

Camilla Velvin

# Exergame for rehabilitering av balansen til slagpasienter

Bacheloroppgave i Dataingeniør

Veileder: Alexander Holt

Mai 2019

Camilla Velvin

# Exergame for rehabilitering av balansen til slagpasienter

Bacheloroppgave i Dataingeniør  
Veileder: Alexander Holt  
Mai 2019

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for informasjonsteknologi og elektroteknikk  
Institutt for datateknologi og informatikk

---

## Forord

Denne oppgaven er skrevet som en del av bachelorstudiet i dataingeniør ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU). Oppgaven ble tildelt av IDI Anvendt Informasjonsteknologi (AIT) ved NTNU. De ønsket å få sett nærmere på hvordan ulike teknologier for å spore kroppens bevegelser kunne benyttes for å forbedre opptreningstilbudet til slagpasienter. Oppgaven ble spisset til å bruke exergames for bedre rehabilitering av balansen til slagpasienter. Det å få ha kunnet jobbe med en oppgave som kan påvirke livskvaliteten til de som har blitt rammet av slag har vært veldig interessant. Både det å utforske teknologien og ikke minst lage exergame, har gitt meg en verdifull innsikt i hvordan programmering kan påvirke mennesker og deres helse.

Jeg ønsker å rette en stor takk til St. Olavs hospital, Klinikk for fysikalsk medisin og rehabilitering, avdeling Lian, som med sin interesse og imøtekommenhet har bidratt med innspill for å bedre min forståelse av slagpasienters utfordringer. De har også stilt velvillig opp med tilretteleggelse for brukertester. Videre ønsker jeg å takke min oppgavestiller Elise Klæbo Vonstad for en interessant oppgave og innspill underveis i prosessen. Og ikke minst må jeg takke min veileder Alexander Holt for god oppfølging og veiledning under denne lærerike prosessen. Til slutt ønsker jeg å takke venner og familie for innspill og kommentarer.



---

Camilla Velvin

20. mai 2019

Trondheim

---

## Oppgavetekst

*Merk at dette er den originale, overordnede oppgaveteksten av oppgaven, mer detaljert beskrivelse finnes i visjonsdokumentet (se Vedlegg A) og kravdokumentasjon (se Vedlegg B)*

**Hensikt med oppgaven:** Forhindre ”juks” i treningsspill (exergames) ved å nøyaktig kunne måle hvordan lem beveger seg og mappe inn i en virtuell verden.

**Kort beskrivelse av oppgaven** Oppgaven går ut på å utforske diverse teknologier for å kunne forhindre såkalt juks i exergames. Dagens løsninger tillater ofte å gjøre ukomplette bevegelser i forhold til det som er meningen, men systemet registreres det likevel som en fullstendig bevegelse og tillater brukere å ”jukse”. Dette er er det motsatte av hva som er ønsket, spesielt i forbindelse med rehabilitering, og det søkes derfor løsninger for å forhindre dette. Det søkes en implementasjon for å vise en forbedret løsning i forhold til dagens, og som kan brukes i videre forskning.

---

## Sammendrag

Norges befolkning blir eldre og eldre, og fenomenet eldrebølgen ser ut til å gjøre seg gjeldende allerede innen de neste 10 årene. På grunn av stadig eldre befolkning, tyder analyser på at antall hjerneslag vil øke.

Hjerneslag regnes i dag som en av de store folkesykdommene, og rammer hvert år tusenvis av mennesker. Etter et slag har mange problemer med balansen, og for å prøve å gjenvinne tapt funksjonalitet er det viktig med rehabilitering, og spesielt viktig med rehabilitering av balansen.

I dette bachelorprosjektet har fokuset vært å se på om Kinects sporing av spillerens bevegelser er egnet til å bedømme om spilleren gjør øvelsene slik de er ment å skulle utføres for å gi god balansetrening

For å løse denne utfordringen har det i denne bacheloroppgaven blitt laget et exergame, ”På Lag Mot Slag”, hvor hovedhensikten er rehabilitering av balansen til slagpasienter. På Lag Mot Slag inneholder to forskjellige delspill, der hvert delspill fokuserer på hver sin balanseøvelse. Selve spillet er laget i Unity og C#, og bruker Kinect for å detektere bevegelsene til spilleren som står foran sensoren. Første delspill, ”Hinderløypa”, baserer seg på sideforflytning, og spilleren må bevege seg sidelengs til høyre eller venstre side for å unngå hindre. I det andre delspillet, ”Myntløypa”, trenes det på vektforflytning. Dette gjøres ved at spilleren må lene seg til siden for å fange myntene i spillet.

Observasjonene og brukertestene viser ikke entydige resultater knyttet til de to delspillene. Hinderløypa viser at Kinect fungerer etter sin hensikt, mens i Myntløypa viste resultatene at Kinect ikke fungerte godt for rehabilitering. Årsaken til at Kinect ikke fungerer så godt i Myntløypa er at spillet er laget for å passe alle pasienter uansett skadeomfang. Hvis skadeomfanget er stort vil ikke pasienten kunne lene seg så mye over mot sidene, uten å miste balansen. Metoden for å detektere om spilleren lener seg over til en av sidene ble derfor laget svært sensitiv, slik at selv de med stort skadeomfang kan spille. Denne sensitiviteten reflekteres i resultatene, og viser derved at Kinect ikke passer for alle spill.

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Introduksjon og relevans</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrunn . . . . .	1
1.1.1	Bachelorprosjektet . . . . .	1
1.1.2	Eksisterende exergames . . . . .	1
1.2	Problemstilling . . . . .	2
1.3	Struktur . . . . .	3
1.4	Akronymer og forkortelser . . . . .	3
1.4.1	Forkortelser . . . . .	3
1.4.2	Ordforklaringer . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Teori</b>	<b>5</b>
2.1	Hjerneslag . . . . .	5
2.2	Exergames . . . . .	5
2.3	Inertial Measurement Unit . . . . .	6
2.4	Bevegelsessensorer . . . . .	6
2.5	Spillmotor . . . . .	6
2.6	Interaksjonsdesign . . . . .	7
2.6.1	Klassiske brukertester . . . . .	7
2.6.2	Intervju . . . . .	7

<b>3</b>	<b>Valg av teknologi og metode</b>	<b>9</b>
3.1	LPMS-B2 . . . . .	9
3.2	Kinect . . . . .	10
3.2.1	Kinect Software Development Kit . . . . .	11
3.3	Unity . . . . .	12
3.4	Brukergrensesnitt . . . . .	13
3.5	Spillet . . . . .	15
3.6	Prosess og utvikling . . . . .	17
3.6.1	Utviklingsprosess . . . . .	17
3.6.2	GitHub . . . . .	17
3.6.3	Intervju og brukertester . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Resultater</b>	<b>18</b>
4.1	Vitenskaplige resultater . . . . .	18
4.2	Ingeniørfaglige resultater . . . . .	19
4.2.1	Status ved leveringstidspunkt . . . . .	19
4.2.2	Grad av oppnåelse for funksjonelle egenskaper . . . . .	23
4.2.3	Grad av oppnåelse av ikke-funksjonelle krav . . . . .	23
4.3	Administrative resultater . . . . .	24
4.3.1	Timebruk . . . . .	24
4.3.2	Utviklingsprosessen . . . . .	24

<b>5</b>	<b>Diskusjon</b>	<b>26</b>
5.1	Vitenskaplig diskusjon . . . . .	26
5.1.1	På Lag Mot Slag som verktøy i balanserehabilitering . . . . .	26
5.1.2	Feilkilder i Kinects måling . . . . .	26
5.2	Ingeniørfaglig diskusjon . . . . .	28
5.2.1	Overordnet . . . . .	28
5.2.2	Systemperspektiv . . . . .	29
5.3	Administrativ diskusjon . . . . .	30
5.3.1	Utviklingsprosess . . . . .	30
5.3.2	Refleksjon over arbeid . . . . .	30
<b>6</b>	<b>Konklusjon og videre arbeid</b>	<b>32</b>
6.1	Problemstilling . . . . .	32
6.2	Videre arbeid . . . . .	33
	<b>Vedlegg</b>	<b>A-1</b>
	<b>A</b> Visjonsdokument	<b>A-1</b>
	<b>B</b> Kravdokumentasjon	<b>B-1</b>
	<b>C</b> Systemdokumentasjon	<b>C-1</b>
	<b>D</b> Brukertester	<b>D-1</b>



<b>E</b>	<b>Samtykkeskjema for brukertester</b>	<b>E-1</b>
<b>F</b>	<b>Intervju</b>	<b>F-1</b>
<b>G</b>	<b>Mail fra LP-Research</b>	<b>G-1</b>
<b>H</b>	<b>LPMS-B2 Akselerometerdata</b>	<b>H-2</b>

## Figurer

1	Hvordan dybde-dataene blir målt . . . . .	11
2	Leddene Kinect måler . . . . .	12
3	Wii Sports . . . . .	13
4	Temple Run . . . . .	14
5	Punktene som brukes for å måle hvor mye spilleren lener seg over mot en side. . . . .	16
6	Første side som kommer opp når spillet starter. . . . .	20
7	Menyen i spillet . . . . .	20
8	Skjermen før et delspill starter, men der det ennå ikke står en spiller innenfor dybdesensorens rekkevidde. . . . .	21
9	Skjermen før et delspill starter, når det står en spiller innenfor dybdesensorens rekkevidde. . . . .	21
10	Startposisjon i første delspill, Hinderløypa . . . . .	22
11	Startposisjon i andre delspill, Myntløypa . . . . .	22
12	Akkumulerte timer . . . . .	24
13	Et eksempel på gjøremål for en uke underveis i bachelorperioden . . . . .	25
14	LPMS-B2 Akselerometerdata . . . . .	H-2

# 1 Introduksjon og relevans

## 1.1 Bakgrunn

Hjerneslag er en av de store folkesykdommene, og i Norge får hvert år rundt 12 000 mennesker slag [1]. Vanlige konsekvenser av slag er halvsidig lammelse i ansikt, arm eller bein. For å prøve å gjenvinne den tapte funksjonaliteten best mulig, er det viktig å starte tidlig med rehabilitering. Slagpasienter strever ofte med dårlig balanse, som fører til problemer ved utførelse av daglige gjøremål. Spesialdesignede exergames (treningsspill) har blitt mer og mer vanlig å bruke i rehabilitering, og kan designes og brukes for å trene balansen til disse pasientene. Ved bruk av exergames kan det øke motivasjonen for rehabilitering, da pasienten selv for eksempel kan se progresjonen sin. Treningsspill er også vist å være et nyttig verktøy for rehabilitering, da mange pasienter ”glemmer” at de trener når de spiller [2].

En utfordring som kan oppstå ved bruk av exergames er at pasienten misforstår hvordan øvelsen i spillet skal utføres, slik at bevegelsen pasienten skal utføre ikke blir slik spillutvikleren hadde tenkt. I en slik situasjon kan spillet i verste fall være mer skadelig for pasienten enn effektivt og rehabiliterende. Det er derfor veldig viktig med nøyaktig deteksjon av bevegelsene til spilleren, og automatiske tilbakemeldinger til pasienten som sier ifra om øvelsen blir utført korrekt eller ikke.

### 1.1.1 Bachelorprosjektet

I dette prosjektet har det blitt utviklet et exergame, ”På Lag Mot Slag”, for rehabilitering av balansen til slagpasienter. Treningsspillet skal brukes til å gjøre rehabiliteringen for slagpasienter mer motiverende og spennende. Videre skal spillet også kunne brukes i forskning, der det skal forskes på hvordan pasientene utfører øvelser i spillet i forhold til hvordan de utfører øvelsen gjennom andre treningsformer som ikke involverer spill.

### 1.1.2 Eksisterende exergames

Det finnes i dag flere ulike exergames for rehabilitering av slagpasienter. De er laget med ulike spillteknologier som Playstation Move, Nintendo Wii Balance Board og Xbox Kinect.

Playstation Move bruker håndkontrollere for å spore spillerens bevegelser. Ved bruk av håndkontrollere er det ingen mulighet til å finne posisjonen til føttene til spilleren i spillet, og derfor ikke mulighet til å kontrollere om spilleren utfører balanseøvelsene korrekt.

Slagpasienter med større fysiske funksjonsnedsettelse strever ofte med å holde balansen mens de står rett opp og ned. Det kan derfor være problematisk å bruke Nintendo Wii Balance Board ettersom spilleren ikke kan bevege seg og ta et skritt til siden for å holde balansen, ettersom de står oppå et balansebrett. For pasienter som klarer å holde balansen på et balansebrett, kan Wii Balance Board fungere bra, da brettet måler vektoverføring med tilfredsstillende nøyaktig.

