i projektet.

I framtiden om man ville göra energikonsumtionen mer nyanserad skulle man kunna göra en uppskattning på hur konsumtionen påverkas av temperaturen för att visa korrelationen mellan temperatur och energikonsumtion.

5.5 Datainhämtning

Ett av målen för projektet var att den väderdata som existerar i spelet skulle hämtas från ett väderAPI. I GMS2 finns det en möjlighet att hämta hem JavaScript Object Notation(JSON)-dokument under körning vilket var idén från början. Implementationen av den funktionaliteten lyckades. Dock fanns det ett problem med JSON-dokumentet från SMHIs API då data bara fanns för de senaste 6 månaderna. Därmed fungerade det inte om man ville få väderdata över en längre period. SMHIs API har dock utöver JSON, CSV filer som innehåller mycket mer väderdata, ibland ända bak till 1960-talet beroende på väderstationen. Eftersom det inte var exakt det som var tänkt så utvecklades endast grundläggande funktionalitet för att hämta hem och läsa in CSV-filer i spelet. Det beslutades att det tillsvidare räckte att hämta hem och läsa in temperaturdata som en proof of concept för att sedan återkomma till implementationen i en vidareutveckling av spelet.

Spelets datainhämtning skulle kunna förbättras på flera sätt. I sin nuvarande form finns bara värdena från mätstationer i Göteborg, vilka är sparade i spelets inkluderade filer sedan innan. I nuläget hämtas bara temperaturdata från SMHIs API. Ett nästa steg hade varit att utöka detta till alla de värden vi läser in det vill säga temperatur, vindhastighet och soltimmar. Sedan skulle detta kunna ge användaren en möjlighet att hämta in andra stationer och spara de som klimatprofiler för olika stationer. Detta skulle ge en användare i till exempel Kiruna möjligheten att hämta lokal klimatdata och köra spelet med den datan medan en användare i Malmö hade kunnat använda lokal data därifrån och på så sätt få mer relevant information ifrån sin omgivning.

5.6 Arbetsmetod

GMS2s fördelar som togs upp i sektion 3.2.3 gjorde utveckling av många olika funktionaliteter enklare. Dock upptäcktes några tillkortakommanden under arbetsgången. Ett exempel var att det inte fanns färdiga verktyg för att bygga ett bra GUI. Lösningen med egna klasser som togs upp i sektion 3.2.4 ledde till att det blev lätt att skapa nya typer av användargränsnitt i olika rum på ett enkelt sätt. Trots att det till en början kändes omständligt så gav det också en frihet i hur man kunde utveckla spelets GUI.

Att skriva dataklasser på det sätt man gör i till exempel Java är inte lika praktiskt och i många fall finns inte all funktionalitet som man efterfrågar. Ett exempel är att om man skickar en instans av en klass som argument till en annan klass så refererar inte den nya klassen till samma objekt utan istället en kopia av instansen man hade som argument.

Samma gäller GMS2s objekt som vid en första anblick känns som klasser men som saknar mycket av den funktionalitet som man önskar. Ett problem är när det inte finns någon instans av ett objekt, då kan man inte nå objektets publika parameterar. Detta går att bygga runt men med risk för att det blir en del fula lösningar som inte

skulle funka om man skalade upp projektet.

Den inbyggda integrationen av Git i GMS2 som användes i början av projektet fungerade dåligt. Om den användes under lång tid ledde till att hela utvecklingsmiljön ofta frös eller blev seg att använda. Halvägs in i projektet så beslutades det att använda Git i kommandotolken istället vilket löste problemen.

I en vidareutveckling av spelet skulle det vara värt att undersöka om det skulle löna sig att flytta över projektet till en annan spelmotor eller bygga en egen för att undvika vissa av dessa tillkortakommandena.

5.7 Övriga idéer

I den här sektionen kommer övriga idéer tas upp som inte har implementerats i programmet.

5.7.1 Reglerkraft

En av de kraftkällor som var planerad men aldrig blev implementerad var vattenkraft. Vattenkraften har historiskt sett stått för ca 50% av Sveriges energiproduktion [17] och varit en viktig del av energisystemet. Den används också som reglerkraft för att täcka upp för variationer i energiförbrukningen eftersom den kan spara energi i form av vatten i dammar som man kan öppna när det finns ett underskott på energi[18].

