



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Augmented Reality

Ett verktyg för att öka motivationen i skolan med hjälp av gamification

Examensarbete inom Data- och Informationsteknik

JOHANNES MAGNUSSON

JOHAN YNGVESSON

Institution för data - och informationsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
GÖTEBORGS UNIVERSITET
Göteborg 2019

EXAMENSARBETE 2019

Augmented Reality:

Ett verktyg för att öka motivationen i skolan med hjälp av
gamification

Johannes Magnusson

Johan Yngvesson



CHALMERS
UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Institutionen för Data- och Informationsteknik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
GÖTEBORGS UNIVERSITET

Göteborg 2017

Augmented Reality

Ett verktyg för att öka motivation i skolan med hjälp av gamification

Johannes Magnusson

Johan Yngvesson

© Johannes Magnusson, Johan Yngvesson, 2019

Examinator: Peter Lundin

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:

Bild från Semcons presentation av projektet

Institutionen för Data- och Informationsteknik
Göteborg 2019

SAMMANFATTNING

En Android-applikation har, under namnet “Treasures of Lindängen”, utvecklats av Semcon tillsammans med Malmö stad med målet att motverka ohälsa och främja lärande i utsatta områden kring Malmö. Målet med applikationen är att motivera skolbarn att uppnå bättre resultat i sin undervisning samtidigt som de är engagerade och underhållna. Syftet med detta projekt är att förstärka spelupplevelsen i applikationen med användning av gamification, samt undersöka hur man kan uppnå detta med hjälp av augmented reality. Resultat från genomförda användartester visar ingen större skillnad i hur användarna upplever den senare versionen av applikationen som använder AR i jämförelse med den äldre spelversionen som inte använder AR. Fler användartester behöver genomföras för att kunna dra några slutsatser. Projektet omfattar främst presentation av quiz-frågor i AR.

Nyckelord: Gamification, augmented reality, Androidutveckling

ABSTRACT

A prototype of a mobile quiz application, called “Treasures of Lindängen”, has been developed by Semcon in cooperation with Malmö city since June 2017. Together they have a vision to form positive habits resulting in improved educational outcomes and physical health. The goal is first and foremost to help schools in vulnerable areas of the city. The application is supposed to motivate school children to achieve better results in their studies while they are engaged and entertained. The purpose of this project is to enhance the gaming experience of the application through the use of gamification, and to investigate how this can be achieved using augmented reality. In most cases, there was no major contrast in the statistics that tested the older and the later version. Further usability tests need to be done in order to draw any conclusions. The aim of the project will be the visualisation of quiz questions in AR

Keywords: gamification, augmented reality, android development

FÖRORD

Utfört examensarbete har gjorts vid företaget Semcon via Chalmers tekniska högskola och utgör 15 högskolepoäng. Detta arbete har genomförts under dataingenjörsprogrammet som omfattar 180 högskolepoäng.

Vi skulle vilja tacka Anna Funke och Jenny Forsberg som har lett projektet och visat ett stort engagemang under detta examensarbete. Vi vill tacka Mehdi Khayyami, Olivia Bång och Camilla Niklasson på UX-avdelningen för all feedback och återkoppling kring delar som berör användarupplevelsen, evalueringen och användargränssnittet av applikationen. Tack till Ted Johansson och Malin Thelin för att vi fått bolla idéer och tankar med er. Vi vill tacka Martin Carlsson för din feedback kring vissa delar av koden och best praxis. Vi vill även tacka Elena Marzi, för din inspirerande kämparglöd och för allt du lärt oss under våra tre år på Chalmers. Tack till Yvonne Vik, från Fjordskolan i Kungsbacka, för att du gav oss tillåtelse att testa applikationen på sina eleverna på skolan. Slutligen vill vi även tacka vår handledare Albin Eldstål-Damlin för ett gott och flexibelt samarbete och med kontinuerlig återkoppling.

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Mål	2
1.4 Precisering av frågeställningen	3
1.5 Avgränsningar	3
2. TEKNISK BAKGRUND	4
2.1 Utvecklingsmiljöer	4
2.1.1 Android Studio	4
2.1.2 Blender	4
2.1.3 Unity	4
2.2 Utvecklingsverktyg	4
2.2.1 ARCore	4
2.2.2 Cloud Anchors	4
2.2.3 Gradle	4
2.2.4 Sceneform	5
2.3 Samarbetsverktyg	5
2.3.1 Git	5
2.3.2 Jira	5
2.3.3 Slack	5
2.3.4 Trello	5
2.4 Programspråk	5
2.4.1 C#	5
2.4.2 Java	6
2.5 Molntjänster	6
2.5.1 Firebase	6
3. METOD	7
3.1 Övergripande arbetssätt	7
3.2 Socialt kontrakt	8
3.3 Samarbete med Semcon	9
4. GENOMFÖRANDE	10
4.1 Brainstorming (i början av exjobb)	10
4.2 Undersökning av utvecklingsverktyg	12
4.3 Vidareutveckling av applikationen	16
4.3.1 Förstå koden för Semcons Android-applikationen i mer detalj	16
4.3.2 Problem med Gradle	16
4.3.3 Integrering av ARCore i applikationen	16
4.3.5 Skapa funktioner som startar kameran när en fråga dyker upp	17

4.3.6 Skapa objekt	17
4.3.7 Skapa möjlighet att spela upp animationer med Sceneform	19
4.3.8 Funktionalitet för utplacering av ett objekt när kameran startar	20
4.3.9 Hämta datan från databasen och visa på objekt	21
4.3.10 Respons från gränssnittet i samband med valt svarsalternativ	22
4.3.11 Spara användarens svarsresultat efter besvarad fråga	22
4.3.12 Göra vår AR-feature så fristående som möjligt	23
4.3.13 automatisk utplacering av objekt efter att ARCore detekterat en yta	23
4.3.14 Spara tillstånd hos quiz-komponenter utan hjälp från databasen	23
4.3.15 Anpassa applikationen till äldre enheter	24
4.3.16 Multiplayer-feature	24
4.3.17 Firebase	24
4.3.18 Första mötet med storytellers för utformning av spelkoncept	25
4.3.19 Andra mötet med storytellers för utformning av spelkoncept	26
4.3.20 Användartester	26
5. RESULTAT	29
5.1 Visualisera quiz med AR	29
5.1.1 Singleplayer	29
5.1.2 Multiplayer	30
5.2 Leaderboard	30
5.3 Inställningsfunktioner	31
5.4 Resultaten från användartesterna	32
5.4.1 Öppna frågor från intervjuerna	32
5.4.2 Slutna frågor från intervjuerna	37
6. DISKUSSION	40
6.1 Resultat från genomförda användartester	40
6.2 Evaluering av användartester med målgruppen	40
6.4 Kodtester	41
6.5 Systemarkitektur	41
6.6 - Utvärdering av arbetsmetod	42
6.7 - Hållbar utveckling	42
7. SLUTSATS	43
REFERENSER	44

ORDFÖRKLARING

Anchor - En anchor beskriver en fast punkt i den fysiska världen och är en utgångspunkt att koppla noder (läs nedan om Node) till.

Augmented Reality (AR) - En förstärkt verklighet av den fysiska världen där miljön förstärks av datorgenererade sinnesintryck i form av GPS-data, video, grafik och ljud. Med hjälp av AR-teknik kan man få miljön, som uppfattas av användaren, att bli mer interaktiv och även göra det möjligt att manipulera digitala objekt i omgivningen kring observatören. AR ökar användarens uppfattning av den existerande verkligheten och skiljer sig därför från till exempel VR (Virtuell verklighet) som skapar en fullskalig digital simulerad verklighet. Exempel på enheter där man kan uppleva AR genom är; kontaktlinser, smartphones, surfplattor.

fbx - Ett filformat som används i Sceneform för 3D-modellerna. Detta filformat har, bland annat, stöd för data om ljusnivåer, animationer, kameravinklar och kamerapositioner.

Node - Noder kan kopplas till Anchors (Läs ovan om Anchor) och representerar den punkt där objekt kan fästas och placeras i en 3D-scen.

Observer - Designmönster som ofta används i samband med grafiska gränssnitt för att kunna skapa en kommunikation mellan ett objekt och "observatörer" (andra objekt). När objektet ändrar tillstånd kan metoder hos observatörerna anropas för att ändra tillstånden. Denna ändring kan exempelvis innebära att en textsträng eller ett nummer ändras i en komponent som tillhör det grafiska gränssnittet.

OpenGL - Ett API (Application Programming Interface) för utveckling av 2D - och 3D-grafik. OpenGL kommunicerar med datorns grafikkort när en scen skall ritas ut. Eftersom olika grafikkort pratar olika språk, kan OpenGL fungera som en tolk/översättare när användaren vill ge direktions till grafikkortet. OpenGL känner till alla språk för att kommunicera med grafikkortet, vilket är väldigt fördelaktigt eftersom att utvecklare bara behöver lära sig att språket för OpenGL som sedan översätter och vidareförmedlar till grafikkortet.

Pose - Beskriver omvandlingen från ett objekts lokala koordinatsystem till världens koordinatsystem.

Retrospektiv - Utgör en av grundstenarna för den agila arbetsmetodiken. En retrospektiv är ett möte där projektmedlemmar diskuterar och reflekterar över styrkor och svagheter med nuvarande arbetssätt och samarbete. Syftet med dessa möten är komma fram till vad som bör förbättras respektive vad som bör upprätthållas till kommande sprint.

Scrum - Scrum är en utvecklingsmetod som används inom produktutveckling där fokus ligger på att skapa värde för kund snarare än att planera allt i förväg innan själva utvecklingsprocessen startar. Istället används en Product backlog som kort sagt är en föränderlig lista med idéer och önskemål som kan realiseras i framtiden beroende på vad som bestäms i början av varje sprint. Denna finns i något som brukar kallas en Scrum-tavla som kan vara fysisk och/eller digital. Denna tavla består oftast av en Product backlog och en sprint backlog. En grundregel för att tillämpa denna metod är att vara öppen för eventuella förändringar under utvecklingsprocessen i form av att nya förslag och idéer tillkommer eller tidigare förslag tas bort.

Gamification - Användandet av spel-design-element och spelprinciper i en icke traditionell spelmiljö. Teknikerna som används för att tillämpa gamification är avsedda att utnyttja människans naturliga behov att vilja socialisera sig, tävla och uppnå mål. Teknikerna används för att öka/förbättra användarens engagemang, produktivitet, fysiska hälsa med flera. En del gamificationstekniker använder sig av belöningar för att motivera användaren att uppnå önskade resultat. Exempel på belöningar som används är poäng och nivåer. Ett exempel där Gamification är väldigt påtagligt, är LinkedIn's profilskapare som är uppbyggd av ett nivåsystem. , För varje uppgift som användaren genomför ökar användarens nivåmätare, vilket kommer få användaren att instinktivt vilja nå en högre nivå. Detta motiverar användare att vilja slutföra sin profil.

Sprint review - Ett möte som hålls i slutet av varje sprint för att redovisa vilka resultat som uppnåtts under den senaste/aktuella/pågående sprinten

UX - UX (User experience) betyder användarupplevelse och handlar om designarbetet som förbättrar tjänsters och produkters upplevelse för användaren.

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

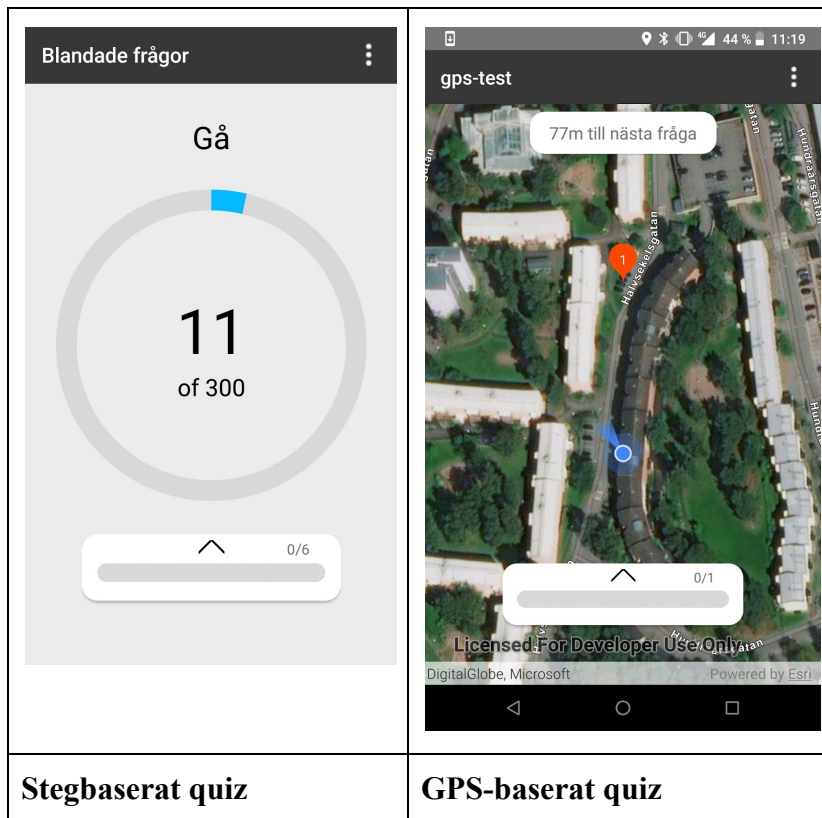
Semcon är ett företag med runt 2000 anställda som främst riktar sig mot affärsområdena ingenjörstjänster och produktinformation. De erbjuder lösningar för hela utvecklingscykeln, från idé och koncept till teknisk utveckling och användarstöd.

Under ett tidigare projekt inleddes ett samarbete med Semcon som har resulterat i ett fortsatt samarbete av samma projekt. Semcon har under ett par år haft ett partnerskap med Malmö stad med fokus att skapa en applikation som främjar lärande samt fysisk hälsa för barn i utsatta områden i Malmö. Som teknisk partner har Semcon ansvaret att leverera ideér och demonstrera uppnådda resultat till Malmö stad för uppföljning av projektets utvecklingsprocess. Målet är att hitta lösningar som i slutändan kommer resultera i en omtyckt och applicerbar produkt för grundskolor.

Den nuvarande prototypen av applikationen har inga attribut som tillför något som motiverar eller underhåller användaren som i sin tur har potential att förbättra användarens studieresultat och samtidigt ge upphov till en sund livsstil.

En av huvudidéerna med applikationen är att användaren måste röra på sig för att kunna besvara frågorna i varje påbörjat quiz. Det finns två olika typer av quiz där den första typen är stegbaserad och utgår enbart från antalet steg som användaren går. Om ett quiz innehåller exempelvis 2 frågor och har en inställd längd på 100 meter, så kommer den första frågan dyka upp efter 50 meter, och den andra frågan dyka upp efter 100.

De GPS-baserade quizen utgår istället från användarens position, där varje fråga är utplacerad på en karta. Användaren måste ta sig till varje utplacerad fråga för att kunna besvara den. I *figur 1.1* nedan visas de två olika typerna av quiz.