Xbox Kinect er en bevegelsessensor som detekterer kroppsleddene til spilleren ved bruk av en dybdesensor og algoritmer. Med Kinect blir hele kroppen målt, og hele kroppen fungerer som en kontroller. I tillegg er det få restriksjoner på spillerens posisjon. Flere av dagens spilløsninger laget med Kinect er laget slik at det er mulig å lure spillet til å tro at spilleren utfører øvelsen korrekt. Et eksempel er hvis spillet ber spilleren om å hoppe, og spilleren løfter armene, kan spillet gi poeng for bevegelsen hopp. Grunnen til dette er at det fiktive skjelettet som Kinect måler ikke alltid samsvarer med spillerens skjelett.

## 1.2 Problemstilling

Problemstillingen ble valgt på grunnlag av de eksisterende løsningene laget med Kinect. Det var et behov for å undersøke om det er Kinect som gjør det mulig å få poeng uten korrekt utførelse av treningsøvelsene i dagens spill, eller om det er hvordan algoritmen i spillet er laget. Problemstillingen i dette prosjektet er derfor følgende:

*Er Kinects sporing av spillerens bevegelser egnet til å bedømme om spilleren gjør øvelsene slik de er ment å skulle utføres for å gi god balansetrening?*

Denne problemstillingen ble også valgt på grunnlag av at dette prosjektet er et utviklingsprosjekt, altså et prosjekt der man ønsker å teste en bestemt type teknologi i en spesifikk sammenheng.

## 1.3 Struktur

Denne hovedrapporten er delt opp i seks kapitler med tilhørende underkapitler.

I første kapittel introduseres bakgrunn for oppgaven og problemstillingen.

I andre kapittel presenteres teorien bak oppgaven.

I tredje kapittel begrunnes valget av teknologien og metoden som er brukt i oppgaven.

I fjerde kapittel presenteres resultatene fra oppgaven. Dette kapitlet er delt opp i tre underkapitler;

1. Vitenskaplige resultater, inneholder resultatene fra tester og observasjoner som er underlaget for svar på problemstillingen.
2. Ingeniørfaglige resultater, presenterer status for målene som ble satt for prosjektet.
3. Administrative resultater, dokumenterer utviklingsprosessen til systemet.

I femte kapittel diskuteres de ulike resultatene.

I sjette kapittel presenteres videre arbeid med systemet, og konklusjonen til problemstillingen.

## 1.4 Akronymer og forkortelser

### 1.4.1 Forkortelser

- IMU - Inertial Measurement Unit
- REK - Regionale Komiteer For Medisinsk og Helsefaglig Forskningsetikk
- LPMS-B2 - LP-Research Motion Sensor Bluetooth versjon 2
- CFO - Chief Financial Officer (økonomidirektør)
- SDK - Software Development Kit
- ToF - Time of Flight

### 1.4.2 Ordforklaringer

- Systemet - produktet, På Lag Mot Slag, som har blitt laget i denne bacheloroppgaven
- Glitch - en midlertidig/plutselig feil i programvare

## 2 Teori

### 2.1 Hjerneslag

Hjerneslag eller slag er en betegnelse på blodpropp eller blødning i hjernen [3]. Når dette skjer får de delene av hjernen som rammes redusert oksygenforsyning, som kan føre til at hjernecellene i det området dør. Konsekvensene av slag er avhengig av hvor lang tid det tar å få behandling og hvilken del av hjernen som er rammet. Vanlige konsekvenser som følge av et hjerneslag kan være halvsidig lammelse i ansikt, arm eller bein, men kan også ramme tale og syn. I verste fall kan slag også føre til koma eller død [1]. Hjerneslag er mest utbredt blant mennesker over 60 år, men opptrer også hos yngre.

Etter et hjerneslag er det viktig å komme i gang med rehabiliteringen så fort som mulig, for å prøve å gjenvinne funksjonalitetene som ble tapt som følge av slaget. Balanseproblemer er vanlig etter slag [4], og for å gjenopprette god funksjonalitet er rehabilitering av balansen viktig.

### 2.2 Exergames

Exergames (treningsspill) er spill der det kreves at du må bevege deg for å spille [5]. Hensikten med spillene er å trene samtidig som man spiller. Treningsspillene kan bestå av opptrening etter skader, eller bare fungere som generell trening.

Exergames kan baseres på Kinect, Wii, PlayStation Eye eller lignende spillteknologier. Disse spillteknologiene baserer seg på deteksjon av spillerens kroppsbevegelser, og bruker disse bevegelsene som kontrollere i spillet.

I følge Trombetta et al. (2017)[2] vil rehabiliteringen bli morsommere og mer motiverende for pasientene ved bruk av spill, og det kan derfor bli lettere for pasientene å utføre rehabiliteringsøvelsene. Ved bruk av exergaming kan også spillet gi tilbakemeldinger til spilleren om hvordan han/hun presterer, om øvelsen gjøres riktig, og om bevegelsesmønsteret blir mer likt bevegelsesmønsteret til en person som ikke har vært rammet av slag.

## 2.3 Inertial Measurement Unit

En Inertial Measurement Unit (IMU) inneholder en STM32 (en mikrokontroller), en inertial (treghet) sensor og Bluetooth [6]. Gjennom treghetssensoren måler IMUen akselerasjon, gyroskop og magnetometer i tre retninger, x-, y- og z-retning.

Som et kjent faktum opplever alle sensorer drift. Når signalene fra sensoren endrer seg uavhengig av det som måles, defineres dette som drift. Höflinger et al. (2013)[7] mener det er nødvendig med sensordrift da dette bidrar til å opprettholde sensorens stabilitet. Samtidig mener Höflinger et al. (2013)[7] at dersom sensoren har mindre areal, vil dette gå utover nøyaktigheten til sensordataene.

Noen sensorer har implementert IMUcore. IMUcore er en algoritme som i hovedsak samler retningsdata fra flere forskjellige kilder, og kombinerer disse for å detektere retningdata uten drift [8].

## 2.4 Bevegelsessensorer

Bevegelsesbaserte sensorer finner bevegelsen til et objekt i forhold til omgivelsene eller bevegelsen til omgivelsen i forhold til et objekt.

Det finnes flere forskjellige metoder for å detektere bevegelse. Noen av de forskjellige metodene kan være infrarøde stråler, sensorer som er sensitive til hudtemperatur, eller lyd som sendes inn i rommet og reflekteres. Alle disse metodene bruker deretter en algoritme for å beregne bevegelse innenfor bevegelsessensorens opptaksområde [9].

## 2.5 Spillmotor

En spillmotor er et utviklingsverktøy for programmering av spill til enten konsoller, mobil, nettbrett eller pc. En av de viktigste basisfunksjonalitetene spillmotorene tilbyr er rendering for 2D eller 3D [10]. Rendering er et begrep innenfor datagrafikk som omhandler beregninger for fremstilling av grafiske bilder i 2D eller 3D modeller [11].

De fleste spillmotorer inneholder også flere funksjonaliteter for å hjelpe til med utviklingen, som lyd, fysikk og kunstig intelligens (AI). En fysikkmotor kan hjelpe til med å



gjøre spillet mer virkelighetsnært ved at man for eksempel kan legge til fysiske krefter på objektene.

## 2.6 Interaksjonsdesign

Interaksjonsdesign (IxD) er et fagfelt som handler om samspillet mellom menneske og maskin, hvor hovedfokuset er å designe gode systemer som er enkle å bruke [12]. Brukervennlighet er veldig viktig innenfor software-utvikling; hvis brukervennligheten er dårlig vil brukerne gi opp og systemet vil ikke bli brukt.

Interaksjonsdesign regnes som en iterativ prosess, en prosess med reperterte sykluser, for å oppnå ønsket resultat. For best resultat av de iterative prosessene bør man følge følgende prinsipper; synlighet, feedback, begrensninger, konsistens og tilbydelser [12].

### 2.6.1 Klassiske brukertester

Klassiske brukertester er en vanlig metode som brukes for å evaluere en prototype av systemet. Under klassiske brukertester inviterer man ofte reelle brukere til å delta i brukertester. Når en bruker tester, ser man på interaksjonen mellom brukeren og prototypen, og dokumenterer dette. Dokumentasjonen kan videre brukes for å endre deler av systemet slik at systemet blir best mulig tilpasset brukerne [13].

Før oppstart av forskningsprosjekter innenfor helse skal en sende søknad til Regionale Komiteer For Medisinsk og Helsefaglig Forskningsetikk (REK). REK vurderer etikken i prosjektet ut i fra flere vinkler og kan enten godkjenne eller avvise prosjektet. Hvis prosjektet ikke innhenter informasjon som gjør personer gjenkjennelige i ettertid trengs det ingen søknad til REK, men man må skrive et informasjonsskriv og et samtykkeskjema som test-personene må signere [14].

### 2.6.2 Intervju

For å kartlegge brukerens ønsker og krav til systemet kan en gjennomføre intervju med enten enkeltbrukere eller fokusgrupper med flere brukere samtidig, om et spesielt tema. Vi deler intervjuer av enkeltbrukere inn i tre forskjellige intervjuformer ut fra hvor strukturerte de er [15].

- Strukturert intervju. Alle spørsmålene er planlagte, og en stiller ingen spørsmål utover disse.
- Semi-strukturert intervju. Under et semi-strukturert intervju har en planlagt noen spørsmål som utgangspunkt, men kan stille spørsmål utover dette.
- Ustrukturert intervju. Et ustrukturert intervju har ikke planlagt noen spørsmål på forhånd men har heller et tema som utgangspunkt og lar praten gå fritt utfra dette.

## 3 Valg av teknologi og metode

### 3.1 LPMS-B2

LP-Research Motion Sensor Bluetooth versjon 2 (LPMS-B2) er en IMU laget av Life Performance Research [16]. I starten av prosjektet ble det valgt å undersøke om LPMS-B2 kunne ha en bedre sporing enn sensorene som brukes i dagens løsninger, og dermed bidra til å redusere godkjenning av ukorrekte bevegelsesmønstre i exergaming.

Sensorens bruksområde i ”På Lag Mot Slag” skulle være å beregne bevegelsene til brukeren. For å finne ut hvordan sensoren beveger seg må en regne ut forflytningen til LPMS-B2, noe som gjøres ved å se på posisjonen.

Akselerometerdataene fra sensoren beregnes i forhold til rotasjonen rundt egen akse. Kvarternioner brukes som et mål på rotasjonen i programvaren til sensoren. For å finne akselerasjonen til LPMS-B2 i forhold til rommet, brukes følgende formel:

$$\mathbf{a}' = \mathbf{q}^{-1}\mathbf{a}\mathbf{q}$$

Der  $\mathbf{a}'$  er akselerasjonsvektoren i rommet,  $\mathbf{q}$  er kvaternioenen som presenterer rotasjonen, og  $\mathbf{a}$  er akselerasjonsvektoren i forhold til rotasjonen. Deretter brukes akselerasjonsvektoren i forhold til rommet til å finne posisjonsvektoren,  $\mathbf{p}$ , i forhold til rommet.

$$\mathbf{p} = \iint \mathbf{a}' dt dt$$

Ulempen med denne fremgangsmåten er at LPMS-B2s akselerasjon inneholder drift, noe vi ser fra akselerasjonsdataen når sensoren ligger i ro (se Figur 14). Zhuohua Lin, CFO i LP-Research, mener også at det er veldig vanskelig å finne den nøyaktige posisjonen ut i fra LPMS-B2 uten å ha en måte å kalibrere på underveis. LPMS-B2 er hovedsaklig mest egnet for orientering og ikke posisjonering (se vedlegg G).