I framtiden hade därmed vattenkraft och principerna för effekttreglering behövts implementeras för att ge en mer korrekt bild gällande hur hela energibalansen fungerar.

5.7.2 Lärarverktyg och scenarioskopare

En av det framtida utvecklingsmöjligheterna som hade varit passande i just skolmiljöer hade varit för lärare att kunna skapa egna scenarion och utforma dem efter deras utbildningsplan. Detta verktyg skulle kräva en stor del utvecklingstid och gjordes därmed inte i spelet. Dock så finns möjligheterna för detta med den grund som spelet har byggts på. Steget från att bygga olika kraftverk till att bygga olika typer av terräng hade varit möjlig och en typ av psuedo-kod inläsare där lärare kan sätta upp olika typer av mål. Exempel på dessa mål hade kunnat vara att energiproduktionen ska vara över en viss mängd samtidigt som det ska kunna fungera över en längre period.

Det skulle även kunna diskuteras om eleverna själva skulle kunna utnyttja verktyget. Att eleverna skulle kunna bygga egna scenarion och få andra elever att lösa dem, kan skapa ett intresse och få dem mer delaktiga i undervisningen. Att bygga ett scenario kan dessutom vara en typ av passiv inläring om man exempelvis bygger ett scenario som inte är möjligt att slutföra kan en diskussion hållas kring det.

6

Miljö och Etik

I detta avsnitt kommer både de etik- och miljörelaterade aspekterna av projektet att diskuteras.

6.1 Miljö

Som resultat av projektets fokus på hållbar utveckling har projektet en stor positiv påverkan på miljön utifrån ett utbildningssyfte. Programmet lyfter en aktuell problematik som samhället står inför när stora delar av industri- och transportsektorn ska elektrifieras[2]. Att lyfta ungas intresse för ämnet och skapa en diskussion och tankegång kring hållbar elproduktion kan på lång sikt kunna leda till att fler unga väljer det som akademisk inriktning, eller att man senare som vuxen kan ta mer grundade beslut i val av el-leverantör vilket är bra för miljön.

Från ett mer konkret perspektiv har inte projektet eller slutprodukten någon större miljöpåverkan. Detta främst eftersom det är en mjukvaruprodukt. Man kan argumentera att spelet kräver en dator för att kunna användas, vilket ger en sekundär miljöpåverkan.

6.2 Etik

Eftersom produktens syfte är ett utbildningsverktyg med mål att förbättra inläringen inom ämnet hållbar utveckling får det att argumentera för att den har en positiv påverkan på samhället. Eftersom det är ett pedagogiskt verktyg finns det också ett etiskt ansvar att den information som presenteras i spelet inte försöker medvetet missleda eller uppmuntra hat och våld. Det går att argumentera på den tidigare punkten att produkten skulle kunna modifieras för att implementera etiska problemområden. Dock är detta något som inte går att förhindra som produktsskappare.

7

Slutsats

Detta kapitlet kommer främst att beröra projektets mål och om de har uppfyllts.

De modeller som har implementerats i programmet ger en förståelse kring hur vindkraft och solkraft fungerar. Även om det är en förenklad bild är ändå principerna rätt och de är grundade i verkliga modeller. Att dra slutsatsen att spelet ger en förståelse kring hur sol och vindkraft fungerar känns rimligt. Däremot har inte spelet testats på elever och därför kan man inte dra en definitiv slutsats.

Att spelet ska kunna visualisera en ö eller landmassa med ett klimat har till stor del lyckats. Det finns ett spelscenario som har varierande temperatur, soltimmar och vindhastighet. Det finns däremot fler typer av klimatparametrar som skulle läggas till. Med dessa skulle visualiseringen av klimatet på ön kunna bli mer detaljrik och dynamisk.

Spelet har lyckats med att till viss del hämta klimatdata från ett pålitligt API. Som det nämndes i diskussionen se 5.5 så blev det inte fullständigt utvecklat och en del problem uppstod. Programmet har däremot visat att det är möjligt om man har ett bra API och rätt verktyg.