Figur 1.1 - Vyn för ett stegbaserat respektive GPS-baserat quiz

1.2 Syfte

Resultat av detta arbete är en förhöjd spelupplevelse i applikationen och att användarna känner sig mer motiverade att lära sig nya saker och hålla sig fysiskt aktiva. Gamification och AR skall användas för att uppnå dessa resultat. Projektet kommer främst omfatta presentation av quiz-frågor.

1.3 Mål

Projektet förväntas leverera funktionalitet att spela och visualisera quizfrågor med AR. Ett ytterligare mål är att skapa funktionalitet som gör det möjligt att koppla samman flera mobila enheter för att göra det möjligt att dela samma upplevelse i AR, med en förhoppning om en mer interaktiv och social spelupplevelse. All data från applikationens databas, som exempelvis frågor och svarsalternativ, skall kunna hämtas och visualiseras på grafiken i spelet. Ytterligare mål är att skapa nya inställningsfunktioner i applikationen så att användaren kan välja mellan att spela spelet i singleplayer eller multiplayer, samt stänga av och på all funktionalitet som inkluderar AR för att ge användaren friheten att spela quiz utan AR. Alla dessa funktioner skall integreras i den redan existerande androidapplikationen och vara en del av den.

1.4 Precisering av frågeställningen

Hur kan produkten bidra till att engagera elever i skolan och göra undervisning roligare och mer interaktiv? Kan vi, med digitala verktyg, skapa nyfikenhet och engagemang med hjälp av en rolig spelupplevelse? Kan användning av multimedia göra frågor och svar mer intressanta för användaren om quiz visualiseras på fler sätt?

1.5 Avgränsningar

Redan färdig grafik och animationer till spelet kommer, i första hand, att användas för att illustrera själva spelidéen så att tid inte behöver läggas på 3D-modellering. På så vis kommer mer tid kunna läggas på utvecklingen av själva spel-logiken i applikationen.

Projektet kommer inte avse:

- Utveckling för något annat operativsystem än Android
- Utveckling av GPS-systemet

Utveckling av GPS-systemet berör inte vårt scope mer än att vi behöver kommunicera med den ansvarige utvecklaren för att undvika eventuella merge-konflikter.

2. TEKNISK BAKGRUND

I detta avsnitt listas de verktyg samt tillhörande förklaringar av de utvecklingsverktyg som använts under projektets gång

2.1 Utvecklingsmiljöer

2.1.1 Android Studio

Android Studio är en utvecklingsmiljö för utveckling av Android-applikationer. Denna utvecklingsmiljö är integrerad (eng Integrated Development Environment - IDE) , vilket innebär att användbara verktyg är samlade på ett och samma ställe och har som syfte att öka produktiviteten hos användaren. Dessa miljöer används bland annat för att skriva, felsöka samt paketera kod [1]. Android studio är en del av IntelliJ IDEA. [2]

2.1.2 Blender

Gratis mjukvara för att skapa kreationer i 3D. Utvecklingsplattformen Blender används, bland annat, för modellering, riggning, animering och rendering [3].

2.1.3 Unity

En av världens mest använda spelmotorer för utveckling av spel till många olika plattformar, som exempelvis Android, Microsoft, iOS, OS X och Linux [4].

2.2 Utvecklingsverktyg

2.2.1 ARCore

ARCore är ett utvecklingsverktyg inom AR som används för att utföra beräkningar av den fysiska världen såsom ytor, ljusnivåer samt användarens placering i förhållande till de objekt som detekterats i den fysiska världen. Dessa beräkningar används för att integrera det virtuella innehållet och göra AR-upplevelsen så verklighetstrogen som möjligt [5].

2.2.2 Cloud Anchors

Används för att sammanlänka mobila enheter och göra det möjligt för flera enheter att dela samma upplevelse i AR [6].

2.2.3 Gradle

Androids officiella byggverktyg med stöd för många teknologier och språk som använder öppen källkod. Källkoden är fokuserad på prestanda och flexibilitet [7].

2.2.4 Sceneform

Sceneform är ett utvecklingsverktyg för rendering av 3D-grafik och används i Android Studio som en nedladdningsbar plugin för att importera, visa och bygga 3D-scener till applikationer med och utan AR [8]. Tanken bakom Sceneform är att användaren skall kunna vara oberoende av OpenGL, som är känt för att ha en brant inlärningskurva och kräver kunskaper inom bland annat datorgrafik och linjär algebra.

2.3 Samarbetsverktyg

2.3.1 Git

Versionshanteringsverktyg för hantering av kodbaser som används för att underlätta organisationen och samarbetet för utvecklare i ett projekt. Verktöget används även för att överblicka olika versioner av programkod, samt göra det möjligt att skapa flera versioner av en specifik kodbas som olika utvecklare kan arbeta på parallellt för att sedan kunna slå ihop till en gemensam version [9].

2.3.2 Jira

Ett webbaserat verktyg som används till projektledning och problemlösning [10].

2.3.3 Slack

En digital samlingsplats för alla slags arbeten för team som behöver dela information, föra diskussioner eller ta beslut [11].

2.3.4 Trello

Trello är ett webbaserat verktyg som används för att organisera projekt och överblicka arbetsprocesser för projektgrupper och individer. Genom att dela en gemensam virtuell tavla kan digitala post-it-lappar fyllas i och delas mellan de deltagare som tillhör gruppen, samt visa vilket stadie av arbetsprocessen som uppgiften befinner sig i. [12]

2.4 Programspråk

2.4.1 C#

Objektorienterat programmeringsspråk utvecklat av Microsoft. C# tillhör plattformen .NET [13].

2.4.2 Java

Ett objektorienterat programspråk som fungerar på de flesta operativsystem och är ett av det mest använda programspråken [14].

2.5 Molntjänster

2.5.1 Firebase

Firebase är en molntjänst för utveckling av mobila och webbaserade applikationer. I tjänsten finns ett stort utbud av verktyg som ger stöd för en backend-lösning [15]. Dessa verktyg kan användas för överblicka databasens prestanda, skapa A/B-tester, utföra analyser med mera [16].

3. METOD

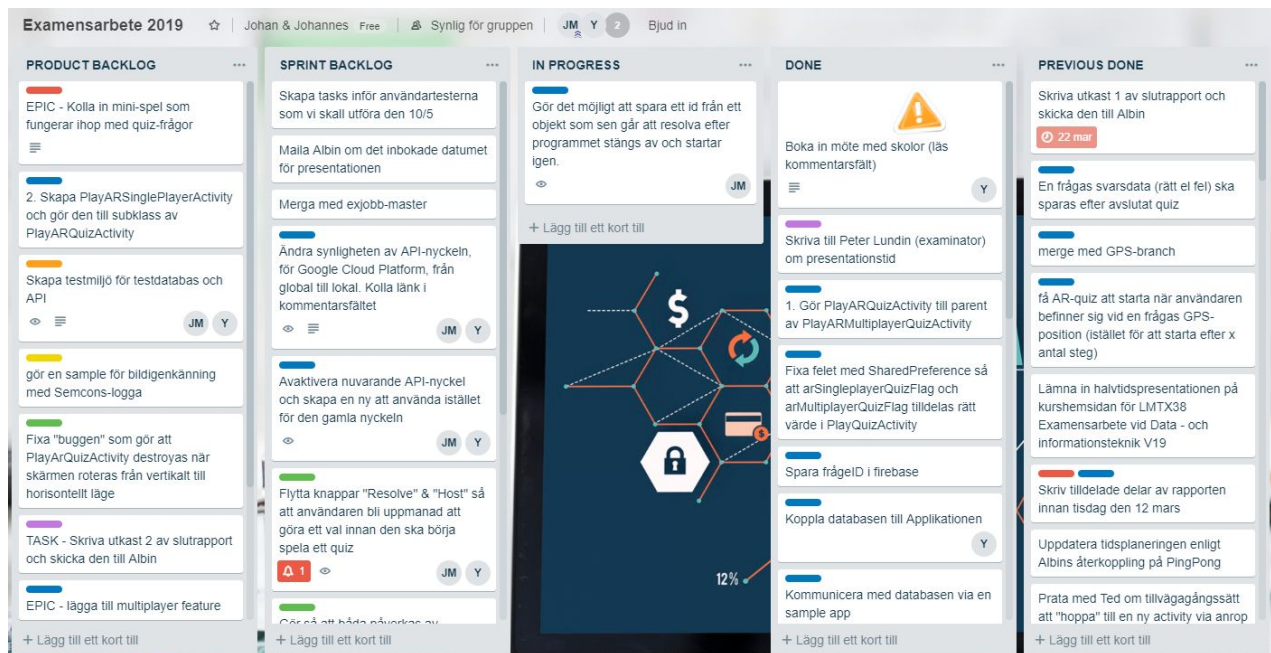
Arbetet har i huvudsak utförts enligt den agila arbetsmetodiken med en vecka långa sprintar/iterationer. Varje fredag har möten hållits med Semcon för uppföljning och redovisning av resultaten från den aktuella veckan, samt planering inför nästkommande vecka.

3.1 Övergripande arbetssätt

En Scrum-tavla har skapats med hjälp av tjänsten Trello för att organisera och överblicka arbetsprocessen. Denna Scrum-board består av 5 delar som utgör olika faser av arbetsprocessen. Dessa faser sammanställs i nedanstående tabell:

Tabell: Namn och beskrivning av de listor som använts för Scrum-tavlan

PRODUCT BACKLOG	I denna lista sparas de uppgifter som vi ännu inte har påbörjat. Uppgifterna behöver nödvändigtvis inte ha något startdatum.
SPRINT BACKLOG	Denna lista innehåller de uppgifter som skall utföras under den aktuella sprinten. Efter varje avstämnings- och planeringsmöte med Semcon granskas Scrum-tavlan och nya uppgifter skapas för nästkommande sprint.
IN PROGRESS	Denna lista innehåller de tasks som påbörjats och som ännu ej har slutförts
DONE	Lista med de uppgifter som slutförts under den aktuella sprinten
PREVIOUS DONE	Lista med uppgifter som vi slutfört under föregående veckor.



Figur 3.1 - Scrum-tavla som skapats i tjänsten Trello

3.2 Socialt kontrakt

I början av projektet togs ett beslut om att skapa ett socialt kontrakt med syfte att främja trivseln i gruppen. Ett sådant kontrakt har använts i en tidigare projektkurs och haft ett positivt resultat. Ett beslut togs att utgå från grundstrukturen av det tidigare kontraktet och anpassa frågorna efter projektgruppen för detta arbete. En lista med regler/normer diskuterades fram och bestod tillslut av fem kategorier; "Möten", "Kommunikation", "Hållbart arbete", "Gemensamt arbete" och "Testning & överseende av design/kod". Under kategorin "Möten" listas förhållningssätt gällande tidspassning och mötesstruktur. "Kommunikation" beskriver hur information ska delas mellan projektmedlemmarna. "Hållbart arbete" beskriver hur varje projektpartner bör förhålla sig till den andre i projektgruppen, samt hur icke hållbara arbetsförhållanden kan motverkas. "Gemensamt arbete" beskriver vad som gäller före, under och efter arbete som påverkar båda parter i gruppen. "Testning & överseende av design/kod" förklarar hur testning och godkännande av design/kod ska gå till.

Under projektets gång har projektgruppen förhållit sig till dessa riktlinjer på ett rimligt sätt. En del punkter har behövt ytterligare bearbetning då dessa har varit alltför otydliga och inte så applicerbara. En del konflikter har hanterats med hjälp av dessa riktlinjer, vilket har resulterat i att gruppen snabbare kommit till konsensus. Under projektets gång har en gemensam

granskning/uppföljning av kontraktet gjorts med syftet att föra en konstruktiv diskussion samt göra eventuella justeringar.

Ett exempel på när vi använt vårt sociala kontrakt som stöd har varit i stunder när vi haft olika lösningsförslag. Punkten som lyder “Om vi inte är överens, prata om *varför* vi tycker som vi gör, försök nå konsensus” har hjälpt oss att inte lämna något osagt eller göra individuella beslut som påverkar gruppen.

Ett annat exempel på en användbar punkt i kontraktet har varit “Har man ansvar för en uppgift så är det ingen annan som skall pilla på den utan att fråga om lov. Bara om den ansvarige bitt om hjälp“. Denna punkt har varit applicerbar i situationer där det har varit möjligt att undvika dubbelt arbete, missförstånd och destruktiv gruppdynamik. Framförallt gällande rapportskrivning, då den person som inte har huvudansvar för stycket bara får ge förslag och inte får ändra något utan den ansvariges medkännande. Detta har varit väldigt tidsbesparande och lämnat utrymme för andra prioriteringar. Dessutom har det skapat en möjlighet för återkoppling i form av konstruktiv kritik

3.3 Samarbete med Semcon

Semcon har försett oss med resurser i form av handledning och återkoppling där varje veckas resultat granskats i form av en sprint review. Efter att resultaten redovisats och granskats, har nya mål fastställts inför nästkommande sprint.

Utöver dessa möten har Semcon försett oss med egna arbetsytor på företaget där kontakt har etablerats med anställda som jobbar med samma projekt, men i andra delområden. Vi har även blivit försedda med en android mobiltelefon som vi kan göra tester på.

Eftersom samarbetet med Semcon redan inleddes under oktober 2018, har detta underlättat utvecklingen av applikationen. Resurser från föregående projekt har tillhandahållits såsom data från användartester, intervjuer samt designskisser av UX av den första systemarkitekturen.

4. GENOMFÖRANDE

Detta avsnitt beskriver processen från idé till hur funktioner har implementerats i applikationen steg för steg. Eftersom utvecklingen följde den agila arbetsmetodiken så har ingen kravspecifikation använts. Målen för projektet har varit konstanta, men beslut om vilka funktioner som skall utvecklas har gjorts veckovis tillsammans med Semcon.

4.1 Brainstorming (i början av exjobb)

För att hitta användningsområden av AR och gamification i applikationen togs ett gemensamt beslut med Semcon att anordna brainstorming-sessioner för att komma på nya idéer. Med de nya förslagen fanns en förhoppning om att hitta lösningar för att göra applikationen mer interaktiv. Genom att öka interaktiviteten fanns ett högre mål att engagera och motivera användaren att lära sig nya saker. Gamification är ett av de verktyg som har använts för att kunna öka användarens vilja att lära sig nya saker.