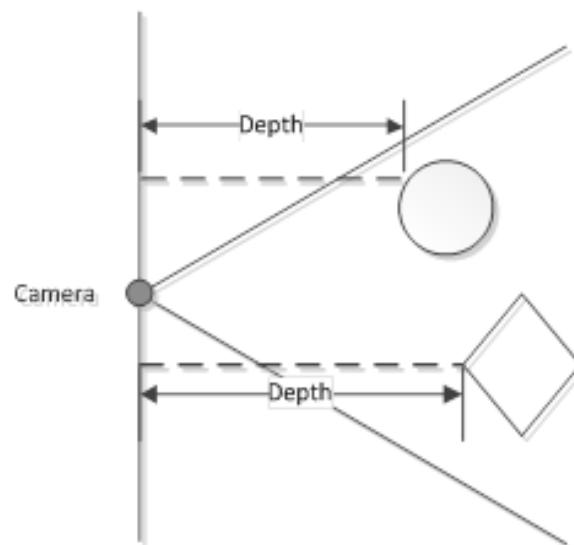
## 3.2 Kinect

På grunn av driften til LPMS-B2 ble det bestemt å bytte til Kinect for å spore bevegelsene til spillerene. Kinect ble valgt på grunnlag av at det er en av de mest egnede bevegelsessensorene (se 1.1.2). Mange av dagens løsningene laget med Kinect er laget slik at det er mulig å ”jukse”, altså få poeng uten at øvelsen er utført slik det er ment. Det var derfor et ønske om å finne ut om det er Kinect sin kroppssporing som gjør det mulig å jukse i spillene, eller om det er hvordan spillene er programmert.

Kinect er en bevegelsessensor laget av Microsoft, opprinnelig laget for Xbox 360 og Xbox One. I 2016 lanserte Microsoft Kinect Software Development Kit (Kinect SDK), et hjelpemiddel for utviklere for å lage applikasjoner som støtter Kinect versjon 2 [17].

På Lag Mot Slag bruker Kinect versjon 2 (v2). Kinect v2 består av tre sensorer; et RGB-kamera, en ”multi-array” mikrofon og et infrarødt kamera/dybdesensor. Den største forskjellen mellom de to generasjonene av Kinect er at andre generasjon bruker ”Time-of-Flight” (ToF) for å finne dybden til objektene i bildet [18].

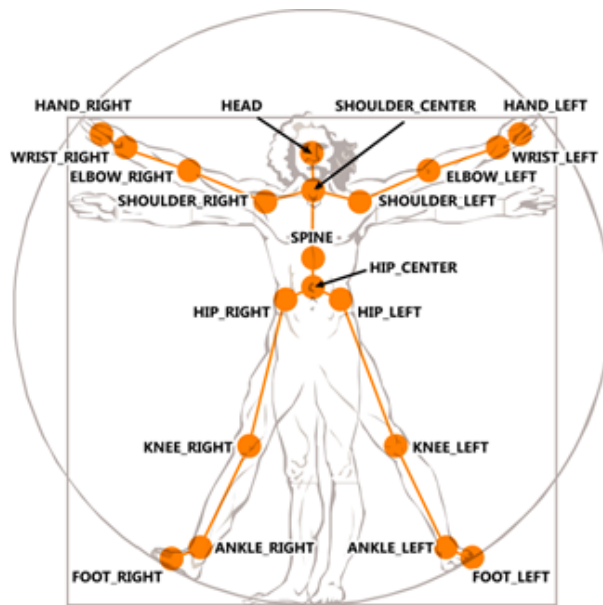
Dybdesensoren sender ut infrarøde signaler og ved hjelp av ToF beregnes avstanden til objektet. ToF finner tiden det tar fra lysstrålene sendes ut til de reflekteres i sensoren, og ut fra det beregner avstanden til objektet (se Figur 1). Kinect har så en innebygd metode til å finne fargen ut i fra dybdataene [19].



Figur 1: Dybdataene blir målt ved bruk av lysstråler. Lysstrålene sendes ut og reflekteres i sensoren [20].

### 3.2.1 Kinect Software Development Kit

Kinect Software Development Kit (Kinect SDK) er en programpakke for Windows med programvare og kode til hjelp for å lage programmer med Kinect. SDK-pakken inneholder en maskinlærings-algoritme for å beregne fiktive målepunkter på skjelettene til personene som står innenfor dybdesensorens rekkevidde. Maskinlærings-algoritmen er laget slik at den fungerer på alle mennesker uansett kroppsfasong. De fiktive skjelettene som blir målt, består av et sett med ledd (se Figur 2).



Figur 2: Leddene Kinect måler [19]

### 3.3 Unity

På Lag Mot Slag er utviklet i spillmotoren Unity 5, laget av Unity Technologies i Danmark. Unity er hovedsaklig laget som et verktøy for utvikling av dataspill og 3D-applikasjoner, for både web, spillkonsoller, mobile enheter og datamaskiner [21].

Et level eller en meny laget i Unity tilsvarer en scene i Unity. En scene består som regel av en rekke spillkomponenter og scripts. Et script er kode i C# eller UnityScript, en versjon av JavaScript, som bestemmer funksjonalitet i spillet.

Microsoft har sammen med Kinect SDK laget en implementering av Kinect i Unity. Denne implementasjonen inneholder blant annet visualisering av leddene (Figur 2) til en av personene som står innenfor dybdesensorens rekkevidde.

Det er et stort utvalg av spillmotorer som støtter utvikling av 3D-applikasjoner; Godot, Blender Game Engine, Unity, etc. Disse spillmotorene inneholder mye av den samme funksjonaliteten. Unity ble valgt på grunnlag av Microsoft sin ferdige implementasjon av Kinect i Unity. Andre viktige faktorer som ble tatt i betraktning ved valget av Unity, var Unity sin fysikkmotor og Asset Store, der man kan finne og laste ned ressurser til spillet.

### 3.4 Brukergrensesnitt

Visjonsdokumentet (Vedlegg A) og kravdokumentasjonen (Vedlegg B) inneholder noen få krav til hvordan utseende på spillet skal være. Spillet skal for eksempel ha et beroligende og behagelig utseende, som er tilpasset slagpasienter.

Under utviklingen av På Lag Mot Slag har det vært svært viktig å tenke på universell utforming (UU) av IKT. I enkelte tilfeller kan slagpasienter få nedsatt syn, og det stilles derfor krav om sterke kontraster, og få forstyrrende elementer.

Brukergrensesnittet og ”gameplay”, måten spilleren samhandler med spillet på og reglene, er inspirert av eksisterende spill, deriblant *Wii Sports* (Figur 3) og *Temple run* (Figur 4).



Figur 3: **Wii Sports**[22]. Dette designet er inspirasjonen for det første delspillet, ”Hinderløypa”, med gjennomiktig spiller i forgrunnen, og lyse og naturlige farger.



Figur 4: **Temple Run** [23]. Inspirasjon til gameplay for det andre delspillet, ”Myntløypa”, der spilleren står i en vogn og skal fange mynter på sidene.

I dette bachelorprosjektet valgte jeg å bruke farger fra naturen, som grønn og blå. Grønt assosieres ofte med helse og natur, og blå med motivasjon [24], disse fargene er valgt i henhold til at spillet skal gi motivasjon til rehabilitering.

Ettersom visse pasienter har nedatt syn som følge av hjerneslaget, er det valgt å ha lydklipp med informasjon før spillet starter. Det er også lagt på rolig og behagelig bakgrunnsmusikk, for å øke konsentrasjonen og samtidig være avslappende, og det er lagt på lyd hver gang spilleren får poeng.



### 3.5 Spillet

Produktet, På Lag Mot Slag, som har blitt utviklet i denne bacheloroppgaven, bruker en av Microsofts åpne kodepakker. Denne kodepakken, "Unity Pro package", inneholder ledd-dataene fra Kinect implementert i Unity [25].

På Lag Mot Slag inneholder to forskjellige delspill med forskjellig hensikt og utseende. Under hvert delspill er det mulig å velge mellom tre ulike level. "Level 1" er det enkleste spillnivået, deretter blir spillet vanskeligere dersom spilleren velger å gå videre til neste spillnivå (level). Når vanskelighetsgraden til spillet øker, øker farten til hinderene og vognen. Hensikten med flere spillnivå er å tilpasse spillet til flere pasienter. Poenget med å ha flere forskjellige delspill, er at Kinect kan oppføre seg forskjellig ut i fra type øvelse og beregninger.

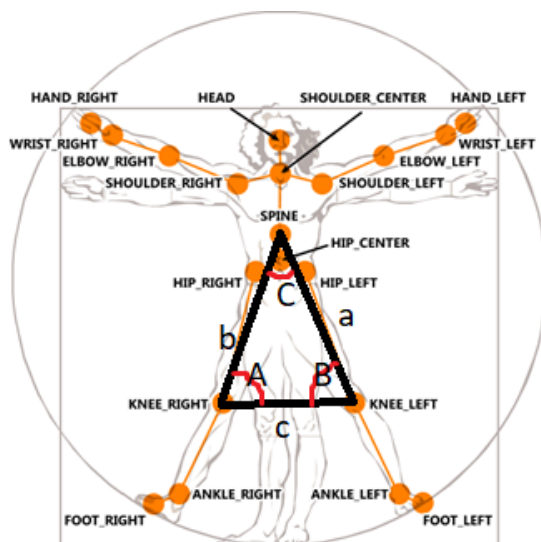
Delspillene er basert på balanseøvelser og kommentarer som har kommet frem under det ustrukturerte intervjuet med en fysioterapeut som jobber med opptrening av slagpasienter (se Vedlegg F). Det første delspillet, "Hinderløypa", baserer seg på sideforflytning. Dette gjør at pasienten må legge vekten over på det beinet som ble rammet av slaget. I spillet ser spilleren en gjennomsiktig avatar bakfra som følger brukerens bevegelser. Når spillet starter kommer det hindringer mot spilleren. Disse hindringene har en åpning enten til høyre, venstre eller i midten. Pasienten må derfor forflytte seg sidelengs til høyre og venstre side for å treffe åpningen på hinderet og dermed få poeng i spillet.

For å finne spillerens bevegelser brukes ledd-dataene fra Kinect til å beregne posisjonen til spilleren. Det er valgt å lage spillet slik at spilleren ikke kan løfte beina over hinderet. Grunnen til dette er at det fiktive skjelettet fra Kinect ikke alltid samsvarer med spillers skjelett. I noen tilfeller "glitcher" leddene, det vil si at de fiktive leddene fra Kinect fluktuierer mellom flere posisjoner, og spillet kan da tro at spilleren har beina høyere enn hinderet er.

I det andre delspillet, "Myntløypa", skal pasienten lene seg fra side til side, ved bruk av vektoverføring. Avataren som forestiller spilleren står i en vogn på en togskinne, og langs togskinna ligger det mynter. Poenget for spilleren er å fange flest mulig av myntene mens vognen kjører fremover. Spilleren fanger myntene ved å lene vekten over på det beinet som er på samme side som mynten ligger på. Delspillet tilpasses til hver enkelt spiller ved å kalibrere utgangsposisjonen til spilleren. Startposisjonen kalibreres når spilleren står

med ”like” mye vekt på hvert bein. Pasienter med større funksjonsnedsettelse vil ha en dårligere utgangsposisjon, da de vil lene mindre vekt over på siden som ble rammet av slaget.

For å finne ut hvor mye personen lener seg over til en side, brukes vinkelen mellom beina (”KNEE\_RIGHT” og ”KNEE\_LEFT”) og ryggraden (”SPINE”) (Figur 5).



Figur 5: Punktene som brukes for å måle hvor mye spilleren lener seg over mot en side.

Systemet finner først lengden mellom de ulike punktene, og bruker deretter cosinussetningen (Se likning 1) for å finne vinkel A og B (Se figur 5).

$$A = \arccos\left(\frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}\right) \quad (1)$$

Det blir registrert som vektforskyving hvis vinkel A eller B har blitt større enn startposisjonen sin vinkel A eller B. Hvis vinkel A har blitt større indikerer det at spilleren har lent seg mot høyre, mens hvis vinkel B har blitt større betyr det at spilleren har lent seg mot venstre. Ved at spillet finner disse endringene fra den persontilpassede startposisjonen fører det til at alle pasienter kan bruke spillet, og rehabiliteringen tilpasses den enkelte bruker. Ved å bruke ryggraden (”SPINE”) som et målingspunkt vil det ikke være mulig for brukeren å bare lene øverste del av ryggen til siden for å få poeng, men må derimot lene vekten over på ett av beina og ta med overkroppen for å få poeng.

## **3.6** **Prosess og utvikling**

### **3.6.1** **Utviklingsprosess**

Normalt i systemutviklingsprosjekter brukes prosesser som Scrum, Kanban eller Extreme Programming. Disse prosessene er tilegnet flere personer, og for dette prosjektet der det kun er én utvikler, inneholder de forskjellige prosessene mange unødvendige detaljer og aktiviteter.