Man kan som utvecklare skapa scenarion i programmet utan några större problem. Det finns en del saker som hade kunnat förbättras, men som helhet så har man som utvecklare för spelet relativt stora friheter gällande hur man strukturerar ett scenario. Som användare kan man inte skapa scenarion, men som det nämns i diskussionen se 5.7.2 finns möjligheter att implementera detta med tillräcklig utvecklingstid.

Under de scenarion som skapats hålls det diskussioner kring de ämnen som tas upp se 4.1. Vidare skulle man kunna förbättra detta och hålla en mer nyanserad diskussion som det diskuteras i 5.1.

Att det är möjligt att bygga ett spelverktyg som kan användas i utbildningsyfte visas i rapporten. Alla de mål som satts upp är möjliga att nå med mer tid. Det finns inget som hindrar att dessa mål och övriga utvecklingsmöjligheter implementeras. Enligt rektorn Anders Ehlén som vi har diskuterat projektet med visade han intresse gällande spelets pedagogiska potential och tyckte att det fanns ett flertal funktionaliteter man skulle kunna utveckla vidare. Till exempel det visuella och utökandet av fler parametrar. Förlagsvis sker detta i framtida projekt.

7. Slutsats

Slutsatsen är därmed att med rätt verktyg och rätt kompetens går det att utveckla ett spelverktyg som kan spelifiera inlärandet av hållbar utveckling.