För att kunna ta fram användbara förslag behövdes mer kännedom om gamification som koncept och dess grundstenar. Förslagen delades sedan upp i 3 huvudkategorier för att ordna/sortera förslagen efter deras bidragande effekt till användaren. De olika effekter som förslagen delades in i var motivation, uppmuntran och belöning. Genom att bestämma dessa tre huvudmål kunde förslag tas fram som uppfyller dessa syften. På nästa sida visas de förslag som togs fram:

Tabell 1: Förslag på de prototypfunktioner som togs fram under brainstormingsessioner

<u>Funktion</u>	<u>Feature</u>	<u>Beskrivning</u>
Motivation Funktioner vars syfte är att motivera användaren.	Achievements	Lista med uppdrag som kan genomföras för att få resurser. Det skulle kunna finnas färdiga achievements, men även achievements som läraren lägger till i listan.
	Bonusar	Är inget som man måste genomföra för att klara ett quiz, utan en extra bonus för att få chans till extra resurser i spelet.
	Cooperative gameplay	Spela quiz tillsammans genom att exempelvis besegra monster genom att svara rätt på frågor. Varje spelare får olika frågor att besvara på sin skärm. För varje rätt svarsalternativ som en spelare valt, resulterar i att till exempel en fiende tar skada. Spelen kan givetvis utformas på flera olika sätt. Grundtanken är att skapa en social aktivitet tillsammans med andra genom att ge möjlighet till samarbete och på så vis motivera användaren till att spela.
	Avatar	En Avatar skulle kunna skapa ett behov hos användaren att uttrycka sig och känna ett ansvar att ta hand om den och bli mer motiverad och engagerad i spelet.
	Leaderboard (grupp)	En leaderboard för en grupp, som exempelvis en skolklass, skulle kunna användas för att motivera och bidra till ett gemensamt mål som grupp/klass.
	Leaderboard (Individuell)	Likadan feature som Leaderboard (grupp) fast här listas varje individuell elev
	XP	Experience points kan användas för att motivera spelaren att klara frågor genom att ge spelaren ett antal poäng som i sin tur används för att uppgradera spelarens nivå
Belöning Funktioner vars syfte är att belöna och uppmuntra användaren	Valuta	Användaren skulle kunna belönas med mynt för att köpa exempelvis minispiel. Som ett exempel får man i Minecraft ett visst antal mynt efter varje fullgjort uppdrag. Dessa kan användas för att köpa minispiel, världar, texturer etc.
	Resurser	Resurser kan användas för att bygga exempelvis en virtuell värld. Denna värld skulle kunna byggas tillsammans med klasskamrater och skapa en social aktivitet, samt motivera eleverna att spela fler quiz för att få fler resurser som sen kan användas för att bygga på den virtuella världen: <ul style="list-style-type: none"> - Kläder och utrustning till avataren - Gränssnittet skiftar färg efter varje fråga - Priser/Utmärkelser
	XP	Samma funktion som beskrivs för XP ovan
	Positive feedback	Denna feedback skulle kunna ges mellan frågor eller efter quiz. Bilderna visar ett exempel på hur duolingo presenterar feedback till användaren.

Efter att förslagen kategoriserats och dokumenterats, gjordes ett par presentationer med anställda på Semcon. Först presenterades förslagen för två UX-designers. Efter presentationen mottogs återkoppling och sedan genomgick förslagen en första gallring. Syftet med gallringen var att smalna ner projektets omfattning och filtrera bort sådant som skulle göra applikationen för osammanhängande. De resterande förslagen presenterades sedan för chefer och andra anställda på Semcon för att sedan genomgå ytterligare en gallring.

Därefter valdes de förslag som ansågs mest passande att jobba vidare med. De förslag som valdes ut efter sista presentationen var “Cooperative gameplay”, samt “positiv feedback” (se *tabell 1*). En anställd på Semcon blev även ombedd att utveckla “Leaderboard (Grupp)”.

När beslutet hade tagits att jobba vidare med dessa förslag, fick vi i uppdrag att förbereda en presentation för de utvecklingsverktyg som skulle kunna användas för att utveckla dessa funktioner. Vi fick en vecka på oss att undersöka vilka verktyg som skulle kunna användas för att utveckla multiplayer feature till android-applikationen som gör det möjligt att sammanlänka flera mobila enheter för att kunna uppleva samma upplevelse i AR i realtid. Vi skulle även behöva undersöka vilka verktyg som kunde användas för rendering av grafik, samt estimeringsverktyg för de grundläggande förutsättningar som krävs för att skapa en upplevelse i AR, som exempelvis detektering av ytor etc.

4.2 Undersökning av utvecklingsverktyg

Från början av projektet har Android Studio varit det primära utvecklingsverktyget som använts. Eftersom prototypen, som skulle vidareutvecklas, var androidbaserad kändes valet av verktyg givet att fortsätta arbeta i. En stor fördel med Android Studio är att det ger stöd för Googles Sceneform, en Android Studio-plugin, som gör det enkelt att rendera 3D-objekt i AR utan att behöva lära sig OpenGL [17]. För att skapa interaktiva AR-objekt behövdes, förutom Sceneform, även Googles egna program ARCore [18] som också finns att använda i Android.

Tidigt i projektet gjordes en undersökning av olika utvecklingsverktyg som skulle kunna användas för att skapa en interaktiv spelupplevelse med hjälp av AR. Eftersom utvecklingen är helt androidbaserad kunde sökningen av verktyg begränsas en aning. Google, som äger Android [19], har ett rikt bibliotek av dokumentation och lektioner för sina utvecklingsverktyg. Google Codelab är ett gratis kursbibliotek, som erbjuder ett stort utbud av informativa tutorials för alla verktyg som är utvecklade av Google [20]. Utöver dokumentation och tutorials finns kod att ladda ner på Googles publika Github-repo [21] för att testa och modifiera enkla applikationer utvecklade med deras utvecklingsverktyg.

De första verktygen som undersöktes var ARCore och Sceneform. Genom användning av ARCore kunde vi skapa en grund för upplevelsen i AR genom att låta ARCore sköta estimering

av användarens position, storlek och placering av ytor, samt estimering av ljusintensiteten i det fysiska rummet. Med denna grund kunde detektion av plana ytor göras för att kunna placera ut virtuellt innehåll. För att ARCore skall kunna estimera telefonens position i förhållande till omgivningen så använder ARCore en process som kallas ‘concurrent odometry and mapping’ (COM). Den virtuella kamerans position och orientering anpassas till positionen och orienteringen för enhetens kamera. På så vis kan renderingen göras från rätt perspektiv vilket får de virtuella innehållet att se ut som om det vore en del av den fysiska världen [22]. Estimering av ljusnivåer i den fysiska omgivningen samt färgbehandling av en given kamerabild gör renderingen av grafiken och de objekt som används i spelet mer naturtrogen [23].

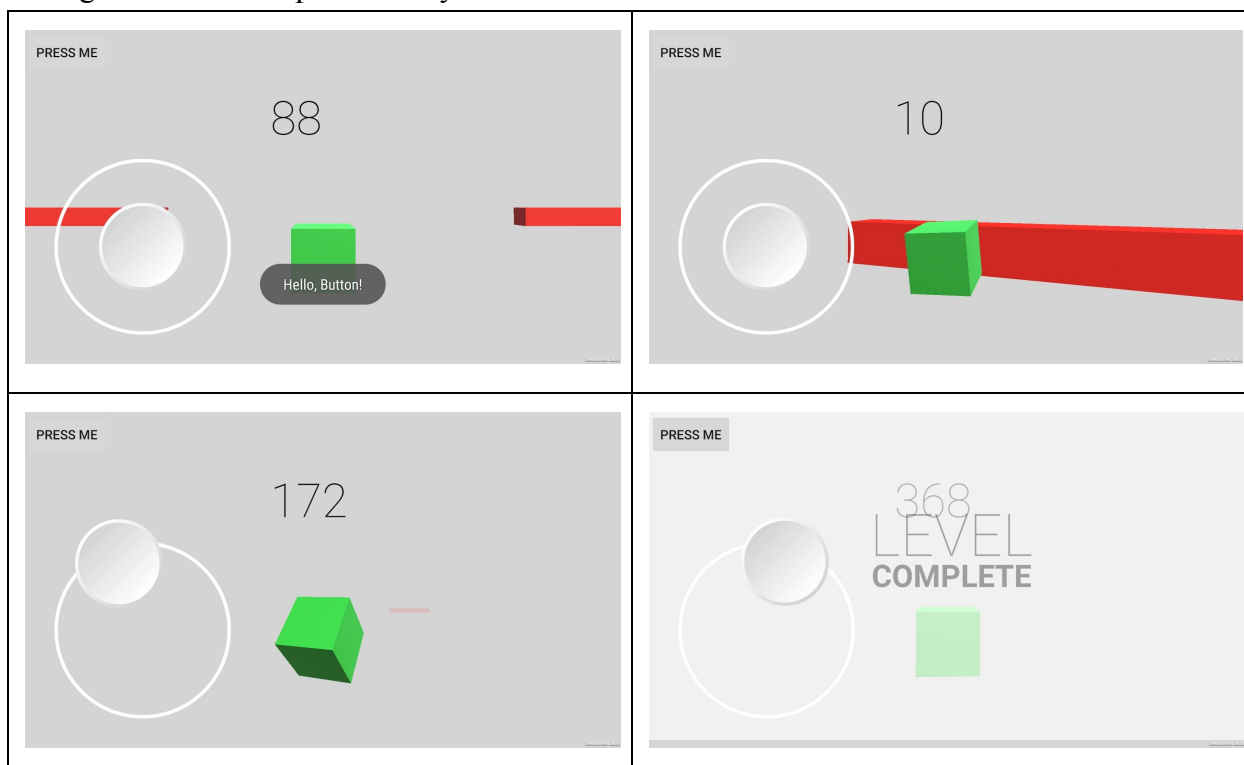
Trots att ARCore lägger grunden för upplevelsen i AR, så behövdes ett verktyg för själva renderingen av grafiken. För rendering av 3D-scener, så som 3D-modeller och animationer, användes Sceneform. Möjlighet att styra färdigriggade objekt testades genom att använda viss data från filformaten fbx och obj. Med dessa två verktyg hade vi skapat enkla “applikationer” för att estimera rummets dimensioner, kontrollera och rendera 3D-objekt i realtid. Syftet med dessa applikationer var att användas till en presentation för Semcon, för att beslut skulle kunna tas om vilka verktyg som skulle adderas till projektet.

För att få en överblick studerades googles övergripande dokumentation av Sceneform [24] samt dokumentation för själva API:et [25]. Undersökning av filformaten obj och fbx behövde göras för att få mer kunskap om den data som varje filformat innehåller så att vi skulle kunna använda den datan för att styra och modifiera 3D-objekten och animationerna.

För att kunna dela samma upplevelse i AR och skapa en multiplayer-feature, undersöktes huruvida utvecklingsverktyget Cloud Anchors kunde uppnå detta mål.

Inför presentationen hade för- och nackdelar med verktygen undersökts. Mycket tid spenderades på att samla information om begränsningarna av respektive licens. Detta var nödvändigt för att undvika oönskade kostnader och även för att känna till vilka utvecklingsmöjligheter som betalnings- respektive gratisversion hade. Under presentationen redogjordes begränsningar för den dåvarande versionen av Sceneform. Eftersom renderingen var begränsad till endast statiska 3D-modeller [26] begränsade detta interaktionsmöjligheterna. Eftersom projektets mål är att skapa en interaktiv spelupplevelse blev denna begränsning avgörande för beslutet att välja ett annat alternativ av utvecklingsplattform. Detta ledde till ett beslut att undersöka ifall Unity skulle kunna användas för att utveckla spelet av applikationen och sedan integrera detta projekt med den redan existerande applikationen. En grundläggande sample-applikation skapades i Unity som sedan integrerades i ett projekt skapat i android studio som användes som demonstrations-exempel för Semcon. Denna integration var inte helt trivial och innebar att utvecklingen var beroende av två olika utvecklingsplattformar samt att vi behövde lära oss C#,

som är ett av de språk som används för utveckling av spel i Unity [27]. I *figur 4.2* visas en bild över sample-applikationen som presenterades under mötet. Med hjälp av tangentbordet styr spelaren en kub på den rektangulära banan. Kuben färdas automatiskt framåt av en konstant kraft, och målet är att ta sig till slutet av banan utan att kollidera med de utplacerade röda rätblocken. Detta spel integrerades i ett android-projekt som bestod av en knapp för att starta spelet samt en knapp i det vänstra hörnet som skapades i Android Studio. När denna knapp markeras så anropas en Androidmetod för att skriva ut en textsträng på skärmen. Syftet med spelet var att visa att integrering av ett Unity-spel i en native android-app var möjligt, för att på så vis få igenom förslaget att utveckla spelet i Unity



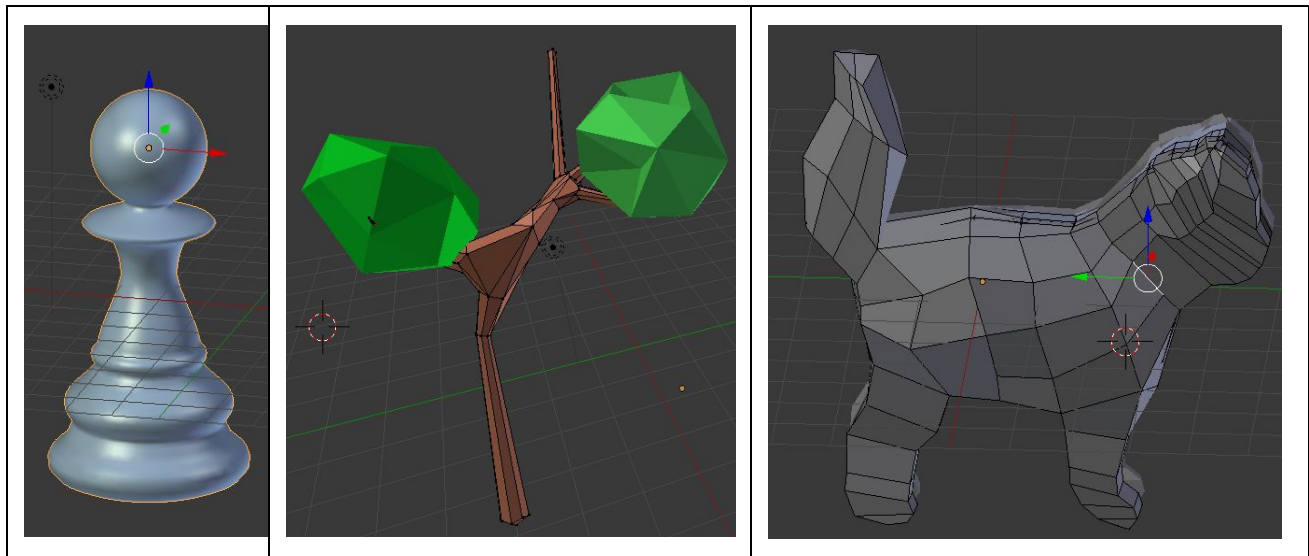
Figur 4.2 - Spel utvecklat i unity och integrerat i en native Android-applikation

Efter en veckas undersökning och testning av denna spelmotor upptäcktes dock att Google nyligen släppt en ny uppdatering av Sceneform där möjligheten för rendering av dynamiska 3D-modeller adderats [28]. Detta innebär att utvecklingen kunde ske helt oberoende av Unity och var en anledning till varför ett beslut togs att byta fokus från Unity till att använda Sceneform för all rendering/grafik av spelet. Trots beslutet så finns det många fördelar med Unity för AR-applikationer. Dels finns mycket dokumentation, tutorials, forum för att få hjälp och inspiration. En annan fördel är att det går att exportera spelet till många olika plattformar så som Android, iOS, Windows, Linux, Playstation, Xbox med mera.