Under utviklingen har det derfor blitt hentet inspirasjon fra flere ulike systemutviklingsprosesser. I starten av perioden ble det satt opp et diagram med overordnede milepæler, og hver uke har det blitt satt opp små, konkrete mål ut i fra status og kommende milepæl. Grunnen til at det ikke ble satt opp konkrete mål for lengre tid fremover var at det var lite forkunnskaper om Unity og Kinect, og derfor lite forhåndskunnskap til å kunne beregne forventet tidsbruk for de forskjellige oppgavene.

### **3.6.2** **GitHub**

GitHub er et nettsted for opplastning og deling av kode. I dette prosjektet har GitHub vært et naturlig valg for back-up av kode, mulighet for å jobbe på flere pc-er og muligheten for å gå tilbake til tidligere versjoner av koden.

### **3.6.3** **Intervju og brukertester**

Før programmeringen begynte ble det valgt å ha et ustrukturert intervju med en interessent av systemet. Intervjuet hjalp til med å kartlegge mange av kravene og behovene som ble skrevet ned i visjonsdokumentet (se Vedlegg A) og videre spesifisert i kravdokumentasjonen (se Vedlegg B).

Underveis i prosjektet ble det gjennomført to brukertester, en med én reell sluttbruker og en med én interessent. Brukertestene ble brukt for å evaluere løsningen, og for å få tilbakemeldinger og innspill til videre arbeid. Se vedlegg D for de fulle brukertestene, og Vedlegg E for samtykkeskjema som ble signert i forkant av brukertestene.

## 4 Resultater

### 4.1 Vitenskaplige resultater

Resultatene er basert på observasjoner og brukertester av systemet. I det første delspillet, Hinderløypa, der spilleren skal bevege seg mot høyre eller venstre sidene for å unngå hinderene fungerer Kinect etter hensikten. Som nevnt i brukertestene (se Vedlegg D) ble det observert korrekt utførelse av balanseøvelsen slik det var ønsket at bevegelsen skulle utføres.

Det ble underveis i brukertestene observert glitching, en forskjell på spillerens ledd og ledd-dataene fra Kinect. I dette delspillet medførte det ingen forskjell, da spilleren fortsatt måtte bevege seg frem og tilbake for å unngå hinderet. De to spillerene som testet spillet la ikke merke til denne glitchingen under gjennomføringen av spillet.

Etter gjennomføringen ble det observert at en av slagpasientene med store funksjonsnedsettelse var utmattet, noe som tydet på at treningen fungerte, og at spillet motiverte pasienten til å gjøre sitt beste.

Under gjennomføringen av det andre delspillet, Myntløypa, der spilleren skal lene seg fra side til side for å fange mynter, møtte vi på flere problemer knyttet til Kinect. Kinect finner kun ledd-dataene til én av personene som står foran sensoren i Unity, selv om flere personer står innenfor dybdesensorens rekkevidde. Problemer oppstår da når spilleren skal starte delspillet og spillet skal kalibrere startposisjonen. Programmet sjekker ikke at personen som kalibreres er den faktiske spilleren, og feil person kan derfor bli kalibrert. Under brukertesten oppstod dette problemet. Kinect registrerte feil person sin startposisjon, og spillet fungerte derfor ikke som det skulle.

Når riktig person ble kalibrert og spilleren gjorde øvelsen riktig, fluktuererte ofte de fiktive leddene fra Kinect mellom ulike punkter, det vil si at leddene glitchet. Glitchingen bidro til at spilleren ikke fikk poeng selv om øvelsen ble utført riktig.

Når spilleren ikke fikk fanget mynten, prøvde spilleren å lene seg enda lengre over til siden for å fange den. Selv om spilleren overdrev øvelsene ble forskjellen mellom leddet til spilleren og det fiktive leddet for stor, og vognen i spillet beveget seg uavhengig av spilleren. I noen tilfeller førte glitchingen til at spilleren endret måten øvelsen ble utført

på slik at bevegelsene ikke ble gjort riktig.

Leddene til spilleren var ikke forskjellig fra de fiktive leddene under hele brukertesten. Når Kinect sporet skjelettet til spilleren korrekt, synes brukeren at spillet var svært motiverende og gøy. Videre var det også positivt at vektforflytningen ble registrert uansett hvor i rommet spilleren stod, slik at pasienter som mister balansen og flytter føttene fortsatt kan bruke spillet.

Brukerene som gjennomførte testene mente Myntløypa var morsomt og svært relevant for opptreningen av balansen, men at det samtidig var svært frustrerende og urettferdig når de ikke fikk poeng selv om øvelsen ble utført riktig.

## **4.2 Ingeniørfaglige resultater**

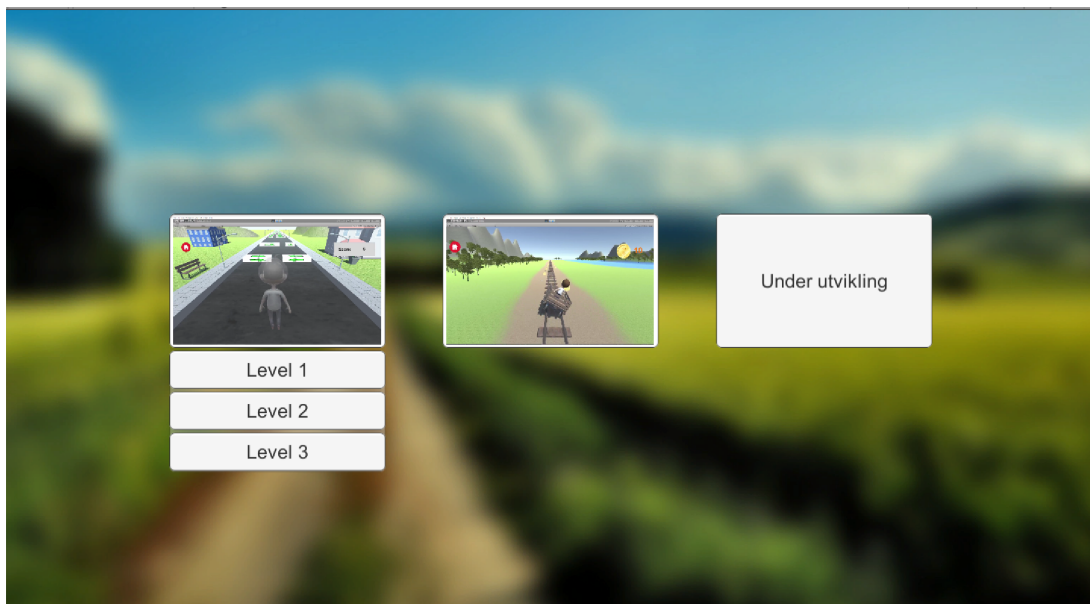
### **4.2.1 Status ved leveringstidspunkt**

På Lag Mot Slag inneholder to forskjellige bevegelsesbaserte delspill, Hinderløypa og Myntløypa. Følgende figurer viser deler av produktet. Figur 6 viser startsidene i spillet. Figur 7 viser menyen der man kan velge spill og level.

For å starte et av delspillene må det stå en person foran bevegelsessensoren før programmet laster (Figur 8 og 9). Avhengig av hvilket delspill spilleren velger, er det ulike bevegelser som skal utføres mens en spiller treningsspillet. Hvis Hinderløypa er startet skal spilleren gå sidelengs fra side til side for å unngå hinderene som kommer imot (Figur 10). Hvis Myntløypa er startet skal spilleren lene seg fra side til side for å fange mynter (Figur 11).



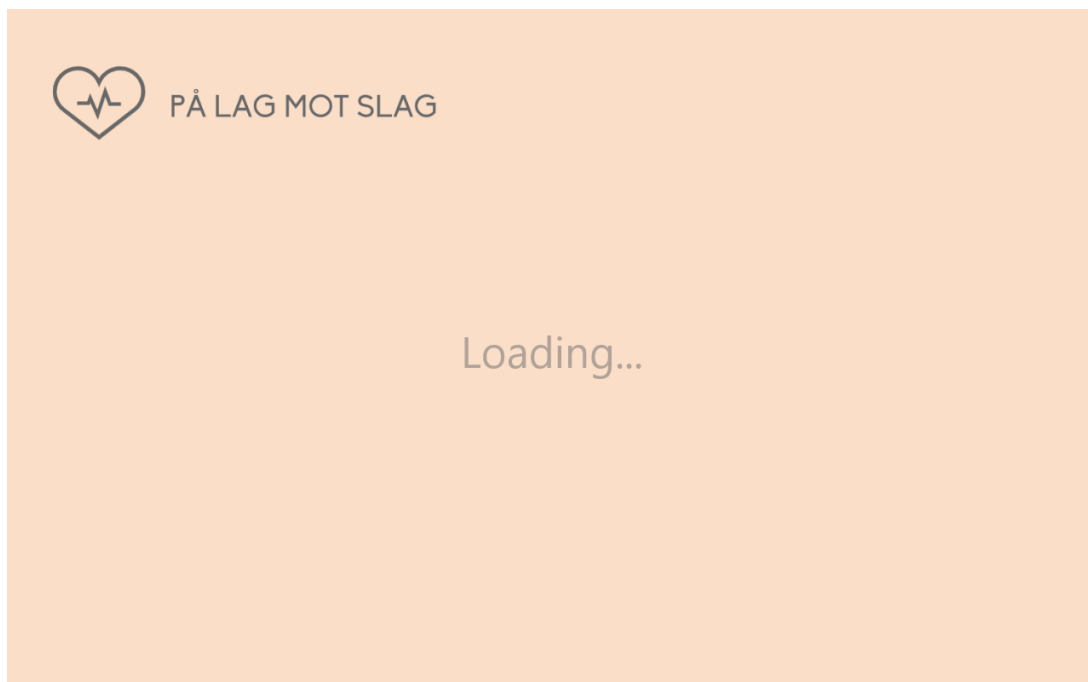
Figur 6: Første side som kommer opp når spillet starter.



Figur 7: Menyen i spillet, der det går an å velge mellom to forskjellige delspill og tre ulike level for hvert delspill.



Figur 8: Skjermen før et delspill starter, men der det ennå ikke står en spiller innenfor dybdesensorens rekkevidde.



Figur 9: Skjermen før et delspill starter, når det står en spiller innenfor dybdesensorens rekkevidde.



Figur 10: Startposisjon i Hinderløypa. Her må spilleren bevege seg sidelengs for å unngå å treffe hinderene som kommer mot spilleren.



Figur 11: Startposisjon i Myntløypa. Her må spilleren lene seg til siden for å fange myntene.



### 4.2.2 Grad av oppnåelse for funksjonelle egenskaper

- (Fullstendig oppnådd)** På startsiden møter man en meny med ulike øvelser.
- (Fullstendig oppnådd)** Hver øvelse er sitt eget delspill, med annerledes GUI og fokus.
- (Delvis oppnådd)** Når man gjennomfører en øvelse skal man få tilbakemelding eller poeng ut ifra hvor godt øvelsen er utført, slik at man får flere poeng for bedre utførelse.
- (Fullstendig oppnådd)** Øvelsene skal være relevante for opptrening av balansen for slagpasienter.
- (Fullstendig oppnådd)** Melding hvis brukeren ikke er innenfor Kinects rekkevidde.
- (Fullstendig oppnådd)** Slagpasientene som spiller skal kunne se sine egne bevegelser i spillet i sanntid.
- (Fullstendig oppnådd)** Se hvordan spillet foregår før spilleren starter.
- (Fullstendig oppnådd)** Berolige og behagelig utseende og lyder.
- (Delvis oppnådd)** Systemet skal være enkelt å bruke for alle, men samtidig spennende og motiverende.

### 4.2.3 Grad av oppnåelse av ikke-funksjonelle krav

- (Fullstendig oppnådd)** Systemet skal kunne vise data i sanntid, det vil si med under 1 sekund forsinkelse.
- (Fullstendig oppnådd)** Systemet skal kunne kjøre uten stopp i 1 time på pc-er som støtter slik grafikk.
- (Fullstendig oppnådd)** Systemet skal fungere for alle mennesker uansett kroppsfasong.
- (Fullstendig oppnådd)** Systemet skal være lett å videreutvikle, noe som innebærer at:
  - (Fullstendig oppnådd)** Det er nøye dokumentert, og kommentarer til koden der det trengs.
  - (Fullstendig oppnådd)** Må kunne enkelt legge til nye øvelser i spillet.