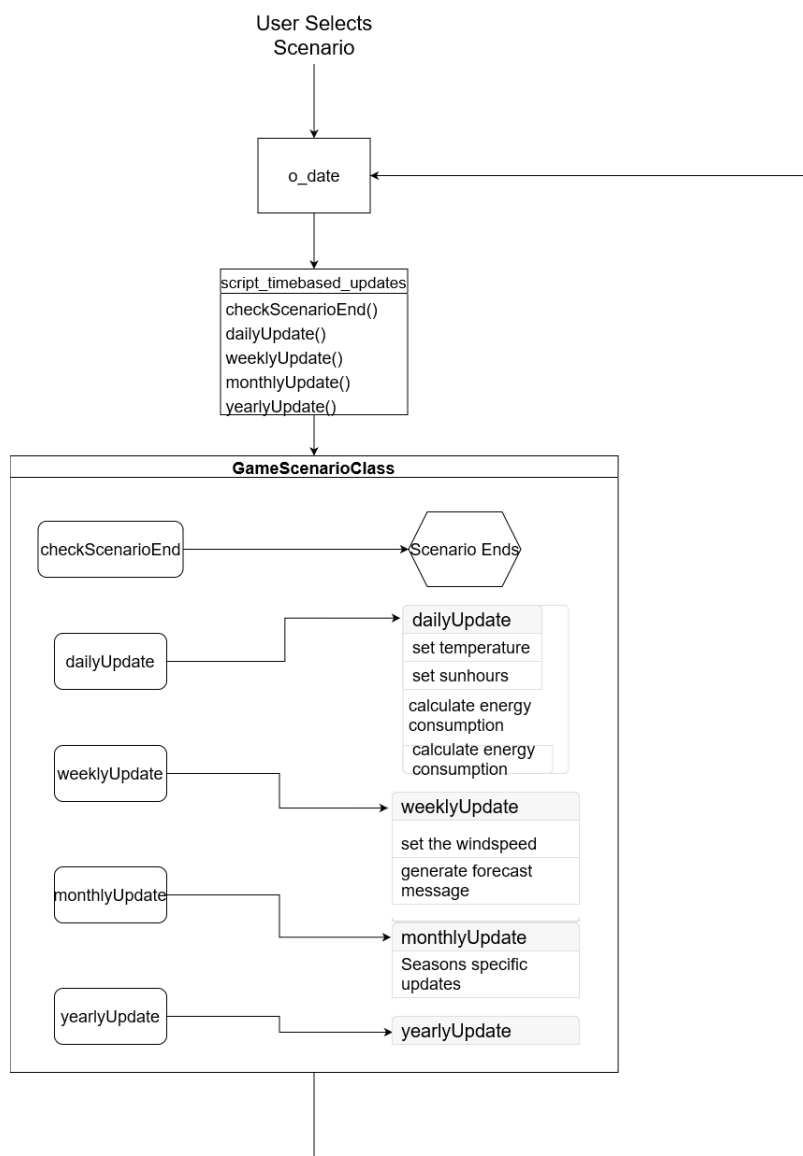
Referenser

- [1] Skolverket. (2020). "Agenda 2030: utbildning och hållbar utveckling," [Online]. Tillgänglig: <https://www.skolverket.se/om-oss/var-verksamhet/hallbar-utveckling-och-miljo/agenda-2030-utbildning-och-hallbar-utveckling> (hämtad 2021-04-15).
- [2] Engergiföretagen. (2021). "Elektrifiering," [Online]. Tillgänglig: <https://www.energiforetagen.se/energifakta/elsystemet/elektrifiering/> (hämtad 2021-05-14).
- [3] SMHI. (2021). "SMHI Open Data API Documentation," [Online]. Tillgänglig: <https://opendata.smhi.se/apidocs/> (hämtad 2021-05-17).
- [4] yoyogames. (2021). "Game Maker," [Online]. Tillgänglig: <https://www.yoyogames.com/en/gamemaker> (hämtad 2021-05-13).
- [5] Oliver Dahlqvist och Dino Karupovic. (2020). "Validering av vakförluster," [Online]. Tillgänglig: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1433454/FULLTEXT03> (hämtad 2021-05-18).
- [6] Bengt Stridh. (2019). "Vad påverkar effekten hos en solcellsanläggning?" [Online]. Tillgänglig: <https://bengtsvillablogg.info/tag/stc> (hämtad 2021-05-06).
- [7] T. N. R. E. Laboratory. (2021). "Reference Air Mass 1.5 Spectra," [Online]. Tillgänglig: <https://www.nrel.gov/grid/solar-resource/spectra-am1.5.html> (hämtad 2021-05-29).
- [8] Our World in Data. (2021). "Per capita electricity consumption," [Online]. Tillgänglig: <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-electricity-consumption?tab=chart&country=SWE> (hämtad 2021-05-14).
- [9] Anna Thomasdotter. (2008). "Inlärningsstilar hos elever," [Online]. Tillgänglig: https://www.uu.se/digitalAssets/164/c_164659-1_3-k_anna-thomasdotter.pdf (hämtad 2021-05-15).
- [10] Anton Persson. (2016). "Datorspel för lärande inom formell undervisning," [Online]. Tillgänglig: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:971736/FULLTEXT01.pdf> (hämtad 2021-05-15).
- [11] Västragötalandsregionen. (2017). "Energi teknik," [Online]. Tillgänglig: <https://www.vgregion.se/regional-utveckling/verksamhetsomraden/miljo/power-vast/fakta-om-vindkraft/energi--teknik/?vgrform=1> (hämtad 2021-05-17).
- [12] yoyogames. (2021). "ds_maps," [Online]. Tillgänglig: https://manual-en.yoyogames.com/#t=GameMaker_Language%5C%2FGML_Reference%5C%

- 2FData_Structures%5C%2FDS_Maps%5C%2Fds_map_create.htm (hämtad 2021-05-17).
- [13] IEEE och T. O. Group. (2018). "The Open Group Base Specifications Issue 7," [Online]. Tillgänglig: https://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9699919799/xrat/V4_xbd_chap04.html#tag_21_04_16 (hämtad 2021-05-20).
 - [14] SMHI. (2020). "Dagslängdens förändring under året," [Online]. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/dagslangdens-forandring-under-aret-1.7185> (hämtad 2021-05-17).
 - [15] Robert Klasson och Per Sjöberg. (2008). "VINDKRAFT FÖR UPPVÄRMNING," [Online]. Tillgänglig: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:238825/FULLTEXT01.pdf> (hämtad 2021-05-18).
 - [16] Vattenfall. (2019). "Jakten på solkraften," [Online]. Tillgänglig: <https://www.vattenfall.se/fokus/trender-och-innovation/avsnitt-5-solkraft/> (hämtad 2021-05-10).
 - [17] Kalle Lindholm. (2021). "Energiåret - årsstatistik," [Online]. Tillgänglig: <https://www.energiforetagen.se/statistik/energiaret/> (hämtad 2021-05-10).
 - [18] —, (2020). "Vattenkraft," [Online]. Tillgänglig: <https://www.energiforetagen.se/energifakta/elssystemet/produktion/vattenkraft/> (hämtad 2021-05-10).