Nackdelarna med att använda Unity är att gratisversionen bara får användas under villkoret då företagets bruttointäkter eller upplånade pengar understiger 100 000 \$. Om bruttointäkterna eller

upplånade pengar inte överstiger 200 000\$ finns Plus-versionen med två följande prisval: 25\$/månad (i minst 1 år) eller 35\$/månad (minst en månad). För obegränsat intäkts- eller insamlingskapande kapacitetbegränsningar kan man använda Pro-versionen och den kostar 125\$/månad. Vi kan exportera ett projekt från Unity och integrera i Android Studio med den redan existerande applikationen [29][30][31][32][33]. Detta har testats och fungerar, men är inte en optimal lösning enligt egen erfarenhet och källor som undersökts på olika forum. Eftersom att applikationen är en prototyp och inte har ett planerat lanseringsdatum, så ansågs det för kostsamt att använda Unity för detta projekt. Därför togs beslutet tillsammans med Semcon att använda Sceneform istället för Unity.

För att undersöka möjligheten att skapa egna 3D-modeller till applikationen undersöktes utvecklingsplattformen Blender. För att få kunskaperna om grunderna för modellering och riggning studerades tutorials på Youtube. Några enkla 3D-modeller skapades (se *figur 4.2b* nedan) genom att använda riktiga bilder som bakgrund och lägga till geometriska former på bakgrunden. Efter modelleringen av figurerna gjordes ett test att rigga vissa figurer genom att applicera benstrukturer för att kunna styra modellerna. Vi insåg dock snart att detta skulle ta tid och innebära omfattande fokus på något som ligger utanför vårt scope. Därför bestämde vi oss för att använda färdiga animerade modeller som vi laddade ner gratis från internet.



Figur 4.2b - Några av de 3D-modeller som skapades i Blender

4.3 Vidareutveckling av applikationen

4.3.1 Förstå koden för Semcons Android-applikationen i mer detalj

Eftersom utvecklingen av applikationen har pågått sedan juni 2017, har en del av tiden gått åt till att granska systemarkitekturen. Detta var nödvändigt för att få en övergripande förståelse för hur alla delar hänger ihop, samt underlätta vidareutvecklingen av applikationen. Till vår fördel har

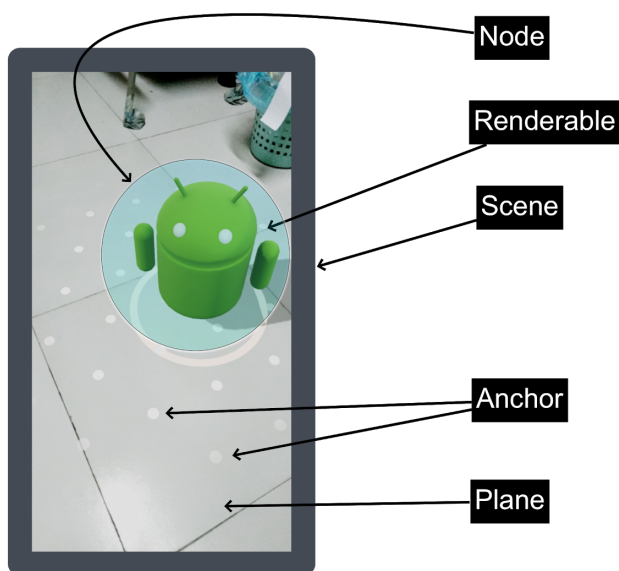
dokumentation och designdokument funnits som grund för att få översikt över hur kommunikationen sker mellan applikationens komponenter.

4.3.2 Problem med Gradle

Under en vecka av nära arbete med en annan examensgrupp uppstod en situation efter att båda gruppernas kod hade mergats. Efter uppstart av den nyligen uppdaterade koden som laddades ner uppstod ett problem som resulterade i kompileringsfel och att applikationen inte längre kunde köras. Detta problem uppstod på grund av att en API-nyckel sparats lokalt av en annan exjobbare som gjort en commit till vår gemensamma bransch. Nyckeln behövdes för att få tillgång till kritisk data. Problemet löstes genom att skapa och spara en fil lokalt på datorn som innehåller adressen till API:et. På grund av säkerhetsskäl placerades denna fil utanför git för att göra den privat och minimera risk för att oönskade konsekvenser/åtkomst från människor som inte är involverade i projektet.

4.3.3 Integrering av ARCore i applikationen

För att säkerställa att ARCore detekterar det virtuella objektets position, måste ett ankare (eng: anchor) definieras. Ankaret behövs för att binda 3D-modellen till det detekterade planet. Om ARCore har detekterat exempelvis ytan av golvet i ett rum, så används ankaret för att 3D-modellen skall kunna placeras på golvet. Ofta skapas ett ankare baserat på en Pose (position och orientering) som returneras av ett så kallat hit test som används av ARCore för att ta en (x, y) -koordinat som motsvarar den punkt som markerades på mobilens skärm med exempelvis ett fingertryck. När planet har detekterats kan scenen placeras ut. Scenen innehåller alla noder och dess information. Noder innehåller i sin tur renderables (3D-modell) och positionsdata. *Figur 4.3.3* visar ett skärmsklipp med några grundläggande koncept hos ARCore.



Figur 4.3.3 - Några grundläggande koncept hos ARCore

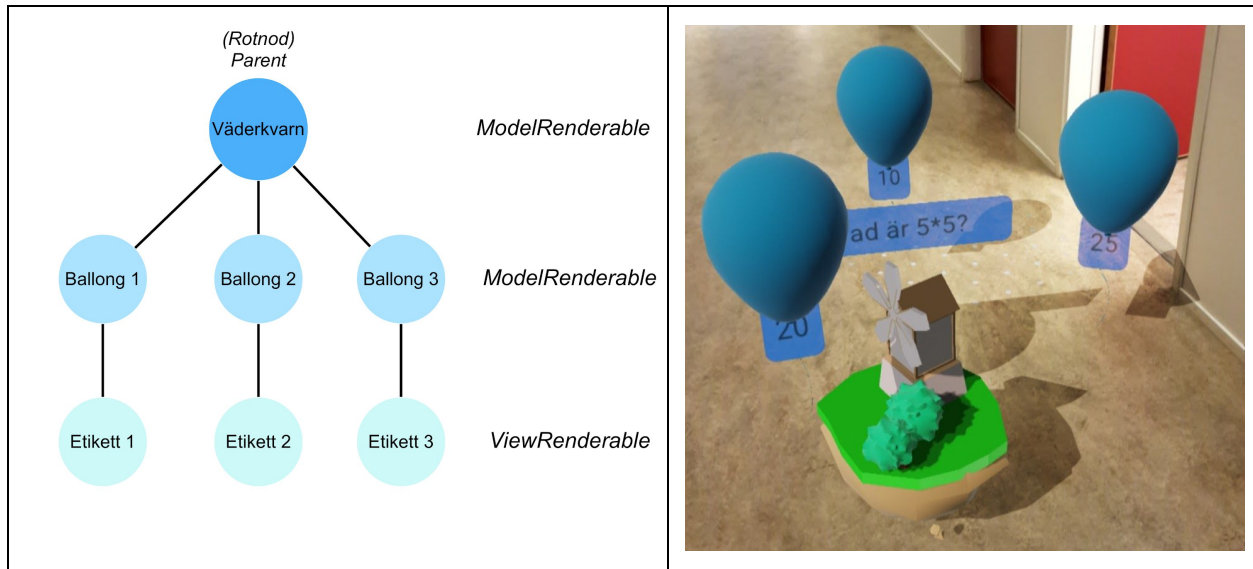
4.3.5 Skapa funktioner som startar kameran när en fråga dyker upp

För att placera ut ett objekt och rendera 3D-scenen så användes en ARSceneView. Detta är en klass från API:et hos ARCore som integreras med ARCore och används för att rendera 3D-scener. Fördelen med att använda en ARSceneView är att den ger stöd för enheter som inte har stöd för ARCore. Detta är viktigt eftersom att även användare med äldre enheter, och enheter som ej har stöd för ARCore, ges möjligheten att använda applikationen.

4.3.6 Skapa objekt

Två huvudbegrepp som används i samband med användandet av Sceneform är Scene och View. En Scene representeras av de objekt (3D-modeller) som adderas till den virtuella världen, och den består av objekt/noder som bygger upp en nedåtvänd trädstruktur/hierarki.

Varje nod (Node) innehåller all information som Sceneform behöver för att rendera och interagera med noden. Genom att addera noder till andra noder kan man forma ett parent-child relationship [34]. Noder kan innehålla 3D-modeller, som exempelvis ballongerna i spelet. För att kunna skapa denna hierarki används SceneGraph API som Sceneform erbjuder. Detta API används för att definiera förhållandet mellan noderna (objekten) som visas i grafen nedan



Figur 4.3.6 - Hierarkin för applikationens Scene

Som bilden ovan visar så skapades roten (i vårt fall väderkvarnen) som är det objekt som ballongerna cirkulerar runt. Ballongerna är barnnoder (child nodes) till rotnoden och varje ballong är i sin tur föräldranod till varsitt "barn" som representeras av svarsrutor (ViewRenderables) som är de etiketter som visar varje enskilt svarsalternativ.

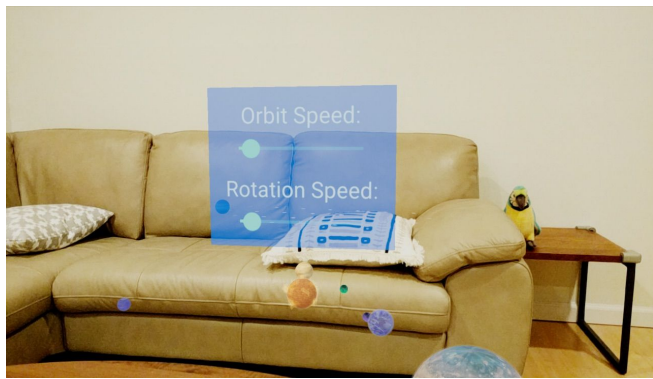
En Renderable är en basklass som används för renderingen av 3D-modeller i Sceneform. En Renderable har två subclasser, nämligen *ViewRenderable* och *ModelRenderable*. Dessa två klasser representerar två typer av objekt som kan kopplas till en nod (se Node i ordlistan) och renderas som en del av en scen [35].

För att skapa en "2D"-vy i AR som frågan kan visas på utnyttjades *ViewRenderable* [36].

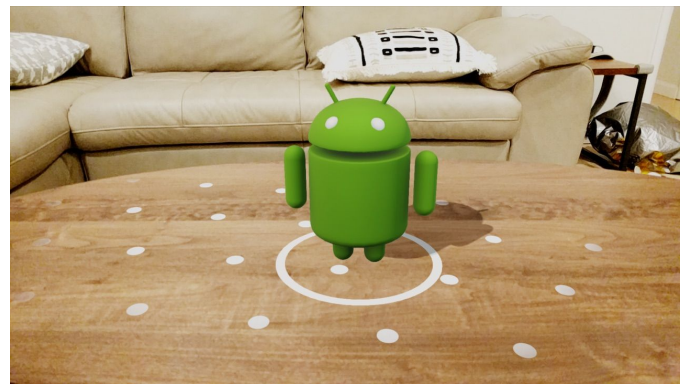
Denna typ av komponent är en platt rektangulär yta som används för att placera text/frågor från de pågående quizet. Ett exempel av en *ViewRenderable* visas i *figur 4.3.6b* nedan.

När kameran startas så börjar ARCore göra estimeringar av omgivningen där användaren befinner sig. För att placera ut objekten på en yta måste ARCore detektera ytornas storlek och placering samt vinklar av ytor som används för att placera de virtuella innehållet. När detektionen är klar används lyssnare som reagerar på fingertryck på mobilens skärm., Denna funktion används för att placera ut objekt på en specifik plats av den detekterade ytan. När detektionen fullbordats och användaren trycker på skärmen skall frågan visas upp.

I Sceneform kan filer av typen obj, fbx eller glTF konverteras till formatet sfb (Sceneform binary assets), som senare kan "bakas" in i en *ModelRenderable* [37]. *ModelRenderable* kan vi använda för ballongerna i spelet. I *figur 4.3.6b* och *figur 4.3.6c* visas en representation av dessa objekt



*Figur 4.3.6b - ViewRenderable.
Från [38], CC BY 4.0*



*Figur 4.3.6c - ModelRenderable.
Från [39], CC BY 4.0*

4.3.7 Skapa möjlighet att spela upp animationer med Sceneform

Den 15/2 2019 släppte Google en ny uppdatering av Sceneform som, bland annat, gör det möjligt att spela upp och kontrollera animationer samt koppla samman objekt med benstrukturer [40]

[41]. I tidigare versioner har Sceneform endast haft stöd för visualisering av statiska objekt. Detta var en viktig uppdatering som avgjorde huruvida vi kunde vara oberoende av andra utvecklingsplattformar för att skapa en dynamisk upplevelse i AR eftersom att föregående version var begränsad till rendering av statiska 3D-modeller. I nuläget har *Sceneform* inget API för att ändra förhållandet mellan föräldrar och barn, mellan ben i skelettet, av en modell [42]. Detta innebär att vi inte kunde ändra benstrukturen direkt i Android Studio. Denna justering kan göras med hjälp av ett externt modellerings- och animationsprogram som exempelvis *Maya* eller *Blender*. Vi kan på så vis skapa animationerna externt för att sedan importera och spela upp dem med Sceneform.

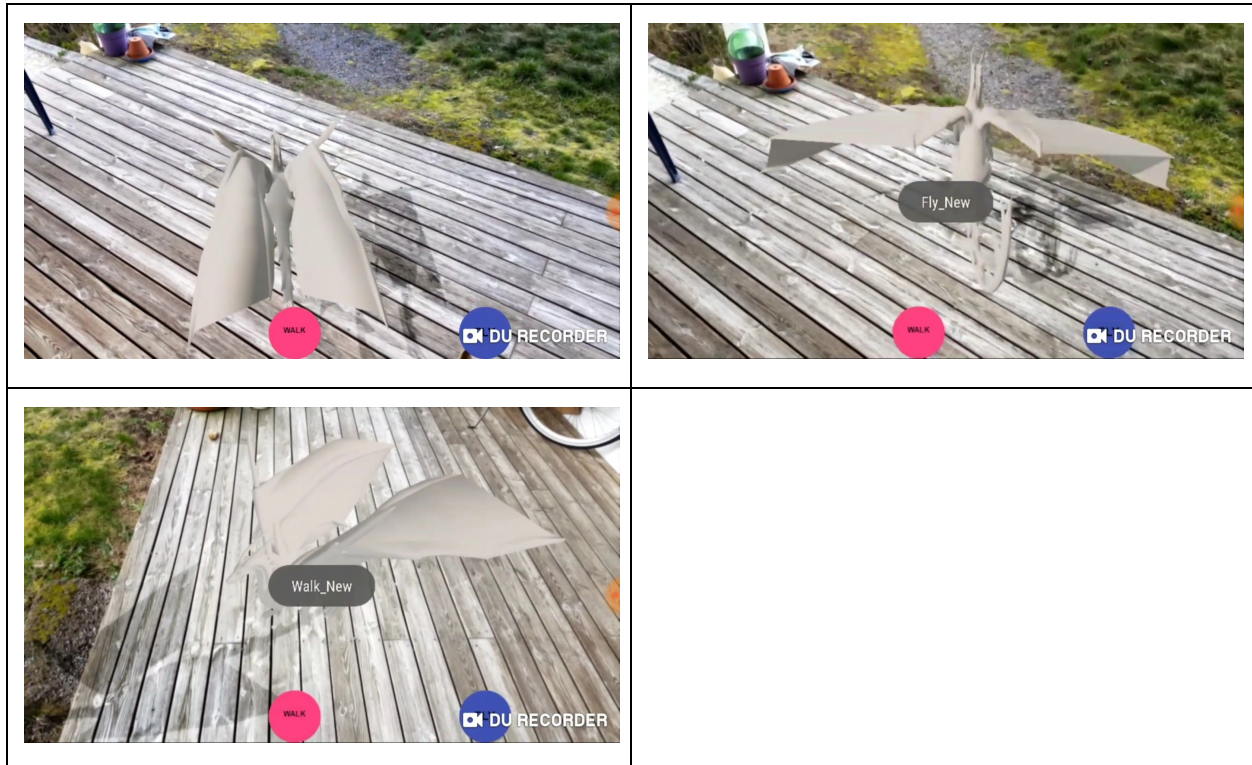
Sceneform använder formatet fbx för animationerna. Eftersom det finns flera versioner av fbx så kan vilken fil som helst användas av detta format. Google har en hel del underkrav på detta format [43]. Bland annat måste formatet vara fbx 2016/2017

En del nya filformat har behövt undersökas för att ta reda vad som skiljer dem åt och vad de används till. Några av de filformat som undersökts är obj, sfa, sfb, mtl och fbx.