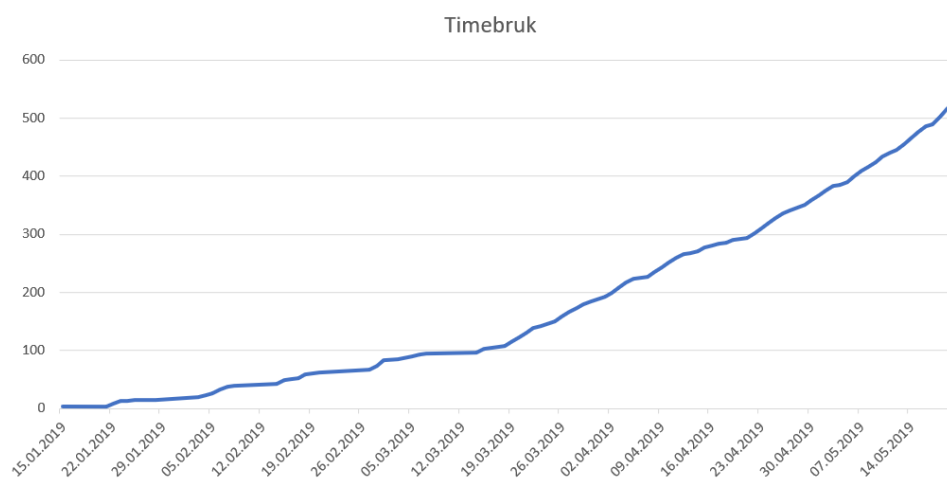
### 4.3 Administrative resultater

I starten av prosjektet ble det bestemt at det ikke skulle lages Gantt-diagram, men heller lages en oversikt over overordnede milepæler [se ”Møteinnkallinger med referat” i vedlegg ”Prosjekthåndboka”]. Det ble underveis gjort endringer i den overordnede oversikten, da oppgaven ble endret på grunn av at LPMS-B2 viste seg å ikke fungere hensiktsmessig for spillet som skulle utvikles (se 3.1).

Det har blitt laget møteinnkallinger og møtereferat til hvert møte med veileder, og til de fleste møtene med oppgavestiller. Disse finnes i vedlegg ”Prosjekthåndboka” .

#### 4.3.1 Timebruk

Bachelorprosjektets timebruk skulle ligge på rundt 500 timer arbeidstid, inklusive Vitenskapsteori og -metode, som er en del av *TDAT3001 - Bacheloroppgave Dataingeniør*. Dette målet ble oppnådd, da den totale timebruken endte på 526,5 timer. Mer beskrivende timebruk finnes i timelisten (se vedlegg ”Prosjekthåndboka”).

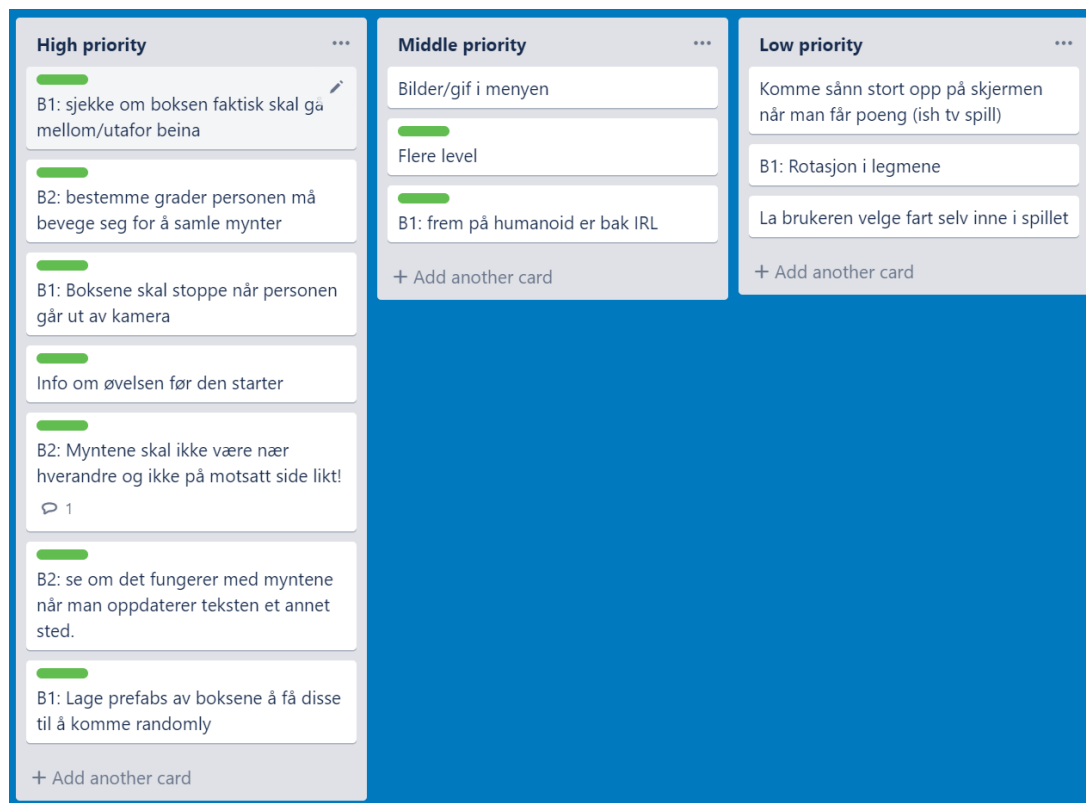


Figur 12: Akkumulerte timer jobbet i prosjektet

#### 4.3.2 Utviklingsprosessen

Diagrammet med de overordnede milepælene og dagens status på prosjektet ble brukt til å sette opp gjøremål for en uke i Trello, et web-basert verktøy for lister. Figur 13 viser et eksempel på oppgaver og mål som er satt opp for en arbeidsuke. I løpet av uka

får oppgavene fargekoder utifra status på oppgaven/målet. Grønn betyr ferdig, gul betyr påbegynt, mens ingen farge betyr at det ikke er startet på.



Figur 13: Et eksempel på gjøremålene for en uke skrevet i Trello (bildet er tatt etter arbeidsuka er ferdig)

## 5 Diskusjon

### 5.1 Vitenskaplig diskusjon

#### 5.1.1 På Lag Mot Slag som verktøy i balanserehabilitering

Observasjonene og testene viser forskjellige resultater av de forskjellige delspillene. Første delspill, Hinderløypa, viser at Kinect fungerer etter sin hensikt, mens i andre delspill, Myntløypa, viste resultatene at Kinect ikke fungerte godt for rehabilitering.

Som forklart i 3.5 blir vinkelen på vognen i Myntløypa regnet ut ved hjelp av vinkelen mellom ryggraden og beina, og hvor mye denne endrer seg i forhold til startposisjon til spilleren. Spillet er laget så det skal passe for alle pasienter uansett skadeomfanget som følge av slaget. Hvis skadeomfanget er stort vil ikke pasienten kunne lene seg så mye over mot sidene, uten å miste balansen. Metoden for å detektere om spilleren lener seg over til en av sidene er derfor laget svært sensitiv, slik at selv de med stort skadeomfang kan spille. Denne sensitiviteten reflekteres i resultatene, for eksempel hvis beinet i det fiktive skjelettet fra Kinect ikke har samme posisjon som spillerens bein, kan dette føre til en synlig endring på vognen i Myntløypa.

I Hinderløypa er det mindre krav til at de fiktive målepunktene fra Kinects skjelett er likt spillerens ledd, da en liten forskjell i ledd-dataene fra Kinect og leddet til spilleren fortsatt kan gjøre at spilleren unngår hinderet og får poeng. I noen tilfeller kan en feil i Kinect-dataen føre til at spilleren ikke får poeng. Observasjoner viste at dette ikke er et stort problem, da det bare skjedde med ett hinder under de to brukertestene.

#### 5.1.2 Feilkilder i Kinects måling

De vitenskaplige resultatene er basert på observasjoner og brukertester av systemet, og det kan derfor være eksterne faktorer som spiller inn på resultatene.

Under testene ble det observert lav presisjon og nøyaktighet i ledd-dataene fra Kinect, da ledd-dataene ikke samsvarte med spillerens ledd. Ledd-datene er som forklart i 3.2 kalkulert basert på målinger med infrarøde stråler. En årsak til at leddene Kinect måler ikke har samme posisjon som spillerens ledd kan være testomgivelsene, da infrarøde signaler ikke fungerer i direkte sollys [19]. Det kan også være flere parametere som påvirker

presisjonen til de fiktive ledd-dataene, for eksempel kan reflekterbart og lysabsorberende materiale føre til at strålene som ble utsendt ikke blir reflektert tilbake til sensoren [26].

Plasseringen til Kinect kan også påvirke kroppssporingen. Den optimale plasseringen er midt foran spilleren, 0,6 til 1,8 meter over gulvet [27]. Under testingen ble ikke dette opprettholdt da det ikke var mulighet for å plassere sensoren sentrert foran spilleren. Disse eksterne faktorene kan ha ført til mindre representative resultater, da faktorene kan ha ført til en dårligere kroppssporing fra Kinect.

## 5.2 Ingeniørfaglig diskusjon

### 5.2.1 Overordnet

Ved leveringstidspunktet fungerer all funksjonalitet som er implementert, og kan brukes som hjelp i opptrening av slagpasienter. Produktet inneholder de fleste funksjonelle kravene og behovene som var satt i visjonsdokumentet (Se 4.2.2).

Produktet inneholder i dag to forskjellige delspill der det er mulig å trene to ulike balanseøvelser. Spillet er laget slik at det er enkelt å videreutvikle med flere delspill med forskjellige øvelser for opptrening av balansen hos slagpasienter.

Menyen (Figur 7) viser at det er plass til tre ulike delspill i systemet. Det var opprinnelig planlagt å lage tre forskjellige delspill, men det ble fort tatt en beslutning om at det ikke var tid til å lage tre ulike delspill. Menyen ble ikke endret, slik at det enkelt kunne implementeres et delspill til hvis det skulle bli tid til det.

Under brukertestene ble det gitt tilbakemelding på at systemet var intuitivt, og enkelt å bruke. Ettersom dette kun er tilbakemeldinger fra noen få sluttbrukere, kan vi ikke fastslå at dette gjelder for alle sluttbrukere. For å få et mer representativt resultat burde det blitt utført flere brukertester på forskjellige pasienter med ulik grad av funksjonsnedsettelse.

I begynnelsen av prosjektet var ideen at systemet kunne bruke maskinlæring for å gi spilleren poeng ut i fra hvor godt og riktig øvelsen ble utført i forhold til en person som ikke har vært rammet av slag. Dette ble valgt bort på grunn av tiden det ville tatt å samle inn et treningsdatasett til algoritmen. Det ble istedenfor valgt å gi poeng ut fra spillerens posisjon i forhold til spillobjektene, så spilleren får tilbakemelding på om det er gjort riktig eller ikke, men ikke hvor godt øvelsen er gjort i forhold til en person som ikke har hatt slag. En ulempe ved denne metoden er at det i Hinderløypa ikke er lagt til en sjekk på hvordan spilleren beveger seg for å få poeng, noe som kunne vært gjort ved bruk av maskinlæring.

Brukertestene gav flere tilbakemeldinger på hva som burde jobbes videre med, ny funksjonalitet som hadde passet inn i programmet og kommentarer til nåværende funksjonalitet. Det viste seg at en svakhet ved systemet var hakkingen til vognen i andre delspill. Hakkingen kom av at ledd-dataene fra Kinect flukterte mellom ulike punkter, og på grunn

av måten vinkelen på vognen regnes ut, se 5.1.1 for mer informasjon. Til tross for dette synes oppgavestiller at;

*”Sluttproduktet er slik jeg tenkte meg at det skulle bli. Jeg har ikke annet å si enn at jeg er veldig fornøyd, det er litt kjipt med Kinect og dens unøyaktighet, men det er ikke noe du får gjort noe med. Jeg er også sjokkert over hvor mye du har fått tid til på den korte perioden.”* (referert muntlig fra oppgavestiller)

Alle de ikke-funksjonelle kravene til spillet ble oppnådd (se 4.2.3). Programmet viser data i tilnærmet sanntid, det er ikke gjort noen målinger på forsinkelsen, men ut fra observasjoner kan det konkluderes med at det er under 1 sekunds forsinkelse. Programmet kan også kjøres sammenhengende i over en time uten problemer.