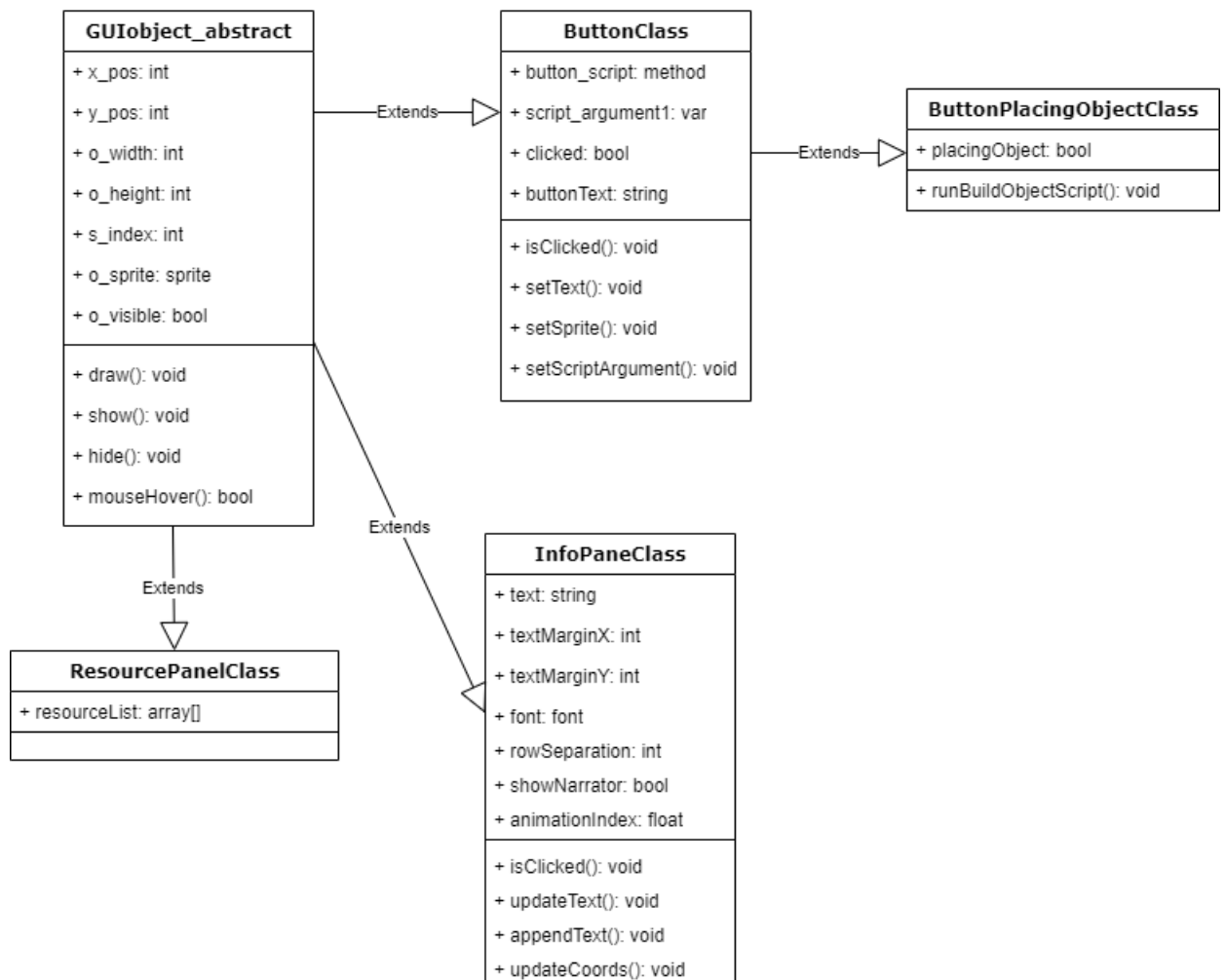
A

Grafer och Diagram



Figur A.1: Spelets uppdateringscykel

GUI Classes Structure



Figur A.2: Spelets GUI klass-struktur

Institutionen för Data- och Informationsteknik
Chalmers Tekniska Högskola
Göteborg, Sverige
www.chalmers.se



CHALMERS