Nedan visas en screenshot från ett sample vi skapade för att visa Semcon hur man kan använda Sceneform för uppspelning och kontroll av animationer. Med applikationen kunde vi få draken att flyga och gå genom att aktivera knappar i ett gränssnitt. *Figur 4.3.7b* nedan visar hur vi kan

placera ut ett 3D-objekt på ett horisontellt plan, och sedan kontrollera 3D-modellen genom att spela upp olika animationssekvenser.

Draken laddades ner gratis från en hemsida [44] för att kunna testas. Formatet på draken är i fbx, och genom att använda data från filformatet som innehåller info om, bland annat, färdigriggade rörelser, kunde vi trigga dessa rörelser i samband med knapptryck på applikationens gränssnitt.



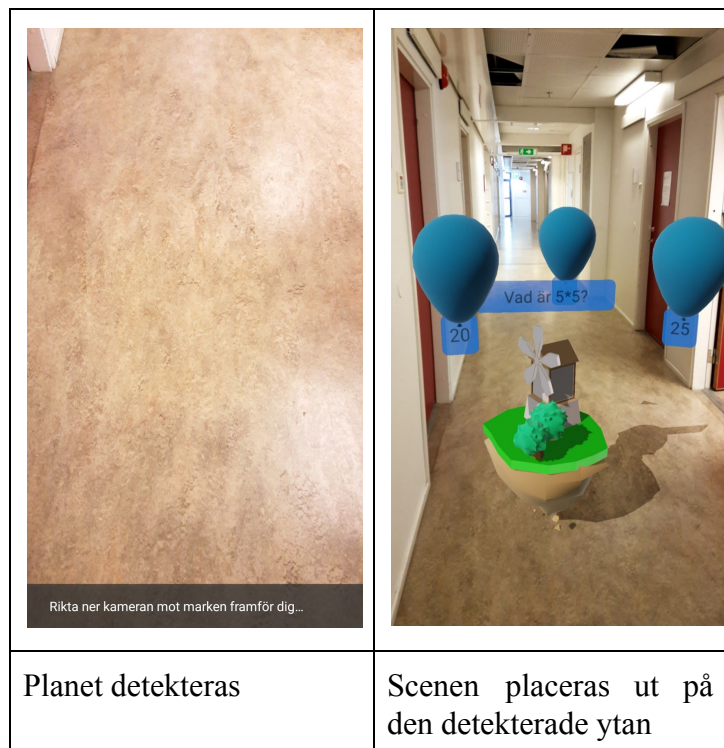
Figur 4.3.7b - Rendering och styrning av 3D-modell med hjälp av Sceneform 1.7.0

4.3.8 Funktionalitet för utplacering av ett objekt när kameraläget startar

För att göra det möjligt för användaren att placera ut 3D-modeller i den fysiska världen behöver applikationen använda sig utav ARCore. Detta verktyg gör tre saker. Den första är att spåra positionen av enheten som används och skapar en uppfattning om den fysiska världen. Den andra funktionen tillåter mobilens kamera att läsa av punkter på det fysiska planet och kan därmed upptäcka plana ytor [45]. Sökning av punkter sker från då att kameran startas tills då kameran stängs av. Den tredje funktionen gör det möjligt för telefonen att uppskatta ljusnivåer av den fysiska miljön. .

När 3D-scenen ska placeras trycker användaren på det upptäckta planet på skärmen. För att visa vilket plan som är upptäckt, markeras det med ett rutnät som följer planets yta. När användaren tryckt på skärmen hämtas koordinaterna från den punkt på planet som blivit tryckt. På denna punkt placeras en Anchor [46], som beskriver en fast position och orientering i den fysiska

världen. Den placerade Anchor stannar i en fast position för att den kontinuerligt uppdateras i samband med att ARCore hela tiden förbättrar sin förståelse av miljön enheten befinner sig i. Till den utplacerade Anchor fäster man en Node [47] som representerar en förändring inom den “scen” som visualiseras på skärmen. Noden innehåller ett renderbart objekt som, via en referens , placerar ut objektet när användare trycker på skärmen. Ett önskemål från Semcon var att scenen skall placeras ut automatiskt när planet har detekterats så att användaren inte behöver trycka på skärmen varje gång som scenen skall placeras på marken. *Figur 4.3.8* visar hur detta fungerar.



Figur 4.3.8 - Placering av 3D-scen på detekterad yta

4.3.9 Hämta datan från databasen och visa på objekt

För att hämta frågor och svarsalternativ från databasen har vi behövt undersöka hur kommunikationen sker mellan olika klasser/aktiviteter i applikationen. Ett vanligt sätt att skicka data mellan klasser i Android Studio är via Intent-meddelanden [48]. Dessa typer av meddelanden har utnyttjats många gånger under utvecklingsprocessen.

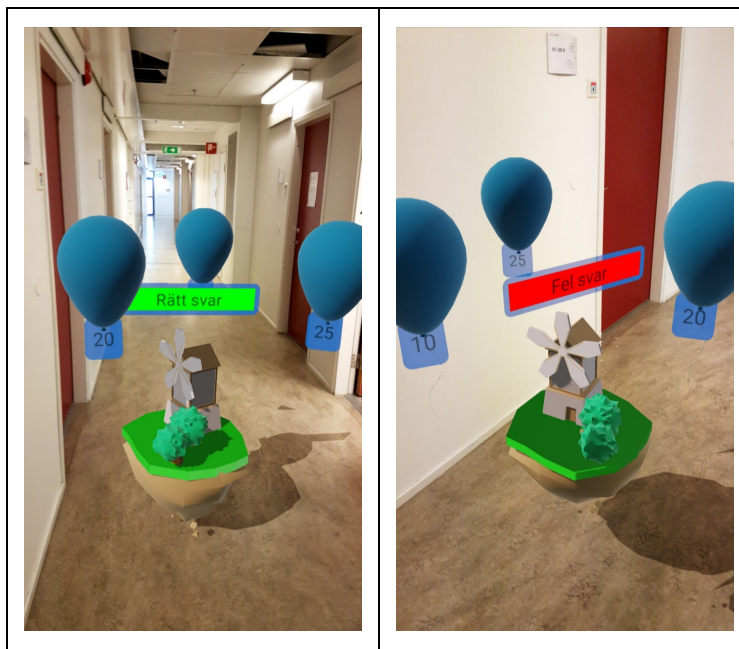
För att kunna placera frågor och svar i grafiken i spelet skickar vi den data som vi vill visa på grafiken. Den klass som mottar meddelandet kan sedan använda informationen för att placera ut datan på objektet.

Alla svarsalternativ från intent-meddelandet sparas i en datastruktur som lagrar nyckel - och värdepar. Nycklarna innehåller ett id för textsträngarna (svarsalternativen) , och varje nyckel hör

ihop med ett värde av typen boolean som indikerar om svarsalternativet är rätt eller fel. Varje objekt som presenterar svarsalternativen har således ett tillstånd som indikerar om svaret är rätt eller fel. Genom att använda designmönstret Observer så kan vi använda lyssnar-metoder för att lyssna på när användaren trycker på någon av objekten. När användaren/spelaren har tryckt på ett svarsalternativ, skickas ett meddelande till observeraren om att objektet har markerats, samt info om objektet innehåller rätt eller fel svar.

4.3.10 Respons från gränssnittet i samband med valt svarsalternativ

För att ge respons till användaren efter att hen valt ett svarsalternativ, används grön och röd färg för att indikera om svaret är rätt eller fel. *Figur 4.3.10* illustrerar denna färgändring efter att en ballong markerats



Figur 4.3.10 - Ändring av färg i gränssnittet för att ge respons till användaren efter valt svarsalternativ

4.3.11 Spara användarens svarsresultat efter besvarad fråga

För att spara användarens svarsresultat av varje fråga har designmönstret Observer tillämpats. Genom att lyssnar-metoder adderas till ballongerna kan ballongerna skicka statusuppdateringar så fort användaren trycker på någon av ballongerna. När detta detekteras kan sedan data sparas om ballongen i sig är kopplad till rätt svarsalternativ och skicka tillbaka till den observatör (klass) som tar emot status från de ballonger som markerats. Beroende på om användaren gissat rätt eller fel så byter en del av gränssnittet färg, där rött indikerar fel svar och grön färg indikerar fel svar. Detta görs för att ge användaren respons på om svaret var rätt eller fel.

4.3.12 Göra vår AR-feature så fristående som möjligt

Ett önskemål från Semcon var att göra vår feature/tillägg av applikationen så modulär som möjligt, så att det på ett smidigt sätt skulle kunna gå att slå på och av denna feature utan att behöva göra några stora ändringar av koden. Detta gjorde att vi skapade nya klasser för vår del av applikationen och använde en flagga som slår av och på den del av appen som är kopplad till vårt projekt

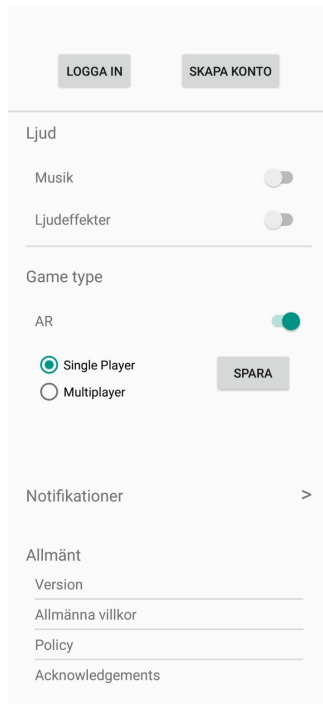
4.3.13 automatisk utplacering av objekt efter att ARCore detekterat en yta

Tidigare har utplacering av allt virtuellt innehåll varit beroende av att användaren tryckte på en detekterad yta på skärmen för att markera de koordinater som objekt skulle placeras ut på. För att underlätta för användaren så sågs automatisk placering av objekt som en bättre idé.

Sceneform, som används för att rendera *3D-scener*, använder en uppdaterings-metod som hela tiden "lyssnar" efter förändring i scenen. För varje frame [49] skickas ett anrop strax innan varje scene [50] är uppdaterad för att kontrollera ifall det har skett någon förändring. När planet detekteras så signaleras scenen om förändringen och placering av objektet utförs på samma sätt som tidigare. Skillnaden nu är att objektet placeras på det detekterade planets center och visualiseras när scenen uppdateras.

4.3.14 Spara tillstånd hos quiz-komponenter utan hjälp från databasen

För att exempelvis spara knappars tillstånd även efter att appen inte körs längre och startas om på nytt så användes SharedPreferences [51]. *Figur 4.3.14* visar den switch som stänger av och på den AR-feature som vi utvecklat under exjobbet. Detta var ett önskemål från Semcon för att användare skulle kunna välja mellan vanliga- och ARquiz. Figuren visar även hur man kan välja mellan två olika spellägen, nämligen singleplayer och multiplayer



Figur 4.3.14 - Knapp för att slå på och av AR relaterade funktioner samt välja spel-läga

4.3.15 Anpassa applikationen till äldre enheter

För kontroll om användaren har stöd för ARCore på sin telefon kan man skriva runtime-tester för att gömma undan sådant som bara kan användas med mobiler som har stöd för ARCore [52]. Detta gjordes för att vi ville gömma undan sådana funktioner/features som inte kunde användas av äldre mobiler som inte har stöd för ARCore. Således kunde användare med äldre telefoner fortfarande använda applikationen för att spela de äldre versioner av quizen. Nyare telefoner har dock möjlighet att välja mellan att spela quiz med eller utan AR. På och avstängning av denna feature sker genom att slå på och av en switch i inställningarna från startmenyn av quizen

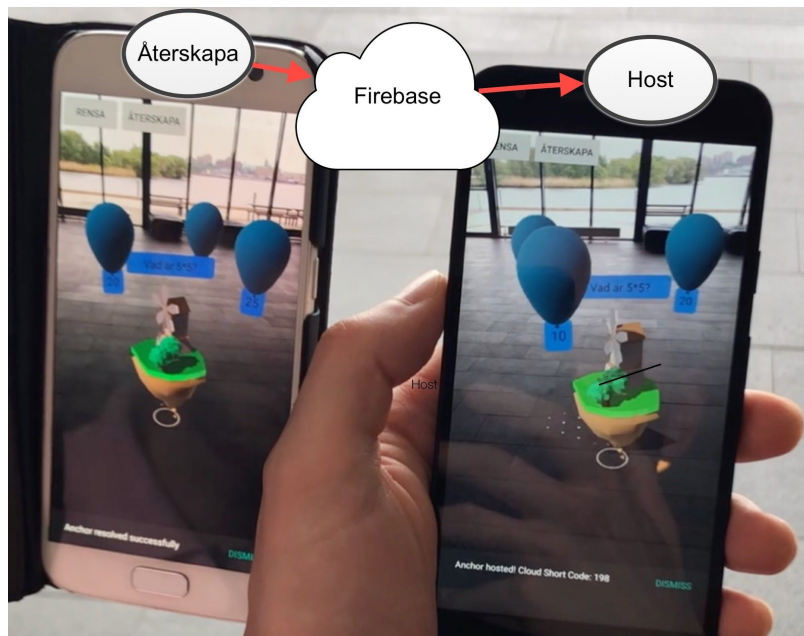
4.3.16 Multiplayer-feature

Efter att ha granskat Googles dokumentation och tutorial om Cloud Anchors och Firebase, skapades en applikation som placerar ut virtuellt innehåll på en viss koordinat. Därefter sparas innehållet och förblir på samma koordinat även när applikationen startas om igen. För att kunna dela denna upplevelse med andra användare försökte vi använda Googles databastjänst Firebase.