### 5.2.2 Systemperspektiv

Norges befolkning blir eldre og eldre, og som et kjent fenomen kommer eldrebølgen allerede innen de neste 10 årene. På grunn av stadig eldre befolkning, vil antall hjerneslag øke [1]. Ved flere tilfeller av hjerneslag, må mange flere utdanne seg innen helsebransjen for å kunne hjelpe pasientene. Et alternativ til dette kan være å utvikle teknologiske løsninger som kan hjelpe til med rehabiliteringen, for eksempel exergames. Dette produktet er laget for å hjelpe og motivere slagpasienter, som ikke lengre trenger hjelp til trening av en fysioterapeut, men vil kunne ivareta rehabiliteringen på egenhånd ved hjelp av persontilpassede exergames.

## 5.3 Administrativ diskusjon

### 5.3.1 Utviklingsprosess

De fleste milepælene ble nådd til tidsfristen, med unntak av første delspill. Under utviklingen av programmet var planen å starte på ett delspill, og gjøre dette ferdig før andre delspill skulle utvikles. Denne planen gikk ikke helt som planlagt da ønsket ble å få til hovedfunksjonaliteten i begge delspillene før detaljer som lydeffekter og utseende ble implementert.

Å lage overordnede milepæler fungerte bra i dette prosjektet da det ikke var noen forkunnskaper om Unity, Kinect, LPMS-B2 eller exergaming. Prosjektet startet med å undersøke om LPMS-B2 kunne være et godt alternativ til sensorene som er brukt i dagens exergames løsninger. Da det ble konstantert at dette ikke fungerte var det enkelt å endre på milepælene som var satt og lage nye.

Underveis i prosessen ble flere av møtene med veileder utsatt da det ikke var spørsmål, og ingen stor progresjon å presentere.

Det ble holdt to brukertester av programmet der det ble gitt tilbakemeldinger på dagens løsning og kommentarer til videre implementasjoner. Brukertestene bekreftet at dagens løsning fungerte for rehabilitering av slagpasienter, og at brukerne virket fornøyde med løsningen. Grunnet endring av teknologi i begynnelsen av prosjektet ble brukertestene holdt relativt sent, og det ble derfor ikke tid til å implementere flere funksjonaliteter i systemet. Testene var likvel viktige og nyttige for å få kommentarer på systemet, og innspill til videre arbeid etter endt prosjektperiode.

### 5.3.2 Refleksjon over arbeid

I starten av bachelorperioden startet jeg på to andre oppgaver før jeg endte opp med dette prosjektet. Årsaken var at oppgavene som hadde blitt valgt, ble endret slik at de ikke lengre passet for en dataingeniør bacheloroppgave. Dette førte til at oppstartsdatoen ble senere enn planlagt. I tillegg til den sene oppstartsdatoen, ble det lite jobbing i starten da vi hadde det obligatoriske faget *TDAT3002 - Systemtenkning med økonomi*. Selv om det ble en litt treg oppstart synes jeg at jeg har jobbet jevnt og godt med prosjektet, noe også Figur 12 viser.



Med den trege oppstarten mistet jeg nesten en måneds arbeid, noe som førte til at stressnivået ble høyt og motivasjonen sank. Videre synes jeg det var veldig spennende å lære om rehabilitering, og når jeg så at det jeg skulle lage kunne komme til nytte for mange, kom motivasjonen tilbake.

Under bachelorperioden har jeg hatt en bratt læringskurve, da jeg måtte lære mye nytt av både teknologi og om rehabilitering av slagpasienter. Jeg valgte å jobbe i Unity da jeg tidligere har jeg jobbet litt med C# .NET. Selv om jeg tidligere har jobbet innenfor C# ble det brukt mange timer på å lære om spillprogrammering. Det har også blitt brukt mange timer på å lese artikler om slagpasienter og deres funksjonsnedsettelse, og om eksisterende exergames for rehabilitering.

Jeg er generelt godt fornøyd med eget arbeid, selv om det til tider har vært utfordrende å jobbe alene. Det har ikke vært mulig å diskutere valg og mulige løsninger, og det har vært mye jobb da samme rapport skal skrives men kun av en person, meg selv.

## 6 Konklusjon og videre arbeid

### 6.1 Problemstilling

*Er Kinects sporing av spillerens bevegelser egnet til å bedømme om spilleren gjør øvelsene slik de er ment å skulle utføres for å gi god balansetrening?*

Resultatene fra brukertestene indikerer at Kinects kroppssporing fungerer i visse sammenhenger. Når spillet har et slingringsmonn for spillerens posisjon, kan Kinect fungere godt nok for å brukes i rehabilitering av slagpasienter. Resultatene fra Myntløypa viser at det fiktive skjelettet som Kinect beregner må følge spillerens skjelett med høyere presisjon for å fungere godt. Vi ser fra spillet at en liten glitch i ledd-datene fører til synlige og frustrerende feil i programmet, noe som fungerer dårlig innenfor rehabilitering av slagpasienter.

For å kunne gi konkrete tilbakemeldinger til pasienten for utført øvelse, vil det i mange tilfeller stilles et høyere krav til nøyaktighet i kroppssporingen. Det vil også kreves en høyere presisjon for pasienter med store funksjonsnedsettelse, da disse pasientene vil utføre øvelsene med små bevegelser. Når disse slagpasientene utfører øvelsene med små bevegelser, krever det at spillet tar hensyn og registrerer disse bevegelsene. Videre vil derfor alle små bevegelser registreres, og derfor føre til at en liten unøyaktighet i det fiktive skjelettet vil registreres som bevegelse i spillet.

Som nevnt i 3.2 blir det fiktive skjelettet målt ved bruk av infrarøde stråler. Det vil derfor ikke være mulig for Kinect å finne det fiktive skjelettet når spilleren står sidestilt i forhold til sensoren. Dette fører til at det blir restriksjoner på hvilke øvelser som kan lages med Kinect.

Kinect vil ikke kunne brukes gjennom hele rehabiliteringsprosessen, da mange rehabiliteringsøvelser vil bli preget av at det fiktive skjelettet ikke samsvarer med spillerens skjelett. Det betyr at det ikke er algoritmene i dagens løsninger som gjør at spillerene kan lure til seg poeng, men heller Kinects kroppssporing. Kinect kan eventuelt brukes sammen med noen spesifikke øvelser, som en del av rehabiliteringen for balansen til slagpasienter.

## 6.2 Videre arbeid

En naturlig videreutvikling av programmet ville vært å lage et delspill til. I tillegg til det nye delspillet hadde det vært interessant å tilpasse spillene mer mot hvert individ. Dette kan gjøres ved å legge inn informasjon om for eksempel hvilken side av kroppen lammelsen er og hvor store funksjonsnedsettelse slaget har påført pasienten.

For den enkelte pasient kan det også være ønskelig å kunne styre variabler, som fart, inne i spillet. For å kunne styre farten inne i spillet burde det være mulig å styre spillet ved bruk av armene. Ved at spillet også er tilpasset hver spiller, kan dette gjøre at knappene som skal styres med armen, blir på motsatt side av armen som ble rammet av slaget. Å kunne bruke armene til styring i spillet ville gjort spillet til et mer helhetlig exergame.

Under brukertestene oppstod det et problem under kjøring av Myntløypa. Da utgangsposisjonen skulle kalibreres ble feil person sin posisjon kalibrert. En mulig løsning for at programmet kalibrerer riktig person, kan være at spilleren må løfte en arm i været slik at programmet vet hvilken person som skal kalibreres. I andre delspill ble det også konstatert at det er mulig å lure spillet ved at vognen i andre delspill roteres mot siden, selv om pasienten ikke lener store deler av vekten over på ønsket bein. For å løse dette er det ønskelig å legge inn sjekk på posisjonen til brystet i forhold til ryggraden og beina.

Produktet av denne bacheloroppgaven skal videre brukes i forskning for oppgavestiller sin doktorgradsavhandling. Ved bruk av På Lag Mot Slag skal det forskes på hvordan spillerene utfører øvelsene ved bruk av spill i forhold til hvordan de egentlig skal utføre øvelsene.

For videre forskning hadde det vært interessant å se om ledd-dataene kan bli mer nøyaktig ved å sette sammen LPMS-B2 og Kinect. Ved å bruke disse to teknologiene sammen, kan IMUen gjøre Kinect-dataen mer nøyaktig [28].

## Referanser

- [1] Lars Thomassen. “Hjerneslag”. I: (2019). Hentet 29 april 2019. URL: <https://sml.snl.no/hjerneslag>.
- [2] Mateus Trombetta og flere. “Motion Rehab AVE 3D: A VR-based exergame for post-stroke rehabilitation”. I: *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 152 (2017), s. 15–20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2017.08.008>.
- [3] Helsedirektoratet. *Hva er hjerneslag?* Hentet 29 april 2019. 2016. URL: <https://helsenorge.no/sykdom/hjerne-og-nerver/hjerneslag/hjerneslag-arsaker>.
- [4] Stroke association. *Balance problems after stroke*. Hentet 18 mai 2019. URL: [https://www.stroke.org.uk/sites/default/files/user\\_profile/balance\\_problems\\_after\\_stroke.pdf](https://www.stroke.org.uk/sites/default/files/user_profile/balance_problems_after_stroke.pdf).
- [5] Veli-Matti Nurkkala, Jonna Kalermo og Timo Jarvilehto. “Development of Exergaming Simulator for Gym Training, Exercise Testing and Rehabilitation”. I: *Journal of Communication and Computer* 11.05 (2014), s. 403–411. DOI: 10.17265/1548-7709/2014.05001.
- [6] Jianwei Zheng og flere. “IMU Performance Analysis for a Pedestrian Tracker”. I: *Intelligent Robotics and Applications*. 2017, s. 494–504.
- [7] Fabian Höflinger og flere. “A Wireless Micro Inertial Measurement Unit (IMU)”. I: *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 62.9 (2013), s. 2583–2595. DOI: 10.1109/TIM.2013.2255977.
- [8] Life Performance Research. *Introducing IMUcore*. Hentet 29 april 2019. URL: <https://lp-research.com/imucore-sensor-fusion/>.
- [9] Francisco Ortega-Zamorano og flere. “Smart motion detection sensor based on video processing using self-organizing maps”. I: *Expert Systems With Applications* 64 (2016), s. 476–489.
- [10] Qinghai Miao og flere. “A Game-Engine-Based Platform for Modeling and Computing Artificial Transportation Systems”. I: *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 12.2 (2011), s. 343–353. DOI: 10.1109/TITS.2010.2103400.
- [11] Malcolm Sabin. “Rendering”. I: *Geometry and Computing, Analysis and Design of Univariate Subdivision Schemes*. Heidelberg, Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2010, s. 171–172. ISBN: 9783642136474.
- [12] Anette Wrålsen. “Introduksjon til interaksjonsdesign”. 2016.

- [13] Anette Wrålsen. “Interaksjonsdesign som prosess 2”. 2016.
- [14] Regionale komiteer for medisinsk og helsefaglig forskning (REK). *Eksempler på virksomhet som ikke skal søke REK*. Hentet 20 april 2019. URL: [https://helseforskning.etikkom.no/reglerogrutiner/soknadsplikt/sokerikkerek?p\\_dim=34999](https://helseforskning.etikkom.no/reglerogrutiner/soknadsplikt/sokerikkerek?p_dim=34999).
- [15] Anette Wrålsen. “Interaksjonsdesign som prosess 1”. 2016.
- [16] Life Performance Research. *LPMS-B2: 9-Axis Inertial Measurement Unit (IMU) / AHRS with Bluetooth Classic and BLE Connectivity*. Hentet 29 april 2019. URL: <https://lp-research.com/lpms-b2/>.
- [17] Sean Kean, Jonathan C. Hall og Phoenix Perry. “Microsoft’s Kinect SDK”. I: *Meet the Kinect: An Introduction to Programming Natural User Interfaces*. Berkeley, CA: Apress, 2011, s. 151–173. ISBN: 978-1-4302-3889-8. DOI: 10.1007/978-1-4302-3889-8\_8.
- [18] Soumi Paul, Subhadip Basu og Mita Nasipuri. “Microsoft Kinect in Gesture Recognition: A Short Review”. I: *I J C T A* 8.5 (2015), 2071–2076.
- [19] Microsoft Corporation. *Kinect Sensor*. Hentet 17 april 2019. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/microsoft-robotics/hh438998%28v%3dmsdn.10%29>.
- [20] Microsoft Corporation. *Depth Camera*. Hentet 17 april 2019. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/previous-versions/microsoft-robotics/hh438997%28v%3dmsdn.10%29>.
- [21] Willian A. Mattingly og flere. “Robot design using Unity for computer games and robotic simulations”. I: *2012 17th International Conference on Computer Games (CGAMES)* (2012), s. 56–59.
- [22] Bilde hentet 30 april 2019. URL: [https://wiisports.fandom.com/wiki/Table\\_Tennis](https://wiisports.fandom.com/wiki/Table_Tennis).
- [23] Bilde hentet 30 april 2019. URL: <https://templerun.fandom.com/wiki/Mine>.
- [24] Jacob Oleasen. *Color Meanings - All About Colors and Symbolism*. Hentet 05 mai 2019. URL: <https://www.color-meanings.com>.
- [25] Microsoft Corporation. Hentet 20 februar 2019. URL: <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect>.
- [26] Willian A. Mattingly og flere. “Evaluating and Improving the Depth Accuracy of Kinect for Windows v2”. I: *IEEE Sensors Journal* 15.8 (2015), s. 4275–4285. DOI: 10.1109/JSEN.2015.2416651.