4.3.17 Firebase

Anledningen till valet av Firebase, var att ge Cloud Anchors stöd att spara undan och dela id av objekt så att flera spelare kan se samma instans av frågan och ge alla deltagare möjlighet att interagera med en quizfråga, se *figur 4.3.17*. En annan anledning till valet av Firebase, var på

grund av att Google har instruktioner för hur man synkroniserar Cloud Anchors med Firebase. I Firebase skapades två delar; en autentiseringsmetod och en realtidsdatabas. Den förstnämnda behövs för att alla användare ska kunna vara uppkopplade till databasen och ge alla tillgång till väsentlig data i spelet. Realtidsdatabasen behövs för att spara id som representerar de objekt som quizfrågor består av. Det finns två sätt att koppla Firebase till sin Android-applikation [53]; via Android Studio Firebase Assistant, där programmet själv lägger till de implementationer som krävs för att de ska samverka, eller manuellt via Firebase Console, där man själv skapar ett Firebase projekt och kopplar det skapade projektet till applikationen. Det andra alternativet var det som användes och även det som rekommenderades av Google, då detta krävde fler steg innan uppnått resultat. Via metoder kommunicerar applikationen med databasen i Firebase och kan via dessa läsa och skriva önskad data. När användaren är offline så fortsätter datan att sparas lokalt och fungerar fortfarande i realtid. Realtidsdatabasen är en NoSQL databas som, i förhållande till en relationsdatabas, använder en annan struktur och har snabbare mottaglighet mot en större mängd användare [54].



Figur 4.3.17 - Kommunikation mellan två spelare där en nyckel delas mellan enheterna för att visualisera 3D-scenen på samma plats/koordinat

4.3.18 Första mötet med storytellers för utformning av spelkoncept

UX-ansvarig för projektet samordnade en workshop för brainstorming där målet var att komma på nya koncept för applikationen. Vid denna sammankomst deltog även praktikanter från YRGO och agerade storytellers med en större erfarenhet av användarvänlighet. Mötet började med att UX-ansvarig gick igenom strukturen för hur workshopen skulle gå till. Därefter visades en

inspirationsfilm om grunderna för att skapa stories som engagerar användare. En introduktion av den nuvarande prototypen demonstrerades för att alla närvarande skulle få en uppfattning över vilka koncept som skulle kunna fungera i samverkan med applikationens syfte och funktion. Varje enskild grupp höll en brainstorming session där alla deltagarna gruppvis diskuterade och utvecklade idéer som skulle kunna komma till användning. Efter sessionen gavs en presentation av varje grupp och därefter gjordes en summering av workshopen och planering inför ett nästkommande möte beslutades.

4.3.19 Andra mötet med storytellers för utformning av spelkoncept

UX-ansvarig började med att gå igenom agendan och sammanfattade därefter alla idéer från föregående brainstorming session. En diskussion med delade åsikter uppstod när ett förslag om implementation av ett tävlingsmoment gavs. Majoriteten var emot förslaget då det önskades att spelare inte skulle kunna jämföra sig med varandra utan istället att större grupper såsom skolklasser skulle kunna hamna på publika leaderboards. Det valdes ett tillfälligt tema efter hur applicerbart det var i förhållande till de features som finns/ska finnas i spelet. Det diskuterades mycket om samarbets-moment i spelet där syftet var att uppmana användarna att spela tillsammans och detta i sin tur kan bidra till en bättre gemenskap. Mötet bestod resterande tid av hur vi kunde koppla ihop temat med tidigare idéer och hur det kunde främja spelets story. Detta var det sista brainstorming mötet och fortsatt arbete skulle tas hand om av de andra deltagarna under ledning av UX-ansvarig.

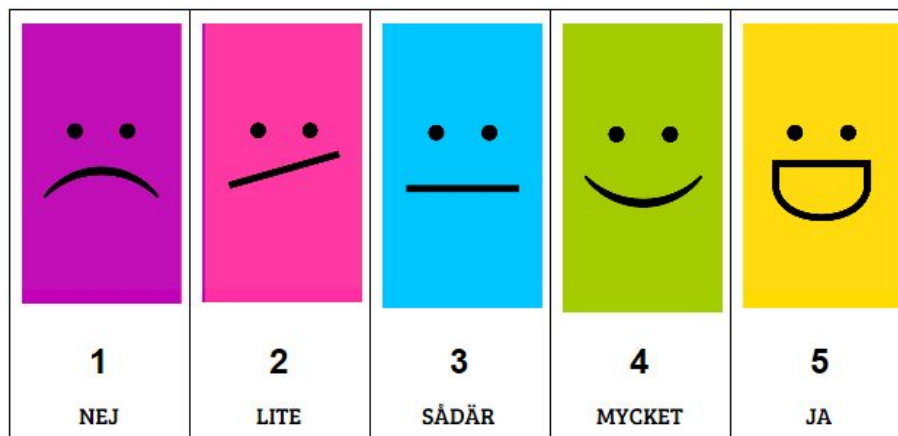
4.3.20 Användartester

Eftersom att de tidigare testerna gjordes på den föregående versionen som var baserad på single player, valde vi att bara testa singleplayer-delen av vår AR feature. På så vis kunde jämförelsen bli mer exakt eftersom att multiplayer inte fanns i den föregående versionen av applikationen.

En annan anledning till varför vi inte la ner något större fokus på att testa multiplayer-delen, var på grund av att det uppstår en lång fördröjning att skapa ett spel i multiplayer, vilket försämrar användarupplevelsen. När en användare hostar ett spel och placerar ut en fråga så tar det ca 10 sekunder innan en annan användaren kan ansluta till samma spel. Eftersom vi inte hann hitta en lösning på detta problem valde vi därför att endast visa upp multiplayer-features för lärare på skolan, som en demonstration om vad man kan förvänta sig i framtiden.

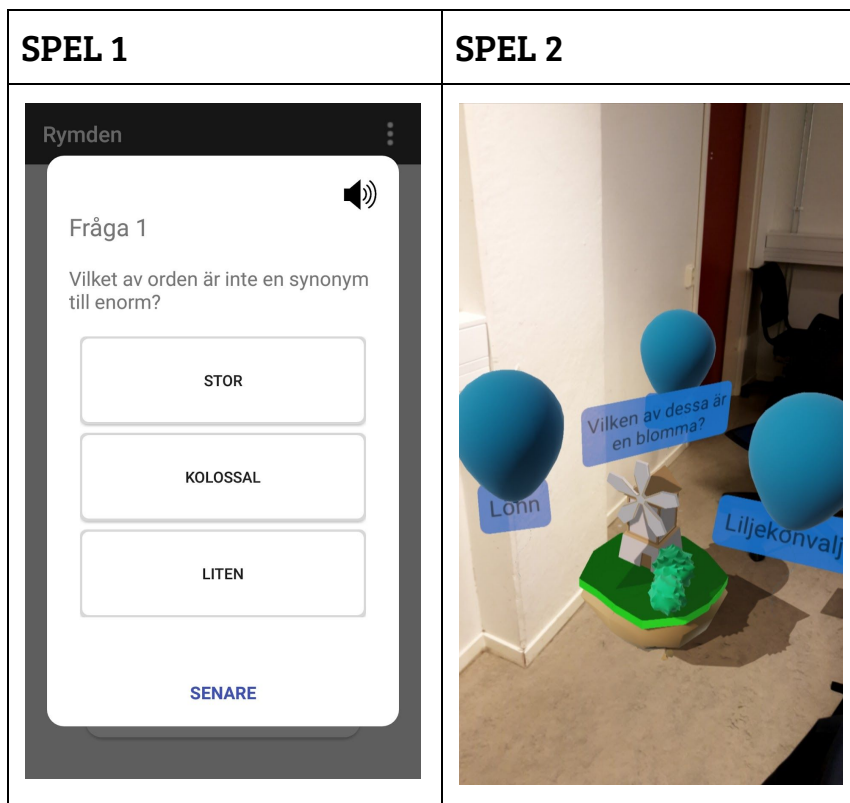
Via en kollega på Semcon kontaktades en lärare på en mellanstadieskola i Kungsbacka om intresset att göra användartester på klassens elever. Efter överenskommelse så mottogs ett meddelande om att 20 stycken av eleverna i 5:an var villiga att ställa upp på testerna och därefter planerades ett besök på skolan.

Innan användartester utfördes hölls en diskussion om hur frågorna skulle ställas till barnen, och hur testerna skulle utföras. I samband med UX-ansvariga för applikationen har tips och feedback mottagits på hur testerna kan anpassas för barn på mellanstadienivå. Under ett möte presenterades idéer för hur testerna skulle kunna utföras, och sedan mottogs feedback från de som ansvarade för UX-delen av applikationen. Innan vårt projekt påbörjats hade användartester redan utförts på den första versionen av applikationen, men då bestod alla intervjufrågor bara av öppna frågor. Det beslutades att användartester skulle göras på både den tidigare och senare versionen av quizet då en jämförelse lättare kunde dras mellan dessa. Frågor valdes att ställas i form av både öppna och slutna. Vi valde att lägga till slutna frågor för att enklare kunna analysera datan, genomföra statistiska beräkningar och få fram medelvärden genom att be eleverna att svara på huruvida de håller med om olika påståenden som exempelvis, “jag skulle vilja använda applikationen för att läsa läxorna”, där en etta betyder att eleven inte alls håller med, medan en femma innebär att eleven håller med fullständigt. För att det skulle vara lättare för eleverna att kunna besvara varje påstående, som innehöll en femgradig skala, så användes något som kallas Visual Analogue Scale (VAS). Syftet med denna skala är att hjälpa barn att identifiera deras känslor och åsikter [55]. *Figur 5.1* nedan visar den bild som användes som använder formatet VAS:



Figur 4.3.21a - Bild som användes som hjälp till elever att svara på frågorna under intervjuerna

För att en elev lättare skulle kunna besvara de frågor som formuläret bestod av efter ett genomfört användartest, och för inte blanda ihop de olika versionerna av applikationen, så användes screenshots av de olika versionerna som påminnelse för användare. Dessa visas i *figur 5.1b* nedan.





Figur 4.3.21b - Referensbild som användes under intervjun för att hjälpa barnen att minnas de olika versionerna av spelet

Ett beslut togs att bara göra användartester på spelets singleplayer-feature av den nya versionen då tidigare tester bara har gjorts på just denna feature.

5. RESULTAT

5.1 Visualisera quiz med AR

5.1.1 Singleplayer

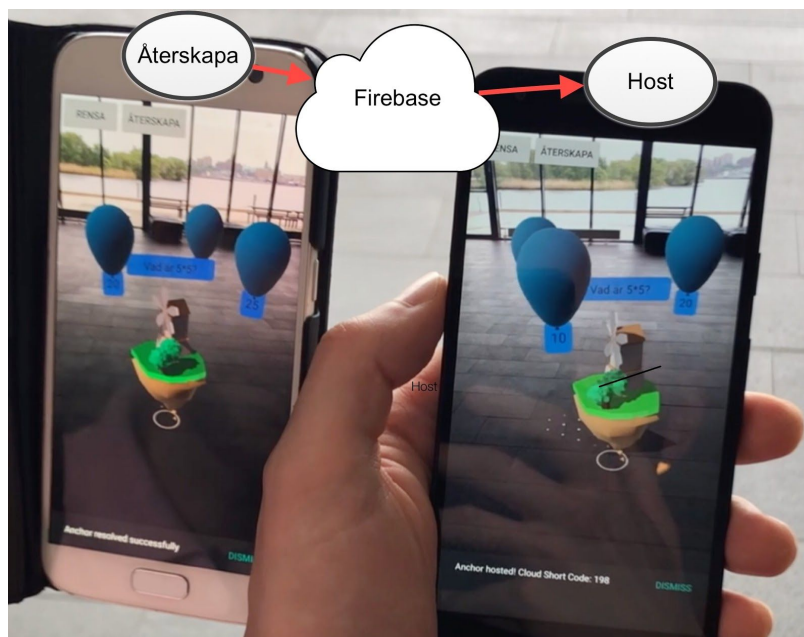
			
Stegräknare	Planet detekteras	Scenen placeras ut på den detekterade ytan	Respons från gränsnittet efter valt svarsalternativ

Figur 5.1.1 - Visualisera quiz i AR

När användaren påbörjat ett quiz i applikationen och gått en viss sträcka, startar den mobila enhetens kamera och en informationsruta visas nere på skärmen. Rutan innehåller en instruktion om att rikta kameran ner mot marken framför användaren. När kameran riktas mot marken detekterar ARCore ytan och när ytan detekterats så placeras en 3D-scen automatiskt på den detekterade ytan. 3D-scenen består av en väderkvarn och tre ballonger som cirkulerar runt väderkvarnen. I botten av varje ballong sitter en etikett som visar svarsalternativen från quizfrågan. Ovanför väderkvarnen visas en textruta med quizfrågan. Datan som visas på grafiken är hämtad från databasen och representeras av quizfrågan och svarsalternativen. När användaren trycker på någon av ballongerna så ändra etiketten färg som frågan presenteras på. Etiketten blir röd om användaren tryckt på fel svarsalternativ och grön om användaren tryckt på rätt svarsalternativ. Grafiken i spelet har laddats ner gratis för att rikta fokus på programmeringen.

5.1.2 Multiplayer

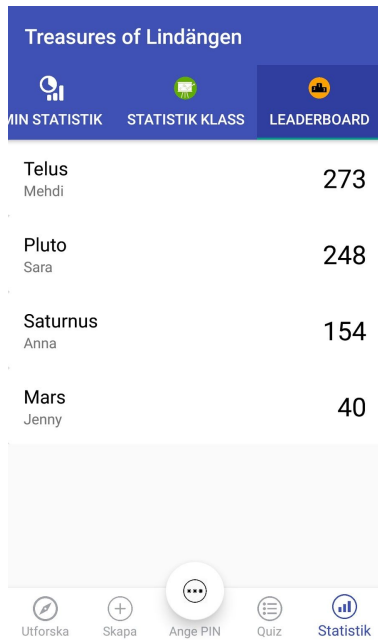
Att dela samma upplevelse mellan flera mobila android-enheter är möjlig genom att en multiplayer-funktion har integrerats i applikationen. När flera spelare ändrar inställningsläget till multiplayer och spelar samma quiz, så har en av spelarna möjlighet att placera ut en 3D-scen av en fråga som dyker upp under den gångna sträckan. Efter att frågan placerats ut av någon av användarna visas ett ID på skärmen som är kopplat till frågan. Detta ID kan användas av de övriga spelarna för att återskapa det föregående 3D-objektet genom att mata in ID-numret och trycka på ok. Då placeras 3D-objektet ut på användarens mobila enhet med samma koordinater som det föregående objektet placerades på. Figur 5.1.2 nedan visar hur vi kan visa samma fråga på två olika androidenheter och därmed ha en delad spelupplevelse.