- [27] Microsoft Corporation. *More about Kinect sensor placement*. Hentet 10 mai 2019. URL: <https://support.xbox.com/en-US/xbox-360/accessories/sensor-placement>.
- [28] Yi-Chun Du og flere. “An IMU-compensated skeletal tracking system using Kinect for the upper limb”. I: *Microsystem Technologies* 24.10 (2018), s. 4317–4327.

## Vedlegg A Visjonsdokument

---

**128**

**Påvirkning av spillelementer på bevegelseskvalitet under  
treningsspill for hjerneslagpasienter  
Visjonsdokument**

**Versjon 1.2**

## Revisjonshistorie

<b>Dato</b>	<b>Versjon</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Forfatter</b>
15/02/19	1.0	Første utkast	Camilla Velvin
01/03/19	1.1	Endringer etter oppgaven ble endret	Camilla Velvin
19/05/19	1.2	Feilrettinger	Camilla Velvin



## Innholdsfortegnelse

1. Innledning	4
2. Sammendrag problem og produkt	4
2.1 Problemsammendrag	4
2.2 Produktsammendrag	5
3. Overordnet beskrivelse av interessenter og brukere	5
3.1 Oppsummering interessenter	5
3.2 Oppsummering brukere	6
3.3 Brukermiljøet	6
3.4 Sammendrag av brukernes behov	7
3.5 Alternativer til vårt produkt	8
4. Produktoversikt	8
4.1 Produktets rolle i brukermiljøet	8
4.2 Forutsetninger og avhengigheter	9
5. Produktets funksjonelle egenskaper	9
6. Ikke-funksjonelle egenskaper og andre krav	9

## 1. Innledning

Dette dokumentet beskriver overordnede krav til bachelorprosjektet for Camilla Velvin. Produktet som vil bli laget i dette prosjektet vil heretter bli referert til systemet, produktet, spillet, eller «På Lag Mot Slag». Prosjektet består i å utvikle et spill for slagpasienter ved bruk av Kinect.

Det er et mål at resultatet kan brukes til videre utforming og forskning innenfor opptrening av slagpasienter.

## 2. Sammendrag problem og produkt

I dag brukes Kinect i stor grad for spill for slagpasienter. Problemet med mange av dagens spill er at en kan ved bruk av Kinect lure spillet til å tro at man er flinkere enn man egentlig er. Slagpasienter og fysioterapeuter vil ha en interesse av at spillet klarer å analysere bevegelsene bedre, både for bedre utbytte av opptreningen og for å gjøre øvelsene korrekt.

### 2.1 Problemsammendrag

Problem med	at det er enkelt å jukse i spill for opptrening av slagpasienter
berører	slagpasienter.
Som resultatet av dette	vil slagpasientene gjøre øvelser dårligere, og derfor få mindre utbytte av treninga.
En vellykket løsning vil	gi tilbakemelding til slagpasienten om øvelsen er dårlig utført eller feil, og at man får poeng deretter.

## 2.2 Produktsammendrag

For	slagpasienter og fysioterapeuter
som	vil ha en bedre sporing av bevegelsene til slagpasientene i spillet, slik at det blir vanskeligere å få poeng for ukorrekt utførelse av øvelser.
På Lag Mot Slag	er et motion-based spill for rehabilitering av slagpasienter
som	har relativt nøyaktig sporing av bevegelsene til slagpasienten som spiller.
I motsetning til	dagens løsning der spillet ikke sporer bevegelsene presist nok slik at det er mulig å jukse seg til poeng,
har vårt produkt	ved bruk av en annen tilnærming, vanskeligere for å få poeng for ukorrekt utførelse av øvelse, og derfor fungere bedre i rehabiliteringen.

## 3. Overordnet beskrivelse av interessenter og brukere

### 3.1 Oppsummering interessenter

Navn	Utdypende beskrivelse	Rolle under utviklingen
Slagpasienter	Sluttbruker av systemet	Mulighet for brukertester
Fysioterapeuter	Fysioterapeuter som jobber med slagpasienter	Gi innspill til gode øvelser for slagpasienter, veiledning for å utføre øvelsene riktig, og mulighet for brukertest.

Bachelorstudent	Studenten som skal utvikle/gjennomføre prosjektet	Utvikling av produkt
Anvendt informasjonsteknologi, IDI, NTNU	Stiller med veileder for bachelorstudent, og produkteier	Veiledning, og produkteier vil være med å bestemme prioriteringer

### 3.2 Oppsummering brukere

Navn	Utdypende beskrivelse	Rolle under utviklingen	Representert av
Slagpasienter	Slagpasienter er personer som har fått slag og som sliter med balansen som en følge av det	Mulighet for brukertester og kommentarer til systemet	Roland Stock, fysioterapeut som jobber med rehabilitering av slagpasienter
Fysioterapeuter	Trener slagpasienter ved å gi de øvelser	Gi innspill til gode øvelser for slagpasienter og hvordan disse utføres	Roland Stock

### 3.3 Brukermiljøet

Sluttbrukerne av systemet vil stå foran et Kinect kamera som er koblet direkte til pc-en der spillet kjøres. Brukeren vil i Unity se hvordan en beveger seg i forhold til spillet, og vil kunne bevege seg i spillet ved å bevege seg i virkeligheten.

## 3.4 Sammendrag av brukernes behov

Behov	Prioritet	Påvirker	Dagens løsning	Foreslått løsning
Grafisk visning av spiller	Høy	Alle	Kinect har egen programvare der leddene til spilleren vises.	Vise vha. Unity, og koble leddene til en humanoid slik at man ser en person.
Bevegelser i tilnærmet sanntid	Høy	Alle	Ingen	
Bruke armene for menyvalg	Lav	Visualisering	Ingen.	Bruke hendene/armene for å styre og velge fra menyen.
Lagring av spill-data	Veldig lav	Backend	Ingen.	Lagre verdier fra de siste 5 dagene for å vise progresjon.
Menyvalg med ulike øvelser	Middels	Alle	Ingen.	Lage en meny der brukeren kan velge hvilken treningsøvelse som skal starte.
Klare instruksjoner på øvelser	Høy	Visualisering	Ingen.	
Gi tilbakemelding/score på utført øvelse	Høy	Backend	Ingen.	Se på posisjonen om øvelsen er korrekt utført.
Øvelsene skal være balanserelatert	Høy	Alle	Ingen.	Snakke med Roland om foreslåtte øvelser.
Gjennomføre spillet	Høy	Alle	Ingen.	Aktiviteter som er mulig å gjennomføre for alle.
Behagelig og beroligende utseende og lyder.	Middels	Visualisering	Ingen.	Ikke bruke for stressende lyder og lage enkelt utseende.

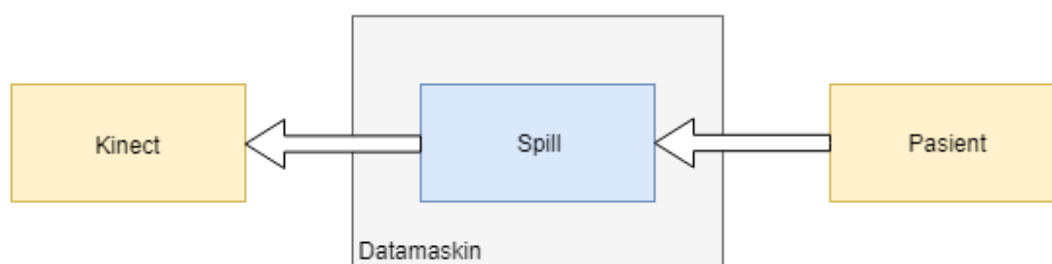
Se total score etter spillet er ferdig	Middels	Visualisering	Ingen.	Finne prosentvis hvor bra spilleren gjennomførte spillet.
Tilpasset slagpasienter	Høy	Alle	Ingen.	Sakte bevegelser i spillet.
Styre knapper med hendene	Lav	Alle	Ingen.	
Tilpasse spillet for hver enkelt spiller	Veldig lav	Alle	Ingen.	

### 3.5 Alternativer til vårt produkt

Det finnes andre spill for slagpasienter som kan kobles opp mot Kinect for Xbox eller Wii. En svakhet ved disse løsningene er at de har begrenset nøyaktighet ved at man for eksempel kan løfte henda mens en spiller, og spillet kan tro du hopper.

## 4. Produktoversikt

### 4.1 Produktets rolle i brukermiljøet



Figur 1: De gule blokkene viser eksterne systemer. Pasienten/brukeren spiller på datamaskinen med spillet som er koblet til Kinect ved hjelp av ledninger.

## 4.2 Forutsetninger og avhengigheter

For at produktet skal fungere, er det avhengig av at Kinects fiktive skjelett er relativt likt spillerens skjelett, og at programvaren sender riktig data.

## 5. Produktets funksjonelle egenskaper

Funksjonelle egenskaper
På startsidan møter man en meny med ulike øvelser, pasienten velger da en av øvelsene som fysioterapeuten deres har foreslått.
Hver øvelse er sitt eget delspill, med annerledes GUI og fokus.
Når man gjennomfører en øvelse skal man få tilbakemelding eller poeng ut ifra hvor godt øvelsen er utført, slik at man får flere poeng for bedre utførelse.
Øvelsene skal være relevante for opptrening av balansen for slagpasienter, det skal være fokus på korrekt utførelse av øvelsen, men hvordan er ikke spesifisert.
Melding hvis brukeren ikke er innenfor Kinects rekkevidde.
Slagpasientene som spiller skal kunne se sine egne bevegelser i spillet i sanntid.
Se hvordan spillet foregår før spilleren starter.
Berolige og behagelig utseende og lyder.
Systemet skal være enkelt å bruke for alle, men samtidig spennende og motiverende.

## 6. Ikke-funksjonelle egenskaper og andre krav

- Systemet skal kunne vise data i sanntid, det vil si med under 1 sekund forsinkelse.
- Systemet skal kunne kjøre uten stopp i 1 time på pc-er som støtter slik grafikk.
- Systemet skal fungere for alle mennesker uansett kroppsfasong.
- Systemet skal være lett å videreutvikle, noe som innebærer at
  - o Det er nøye dokumentert, og kommentarer til koden der det trengs.
  - o Må kunne enkelt legge til nye øvelser i spillet.

## Vedlegg B Kravdokumentasjon

---

**128**

**Påvirkning av spillelementer på bevegelseskvalitet under  
treningsspill for hjerneslagpasienter  
Kravdokumentasjon**

**Versjon 1.1**



## Revisjonshistorie

<b>Dato</b>	<b>Versjon</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Forfatter</b>
01.04.19	1.0	Første utkast	Camilla Velvin
19.05.19	1.1	Feilrettinger	Camilla Velvin

## Innholdsfortegnelse

1. Introduksjon	4
1.1 Forutsetninger	4
2. User Stories	4
3. Domenemodell	6
4. Prototyper	7
5. Referanser	10

## 1. Introduksjon

Dokumentet er skrevet i forbindelse med utvikling av bevegelsesbasert rehabiliteringsspill for slagpasienter, På Lag Mot Slag. I dagens rehabiliteringsspill er det enkelt å jukse seg til bedre poengsum enn det som fortjenes, og det er derfor ønsket å lage en løsning der spilleren ikke kan lure spillet for å få poeng. I dette dokumentet defineres kravene til systemet i form av user stories og scenarioer.

### 1.1 Forutsetninger

Forutsetninger for å bruke systemet, er at spilleren har tilgang til en Kinect og en pc med grafikkort.