Figur 5.1.2 - Delning av samma 3D-scen mellan två enheter

5.2 Leaderboard

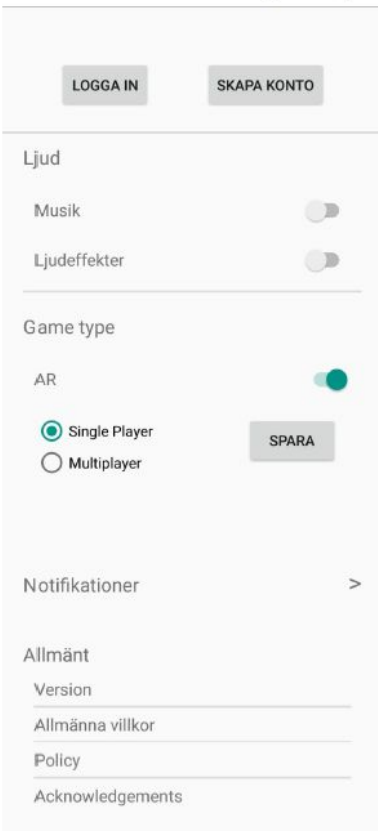
Här nedan visas en leaderboard som presenterar de totala poängen för de skolor som använder applikationen. Denna del utvecklades inte utav oss, men vi tog fram idén och presenterade funktionens syfte som är att motivera eleverna på varje skola att besvara quizfrågor. Figur 5.2 nedan visar det nuvarande utseendet av leaderboarden



Figur 5.2 - Leaderboard som visar de totala poängen för varje skola som använder applikationen

5.3 Inställningsfunktioner

Valet att spela quiz med eller utan AR kan ställas in genom en switch i inställningsmenyn, se *Figur 5.3*. När switchen är aktiverad, aktiveras all AR-funktionalitet och ett menyval tillkommer nedanför switchen som gör det möjligt att byta spelläge mellan singleplayer och multiplayer. När switchen är avaktiverad stängs all AR-funktionalitet av i applikationen, och menyvalet att ändra spelläge grå markeras, vilket indikerar på att dessa inte är möjliga att välja. Endast en av dessa knappar kan vara aktiverade åt gången. Inställningarna kan sparas genom att trycka på en knapp som tillåter systemet att komma ihåg de senaste ändringarna.



Figur 5.3 - Applikationens inställningsmeny

5.4 Resultaten från användartesterna

5.4.1 Öppna frågor från intervjuerna

Nedan presenteras resultaten från de öppna frågorna under intervjun. Dessa frågor utgjorde en tredjedel av alla intervjufrågor där varje rems motsvarar ett svar från en elev.

Vad tyckte du var bra med spelet (utan AR)?

bra att man fick röra på sig och tänka...inget dåligt

Man var tvungen att gå, får motion

man fick gå lite

Man behövde ta steg för att få frågorna . Jag tror många kommer spela det

svara på frågor, lätta frågor

Man får gå runt. Jag skulle inte göra det hemma, men i skolan skulle jag tycka det vore kul att gå runt ibland istället för att bara sitta still

roligare än 3D, lättare att förstå

Att man kan röra på sig samtidigt som att man måste röra på sig för att klara quizet

Det var bra för att det var roligt...enkelt att svara på

Man får röra på sig och inte sitter stilla

bra att gå ut och röra sig samtidigt som man lärde sig saker

Man får frisk luft och motion. Det var roligt. Man kan göra det med kompisar. Ett roligare sätt att läsa läxorna

bra att man fick gå

Det var bra eftersom man går och svarar på frågor samtidigt

bra med motion, enkelt att spela, enkla frågor

Vet inte

bra med frågor och allmänning

Det var ganska lätt

Det var kul

Det var roligt. Man kunde gå. Jag gillar quiz

Figur 5.4.1a - Svar på öppna frågor gällande vad som var positivt med spelet utan AR

Vad tyckte du var mindre bra med spelet (utan AR)?

Inget jag tänkte på
Nej, inget
Inget
lite seg
Lite tråkigare än spel 2
vill ha fler steg...50 eller 300 steg
Jag vet inte
lite tråkigt, vill ha svårare spel som version 2
Att det var ganska kort
Vet inte. Tyckte den var bra
inte jätteroligt
Nej inget jag kommer på
Jag hade viljat testa fler frågor. 3 hade varit lagom
Tror inte det
Det var samma frågor. Vill ha fler frågor

Figur 5.4.1b - Svar på öppna frågor gällande vad som var negativt med spelet utan AR

Vad tyckte du var bra med spelet (med AR)?

roligt att det rör på sig..
Det var 3D, ser coolt ut
3D var häftigt
Dök upp saker som man fick klicka på
Häftigt att gå runt objektet
Man fick utforska frågan genom att vinkla kameran och gå runt
coolt att dom flög runt
Roligare att trycka på frågorna. Det var mer verklighet, med skuggor och att det åkte runt
man fick vara ute och gå..kul att rikta mot marken
Man får röra på sig
Bra att det var lite mer som hände...gillar ballongide
Ballongerna snurrar runt, istället för bara en massor av svarsalternativ
roligt, man fick gå,
Som det förra att man går och svarar på frågor, och att det var en fin liten kvarn
bra att det var mer rörelse i spelet och roligare
Vet inte
kul att man såg saker i mobilen
Kul att ballongerna som flög i luften. Det var kul att ballongerna var i verkligheten
Det var kul och att man kunde gå runt
Coolt att man kunde rikta ner kameran mot marken och att det dök ballonger som snurrar runt

Figur 5.4.1c - Svar på öppna frågor gällande vad som var positivt med spelet med AR

Vad tyckte du var mindre bra med spelet (med AR)?

svårt i början när man måste hitta
Vet inte
Tog ganska lång tid att få upp en fråga.
svårt att träffa fråga
När den buggade. Frågan försvann
svårt att få till ballongerna
Det tog lite tid för frågan att dyka upp. När man gått 40 steg så dök inte frågan upp
hologrammet var dålig grafik, nice om ballongerna spräcktes
Lite svårt att se frågorna. Det gick, men svårt att se
hitta rätt riktning gjorde det lite svårt
Man var tvungen att backa för att se ballongerna
första versionen var roligare
Ibland var ballongerna ivägen för svaren...men jag såg svaren ändå
svårt att klicka, och tråkigt om man skulle klicka fel
nej
Lite för lite frågor. Fyra skulle varit lagom
Nej
Samma frågor som den det första spelet

Figur 5.4.1d - Svar på öppna frågor gällande vad som var negativt med spelet med AR

Vad kan bli bättre med spelet?

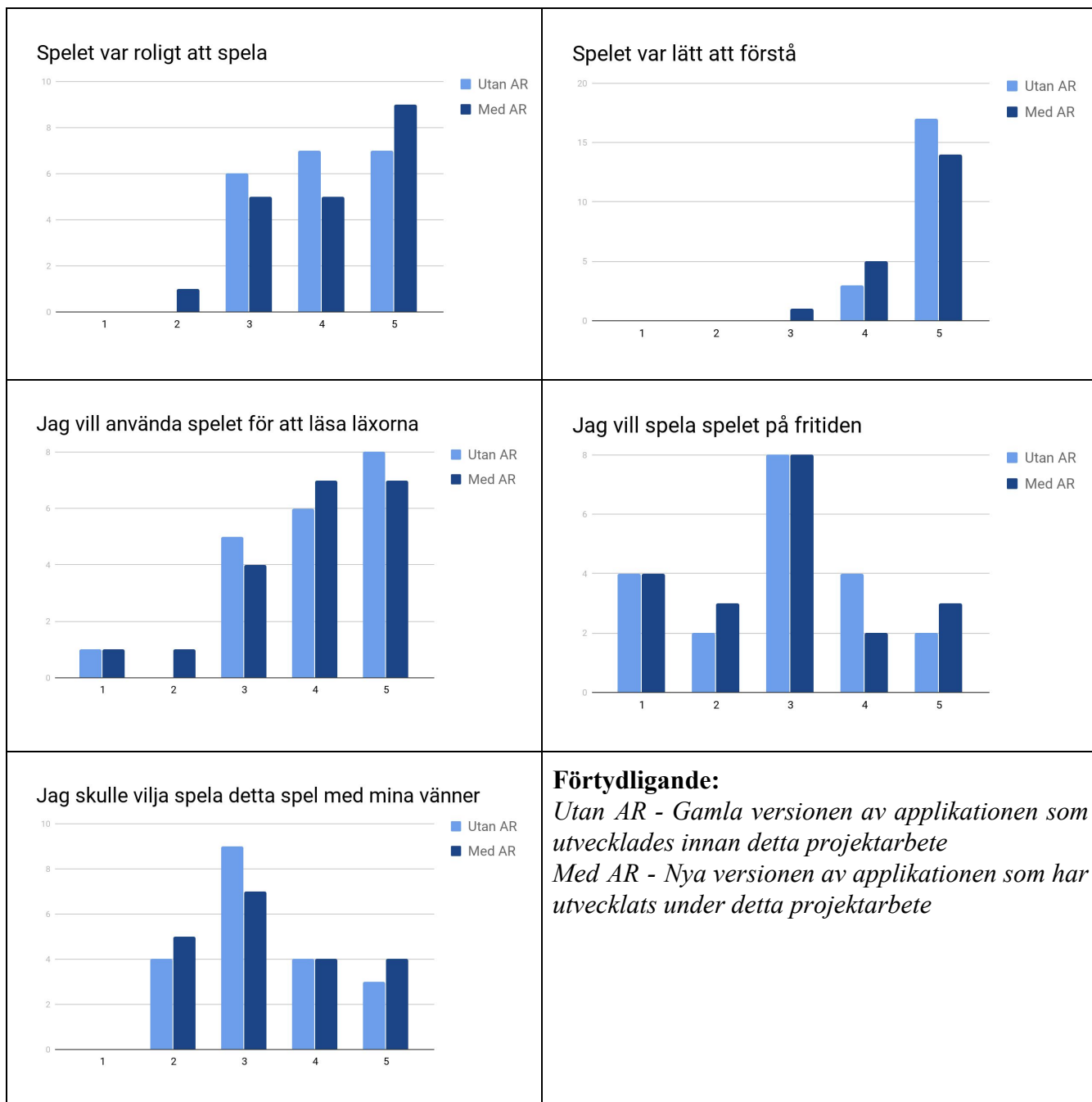
Vet inte
Det andra spelet verkade bra.
Man kanske skulle kunna samla poäng för varje rätt svar
ballongerna ska inte snurra,
Kanske någon bakgrund. Kanske att man går och så kommer det upp en fråga på väggen eller marken
Belöning när man gjort sina läxor...går upp i level..
Man har en karta, och så är det massa prickar över allt, och när kameran dyker upp så kan man se en prick med kameran, och när man går dit så ser man frågan . (GPS-quizet). När man är utomlands så dyker det upp frågor om det landet som man besöker
Allting på engelska...bättre grafik...man ska inte behöva rikta den mot marken...den ska komma upp direkt ..frågan...
Kan välja kategori på frågorna
större utmaning
Att det kanske kommer upp en gubbe och säger "lycka till" eller något
om någon har svårt att läsa så kan någon läsa upp frågorna
Att man ser svaren tydligare så att inte ballongerna döljer svaren
mer ljud,
Vet inte riktigt
Skapa mer frågor och mer steg. Skapa mer objekt/grafik

Figur 5.4.1e - Svar på öppna frågor gällande vad som kan bli bättre med spelet

5.4.2 Slutna frågor från intervjuerna

De resultat som presenteras nedan i respektive stapeldiagram är medelvärden som beräknats genom att addera alla poäng från de slutna frågorna och dividera med antalet elever som deltagit under intervjuerna.

Nedan följer intervjufrågorna samt svaren från eleverna



Figur 5.4 - Statistisk data av svaren från intervjuerna

	Med AR	Utan AR
Spelet var roligt att spela	$\frac{((5x9)+(4x5)+(3x5)+(2x1))}{20 \text{ elever}} = 4,1$	$\frac{((5x7)+(4x7)+(3x6))}{20 \text{ elever}} = 4,05$
Spelet var lätt att förstå	$\frac{((5x14)+(4x5)+(1x3))}{20 \text{ elever}} = 4,65$	$\frac{((5x17)+(4x3))}{20 \text{ elever}} = 4,85$
Jag vill använda spelet för att läsa läxorna	$\frac{((5x7)+(4x7)+(3x4)+(1x2)+(1x1))}{20 \text{ elever}} = 3,9$	$\frac{((5x8)+(4x6)+(3x5)+(1x1))}{20 \text{ elever}} = 4,0$
Jag vill spela spelet på fritiden	$\frac{((5x3)+(4x2)+(3x8)+(2x3)+(1x4))}{20 \text{ elever}} = 2,85$	$\frac{((5x2)+(4x4)+(3x8)+(2x2)+(1x4))}{20 \text{ elever}} = 2,9$
Jag skulle vilja spela detta spel med mina vänner	$\frac{((5x4)+(4x4)+(3x7)+(2x5))}{20 \text{ elever}} = 3,35$	$\frac{((5x3)+(4x4)+(3x9)+(2x4))}{20 \text{ elever}} = 3,3$

Figur 5.1d - Medelvärden från diagrammen av slutna frågor i figur 6.1c

6. DISKUSSION

6.1 Resultat från genomförda användartester

Analysen av resultaten från genomförda användartester visar ingen stor skillnad i hur användarna upplever de två olika versionerna. Användare genomför quiz snabbare när de använder versionen utan AR. Detta skulle kunna vara på grund av igenkänningsfaktorn hos liknande inlärningsverktyg som används tidigare i deras undervisning.

Utifrån svaren från de öppna frågorna mottogs många positiva kommentarer om den andra versionen gällande möjligheten att interagera med virtuella objekt i AR, samt att vissa 3D-modeller rör på sig när frågan presenteras i AR. Det är dock svårt att utifrån resultaten kunna dra några slutsatser. Fler användartester skulle behöva genomföras för att testa applikationen på fler elever.

6.2 Evaluering av användartester med målgruppen

Varje enskild evaluering av spelet inkluderade både den nya och äldre versionen.. På grund av dåligt väder genomfördes hälften av användartesterna utomhus respektive inomhus. De elever som gjorde tester inomhus påverkades negativt av det fysiska rummet ,och ansåg ibland att de hade önskat en större yta att röra sig på under testets gång. De elever som fick göra tester utomhus verkade mer entusiastiska och nämnde att de hade önskat att att spelet var längre. Dessa omständigheter kan ha varit en bidragande faktor till användarnas bedömning applikationen.

Efter ett genomfört test fick eleven svara på 15st frågor som var uppdelade mellan öppna och slutna frågor. När de öppna frågorna ställdes försökte intervjuaren undvika att ge exempel till den intervjuade med förslag och idéer om möjliga svar. Detta varierade mellan olika intervjusituationer, eftersom att en del elever hade svårare att formulera sig eller förstå vissa frågor. På så vis behövdes ibland extra stöd, vilket kan ha påverkat resultatet. En fördel med att använda slutna frågor under intervjuerna är att de ofta är enklare/snabbare att besvara i jämförelse med öppna frågor. Dessutom kan man använda svaren från de slutna frågorna för att göra numeriska beräkningar på den kvantitativa datan från de slutna frågorna

Fler användartester skulle vara fördelaktigt för att ge en tydligare inblick i vad som behövs tillämpas för att spelet ska gynna användaren så mycket som möjligt, men andra delar av projektet har behövts prioriteras istället för att göra ytterligare användartester. Utifrån mottagna förbättringsförslag från användartester så krävs vidare forskning kring de funktioner som är implementerade i det nuvarande spelet för att kunna uppnå användarnas önskan om ett mer användarvänligt spel.

6.3 Utveckling av framtidens AR-glasögon

Att använda mobilen för AR begränsar användarens interaktion med den virtuella världen eftersom att en hand måste användas för att hålla mobilen. Denna begränsning lämnar mycket förhoppning på utvecklingen av framtidens AR-glasögon. Eftersom glasögon kan ta upp en större del av synfältet i jämförelse med mobilens skärm så skulle detta således kunna förstärka upplevelsen ännu mer än vad den gör idag. Att använda någon form av smarta AR-glasögon hade även kunnat skapa möjligheter att använda hela kroppen och på så vis vara mer fri i interaktionen med den virtuella världen.

6.4 Kodtester

I detta projekt planerades skrivning av kodtester för applikationen sist i processen, men på grund av tiden och andra prioriteringar skrevs aldrig några kodtester. En möjlig förbättring skulle kanske ha varit att utgå från en testdriven utveckling, det vill säga att skriva tester i början eller tidigt av projektet. Genom att anpassa koden till testerna skulle det kunnat underlätta refaktoreringen av koden i efterhand och på så vis bidra till att utveckla en mer robust arkitektur samt snabba upp utvecklingsprocessen.

6.5 Systemarkitektur

I samband med att vi implementerade multiplayer-funktionen i applikationen så insåg vi att en refaktorering av koden behövde göras för att undvika duplicering av koden. Eftersom att både singleplayer och multiplayer har mycket gemensamt så funderade vi på om vi inte kunde använda arv för att samla alla gemensamma funktioner och instanser i en basklass och sedan skapa två subclasser för de funktioner och instanser som är unika för single player respektive multiplayer.

Vid vidare eftertanke så funderade vi på om vi inte bara skulle skapa en subclass för multiplayer som ärver av basklassen som innehåller all funktionalitet för plandetektion, rendering av grafiken och så vidare.

Ett tips som mottogs av en erfaren Androidutvecklare på Semcon var att använda sig av Android Architecture Component, som är det nya sättet att utveckla applikationer till Android. Bland annat så används denna arkitektur för att designa applikationer som är mer robusta och lätthanterliga [56] Eftersom att stora delar av arkitekturen redan skapats när detta tips mottogs, så togs beslutet att fortsätta på samma spår som tidigare, då denna refaktoreringsprocess skulle kunnat bli alltför tidskrävande. Det är dock något som vi tar med oss inför kommande projekt för androidutveckling

6.6 - Utvärdering av arbetsmetod

Att använda den agila metoden som arbetssätt har varit en väldigt viktig erfarenhet som har fungerat väldigt bra för att dela upp större uppgifter i mindre deluppgifter. På så vis har uppgifterna varit lättare att hantera, och det har medfört en känsla av kontinuerliga framsteg för varje genomförd deluppgift.

Trots fördelarna med den agila metoden, så var det ibland svårt att följa GANT-schemat som skapades under planeringsfasen. Beslut om vilka uppgifterna som skulle utföras inför kommande sprint, baserades på besluten från varje veckomöte där nya uppgifter och förslag ibland tillkom. Detta resulterade i att viktigare uppgifter, som var knutna till projektarbetets mål, behövde senareläggas. Exempelvis så spenderades en hel del tid på skapandet av funktioner för att 3D-scenen skulle kunna placeras automatiskt på den yta som detekterats av ARCore. Detta resulterade i att multiplayer-funktionen hamnade längre fram i planeringen och kodtester uteblev.

6.7 - Hållbar utveckling

Förutom att produkten kan främja elevers lärande och fysiska hälsa, så kan den även bidra till en reducerad användning av miljöns resurser. Genom att använda applikationen till läxläsning och som alternativ undervisningsmetod så kan användandet av anteckningsblock minska drastiskt. Dessa fördelar är något som även barnen, under användartester, har yttrat sig om. En multiplayer feature är under pågående utveckling, och kan bidra till sociala aktiviteter och på så vis skapa incitament att dela med sig av information och kunskap.

7. SLUTSATS

Enligt de reaktioner och svar som mottagits under testerna och intervjuerna, så var det en majoritet av barnen som ville använda applikationen i skolan och visade på en positiv inställning till detta, se *figur 5.4*.

Enligt svaren från intervjufrågorna så tyckte majoriteten av barnen att det var roligare att kunna interagera med 3D-modeller under tiden de spelade spelet, se *figur 5.4*. Applikationens användning av AR gör det möjligt att göra spelet mer interaktivt och därmed mer underhållande då barn uppvisar ett större engagemang och intresse när de använder versionen med detta attribut.

Den enda respons som vi utvecklat under detta projekt är när användaren interagerar med 3D-scenen. Beroende på om användaren svarar rätt eller fel kommer applikationens grafiska gränssnittet ge respons i form av färgbyte på delar av gränssnittet, samt text som indikerar om användaren svarat rätt eller fel. Någon feature/funktion som hjälper eleven att skapa struktur, har inte utvecklats under detta projekt. Den del av applikationen som motiverar eleverna så som leaderboarden och positiv feedback har utvecklats av andra utvecklare, men vi var med och tog fram idéerna för dessa funktioner.

Att frågan dök upp i AR och att objekten rörde på sig var helt klart en uppskattad feature hos barnen. Av de öppna frågor som ställdes till barnen, svarade majoriteten att det var kul när objekten rörde på sig, att man kunde gå omkring och utforska modellerna.

Trots den positiva respons som mottagits från eleverna, så är det svårt att dra några säkra slutsatser med avseende på frågeställningarna som är beskrivna i sammanfattningen av denna rapport. Fler elever behöver intervjuas och testas, samt mer tid behöver läggas på att förbereda inför dessa tester och på att analysera datan för att tydligare kunna specificera slutsatsen.

REFERENSER

- [1] C. Bird, T. Menzies and T. Zimmermann, The Art and Science of Analyzing Software Data, Elsevier, 2015 pp 86
- [2] Google Developers, "Meet Android Studio," [Online]. Tillgänglig: <https://developer.android.com/studio/intro>. [Använd 10 mars 2019].
- [3] Blender, "The software," [Online]. Tillgänglig: <https://www.blender.org/about/>. [Använd 3 maj 2019].
- [4] Unity, "The world's leading real-time creation platform" [Online]. Tillgänglig: <https://unity3d.com/unity>. [Använd 3 maj 2019].
- [5] Google Developers, "ARCore overview," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/discover/>. [Använd 10 mars 2019].
- [6] Google Developers, "Share AR Experiences with Cloud Anchors" [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/cloud-anchors/overview-android>. [Använd 11 mars 2019].
- [7] Gradle, "Gradle User Manual" [Online]. Tillgänglig: <https://docs.gradle.org/current/userguide/userguide.html>. [Använd 17 april 2019].
- [8] Google Developers, "Sceneform overview," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/>. [Använd 10 mars 2019].
- [9] Atlassian, "What is Git." [Online]. Tillgänglig: <https://www.atlassian.com/git/tutorials/what-is-git>. [Använd 16 april 2019].
- [10] Atlassian, "The world's best teams work better together with Atlassian," 2019. [Online]. Tillgänglig: <https://www.atlassian.com/customers>, [Använd: 2019-04-16].
- [11] Slack, "Imagine what you'll accomplish together," 2019. [Online]. Tillgänglig: <https://slack.com/>, [Använd 2019-04-17].
- [12] Trello, "Enkelhet på ytan, men med mer under huven." [Online]. Tillgänglig: <https://trello.com/sv/tour>. [Använd 11 april 2019].
- [13] Microsoft, "Introduction" [Online]. Tillgänglig: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/csharp/language-reference/language-specification/introduction>. [Använd 16 april 2019].
- [14] Techopedia, "Java," 2019. [Online]. Tillgänglig: <https://www.techopedia.com/definition/3927/java>, [Använd 2019-04-23].
- [15] Firebase, "Firebase helps mobile app teams succeed," 2018. [Online]. Tillgänglig: <https://firebase.google.com/>, [Använd 2019-04-09].
- [16] Firebase, "Product, Firebase helps mobile app teams succeed," 2018. [Online]. Tillgänglig: <https://firebase.google.com/products/>, [Använd 2019-04-09].
- [17] Google Developers, "Sceneform overview", [Online] Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/> [Använd 15 maj 2019]

- [18] Google Developers, "ARCore overview", [Online] Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/discover/> [Använd 15 maj 2019].
- [19] Android Authority, "Google made its best acquisition 13 years ago: Can you guess what it was?" 2018. [Online] Tillgänglig: <https://www.androidauthority.com/google-android-acquisition-884194/>, [Använd 2019-05-17].
- [20] Codelabs Developer, "Welcome To Codelabs!", [Online]. Tillgänglig: <https://codelabs.developers.google.com/> [Använd 14 maj 2019].
- [21] Github, "Google AR", [Online]. Tillgänglig: <https://github.com/google-ar> [Använd 15 maj 2019].
- [22] Google Developers, "Motion Tracking," [Online]. Tillgänglig: https://developers.google.com/ar/discover/concepts#motion_tracking. [Använd 23 april 2019]
- [23] Google Developers, "Lighting Estimation", [Online]. Tillgänglig: https://developers.google.com/ar/discover/concepts#light_estimation. [Använd 23 april 2019]
- [24] Google Developers, "Sceneform Overview", [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/>. [Använd 23 april 2019]
- [25] Google Developers, "Package Index", [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/reference/java/sceneform/reference/packages>. [Använd 23 april 2019]
- [26] GitHub, "No FBX animation support for Imported Sceneform Assets", [Online]. Tillgänglig: <https://github.com/google-ar/sceneform-android-sdk/issues/11>. [Använd 23 april 2019]
- [27] Microsoft, "Unity : Developing Your First Game with Unity and C#", [Online]. Tillgänglig: <https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dn759441.aspx>. [Använd 23 april 2019]
- [28] GitHub, "Sceneform SDK for Android v1.7.0", [Online]. Tillgänglig: <https://github.com/google-ar/sceneform-android-sdk/releases/tag/v1.7.0>. [Använd 23 april 2019]
- [29] Medium, "7 Steps to integrate Google ARCore Unity project to a native Android app," [Online]. Tillgänglig: <https://medium.com/@randive.rishiraj/7-steps-to-integrate-google-arcore-unity-project-to-a-native-android-app-d85793ba0b37>. [Använd 1 maj 2019]
- [30] Medium, "Android+Unity Integration," [Online]. Tillgänglig: <https://medium.com/@ashoni/android-unity-integration-47756b9d53bd>. [Använd 1 maj 2019]
- [31] Medium, "Embedded Unity within Android App," [Online]. Tillgänglig: <https://medium.com/@davidbeloosesky/embedded-unity-within-android-app-7061f4f473a>. [Använd 1 maj 2019]
- [32] Stack Overflow, "Exporting and running Unity3D project to Android Studio," [Online]. Tillgänglig: <https://stackoverflow.com/questions/38980792/exporting-and-running-unity3d-project-to-android-studio>. [Använd 1 maj 2019]

- [33] Vuforia engine, "Extending Unity Android Activity in Android Studio," [Online]. Tillgänglig: <https://developer.vuforia.com/forum/unity-extension-technical-discussion/extending-unity-android-activity-android-studio>. [Använd 1 maj 2019]
- [34] Google Developers, "Build the Scene," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/>. [Använd 1 maj 2019]
- [35] Google Developers, "Node," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/reference/java/sceneform/reference/com/google/ar/sceneform/Node>. [Använd 1 maj 2019]
- [36] Google Developers, "Create from android widgets," [Online]. Tillgänglig: https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/create-renderables#create_from_android_widgets. [Använd 1 maj 2019]
- [37] Google Developers, "Create a Renderable," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/create-renderables>. [Använd 1 maj 2019]
- [38] Google. "Create a Renderable: Create from Android widgets", 2019. [Elektronisk bild] Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/create-renderables>, hämtad: 2019-05-22
- [39] Google. "Create a Renderable: Create from a 3D asset", 2019. [Elektronisk bild] Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/create-renderables>, hämtad: 2019-05-22
- [40] Google Developers, "Sceneform Animation," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/animation/>. [Använd 1 maj 2019]
- [41] GitHub, "Sceneform SDK for Android v1.7.0," [Online]. Tillgänglig: <https://github.com/google-ar/sceneform-android-sdk/releases/tag/v1.7.0>. [Använd 1 maj 2019]
- [42] Google Developers, "Sceneform Animation," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/animation/>. [Använd 1 maj 2019]
- [43] Google Developers, "Creating Animations for Sceneform," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/sceneform/animation/obtaining-assets>. [Använd 1 maj 2019]
- [44] FREE3D, "Black Dragon Rigged And Game Ready 3D-modell," [Online]. Tillgänglig: <https://free3d.com/3d-model/black-dragon-rigged-and-game-ready-92023.html>. [Använd 1 maj 2019]
- [45] Google Developers, "ARCore Overview," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/discover/>. [Använd 1 maj 2019]

- [46] Google Developers, "Anchor," [Online]. Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/reference/java/arcore/reference/com/google/ar/core/Anchor>. [Använd 1 maj 2019]
- [47] Google Developers, "Node," [Online]. Tillgänglig: [https://developers.google.com/ar/reference/java/sceneform/reference/com/google/ar/sceneform/Node#onUpdate\(com.google.ar.sceneform.FrameTime\)](https://developers.google.com/ar/reference/java/sceneform/reference/com/google/ar/sceneform/Node#onUpdate(com.google.ar.sceneform.FrameTime)). [Använd 1 maj 2019]
- [48] Google Developers, "Intent," [Online]. Tillgänglig: <https://developer.android.com/reference/android/content/Intent>. [Använd 1 maj 2019]
- [49] Google Developers, "Frame", [Online], Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/reference/java/arcore/reference/com/google/ar/core/Frame>. [Använd 15 maj 2019]
- [50] Google Developers, "Scene", [Online], Tillgänglig: <https://developer.android.com/reference/android/transition/Scene>. [Använd 15 maj 2019]
- [51] Google Developers, "Save key-value data", [Online], Tillgänglig: <https://developer.android.com/training/data-storage/shared-preferences.html>. [Använd 15 maj 2019]
- [52] Google Developers, "Enable ARCore", [Online], Tillgänglig: <https://developers.google.com/ar/develop/java/enable-arcore>. [Använd 15 maj 2019]
- [53] Firebase, "Add Firebase to your Android project" [Online]. Tillgänglig: <https://firebase.google.com/docs/android/setup>. [Använd 16 april 2019].
- [54] Firebase, "Firebase Realtime Database" [Online]. Tillgänglig: <https://firebase.google.com/docs/database/>. [Använd 16 april 2019].
- [55] Read, J., & MacFarlane, S. (2007). Using the Fun Toolkit and Other Survey Methods to Gather Opinions in Child Computer Interaction. UK : University of Central Lancs
- [56] Google Developers, "Android Architecture Components" [Online]. Tillgänglig: <https://developer.android.com/topic/libraries/architecture>. [Använd 22 maj 2019].