## 2. User Stories

Som slagpasient  
Ønsker jeg å se bevegelsene mine i sanntid  
Slik at jeg kan se hvordan jeg må bevege meg for å få poeng

**Scenario: visning av spiller i sanntid**

Gitt at jeg er spiller  
Når jeg trykker på start spill  
Så skal jeg kunne se hvordan jeg står i forhold til spillet, og hvordan jeg må bevege meg for å få poeng  
Og spillets visualisering av spilleren skal oppdateres automatisk når spilleren beveger på seg  
Og spillets visualisering skal være lik som spillerens posisjon.

Som slagpasient  
Ønsker jeg å få poeng når jeg gjør noe riktig  
Slik at jeg kan måle prestasjonen min

**Scenario: se poengsum**

Gitt at jeg er spiller  
Når spillet er ferdig  
Så skal jeg kunne se hvordan jeg har gjort det i spillet, hvor mange poeng jeg har fått i forhold til hvor mange jeg kunne fått.

**Scenario: få poeng**

Gitt at jeg er spiller  
Når jeg spiller  
Så skal jeg kunne få poeng når jeg har gjort noe riktig.

Som slagpasient

Ønsker jeg å se hvordan spillet fungerer før jeg starter det

Slik at jeg vet at det er noe for meg og mine behov for rehabilitering

**Scenario: se video**

Gitt at jeg er spiller

Når jeg ser på menyen

Så skal jeg se hvordan spillet spilles ved hjelp av videoer

Og jeg skal kunne trykke på videoene for å starte spillet.

Som slagpasient

Ønsker jeg å få informasjon om hvordan jeg spiller

Slik at jeg vet at hva jeg skal gjøre for å få poeng

**Scenario: høre lydklipp**

Gitt at jeg er spiller

Når jeg starter et spill

Så skal jeg bli fortalt hvordan jeg skal spille, og hvordan spillet fungerer.

Som slagpasient

Ønsker jeg å kunne avslutte spillet når som helst

Slik at jeg lett kan gå ut av applikasjonen

**Scenario: avslutt spill**

Gitt at jeg er inne på et av spillene

Når jeg trykker på det røde huset i venstre hjørnet

Så skal jeg gå ut av spillet

Som slagpasient

Ønsker jeg at spillet blir tilpasset meg

Slik at jeg har mulighet til å få poeng selv om jeg har dårligere utgangsposisjon enn andre.

**Scenario: kalibrere startposisjon**

Gitt at jeg er en spiller

Når starter et spill

Så skal jeg når jeg står vanlig stå vanlig på skjermen, selv om jeg ikke har like mye vekt på hvert bein

Og jeg skal ikke trenge å lene meg mer over på det dårlige beinet selv om jeg har mindre vekt der fra før av.

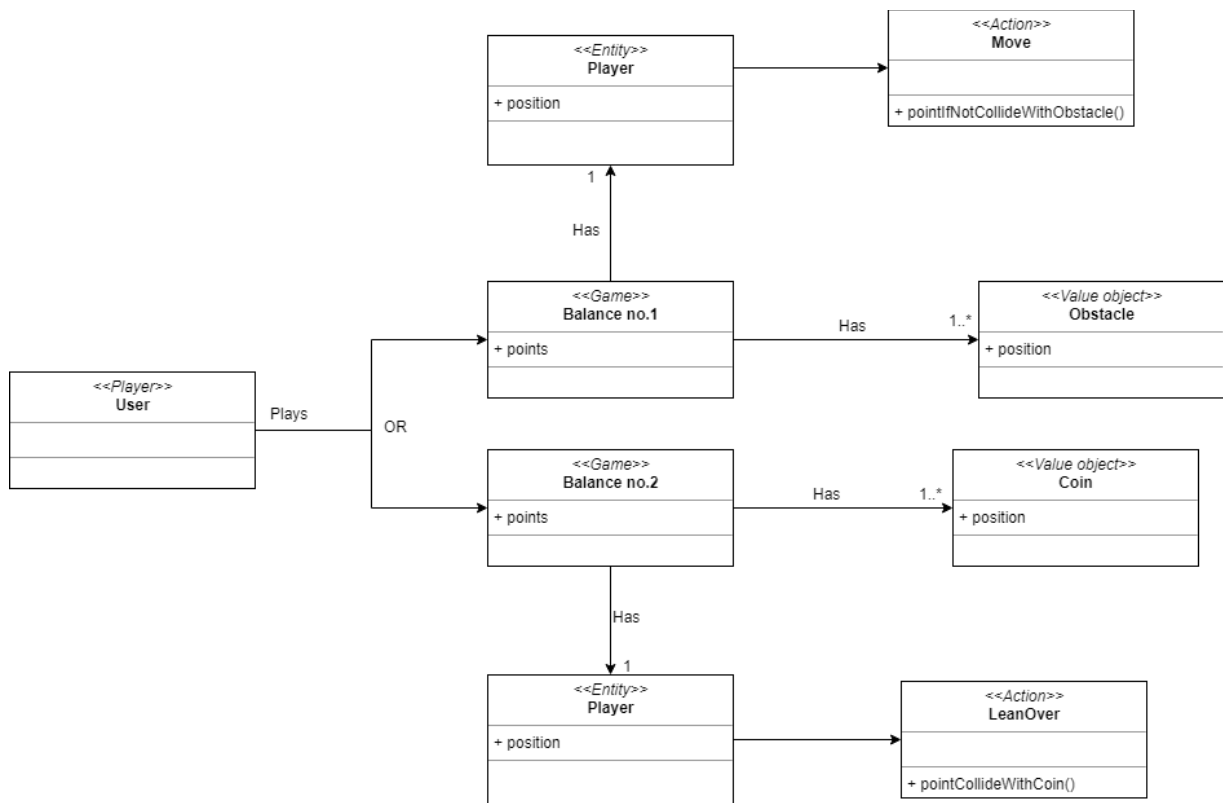
Som systemansvarlig  
 Ønsker jeg at spillet ikke kan starte før det står en person i kameraet  
 Slik at ikke spillet går selv om ingen spiller.

**Scenario: start spillet**

Gitt at en er i kameraet  
 Når jeg har startet et spill  
 Så skal spillet starte

**3. Domenemodell**

Domenemodellens funksjon er å få utviklere og domeneeksperter til å enes om en felles forståelse av problemdomenet. Domenemodellen består derfor bare av den overordnede forståelsen av systemet.

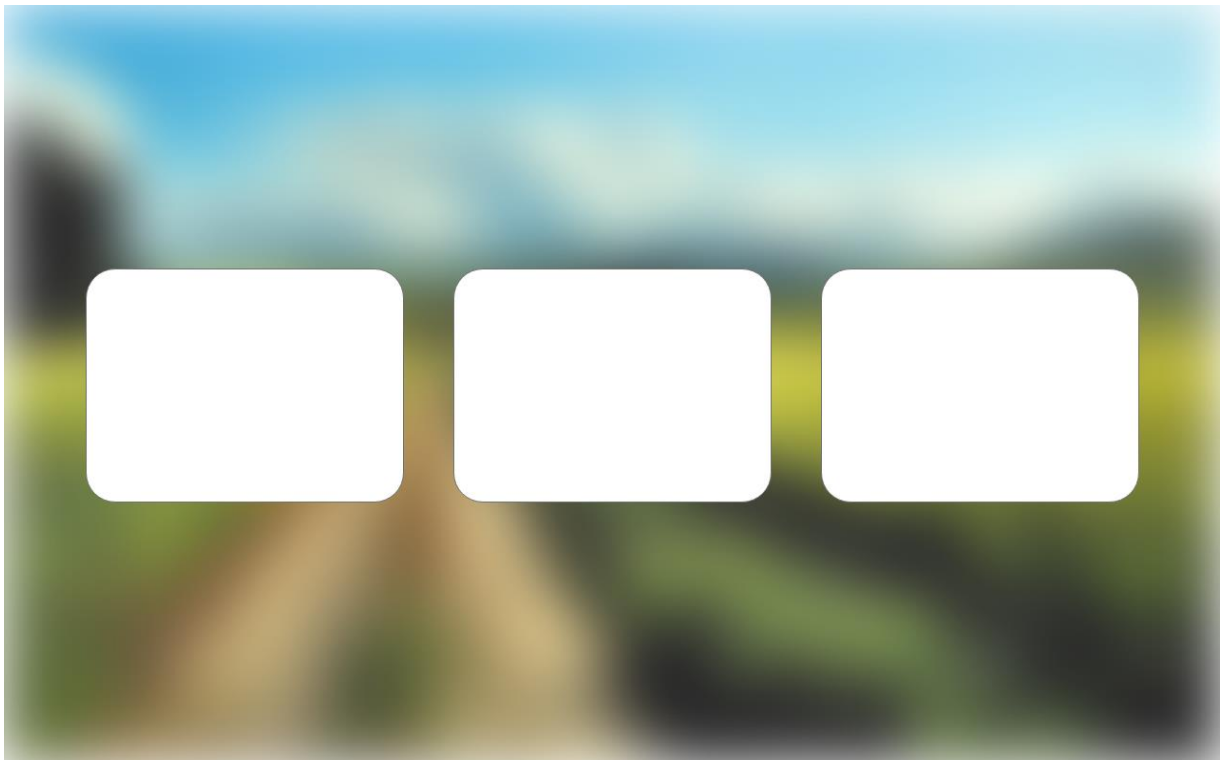


Figur 1: Domenemodell for systemet

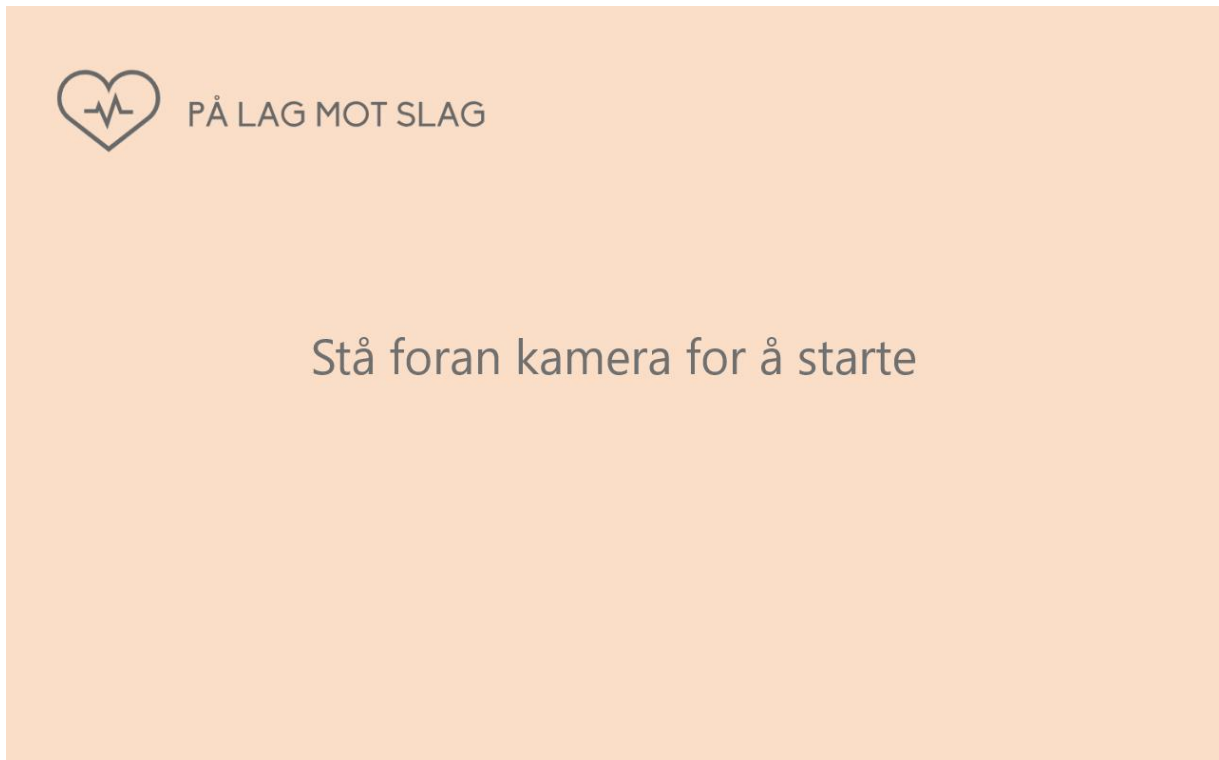
#### 4. Prototyper



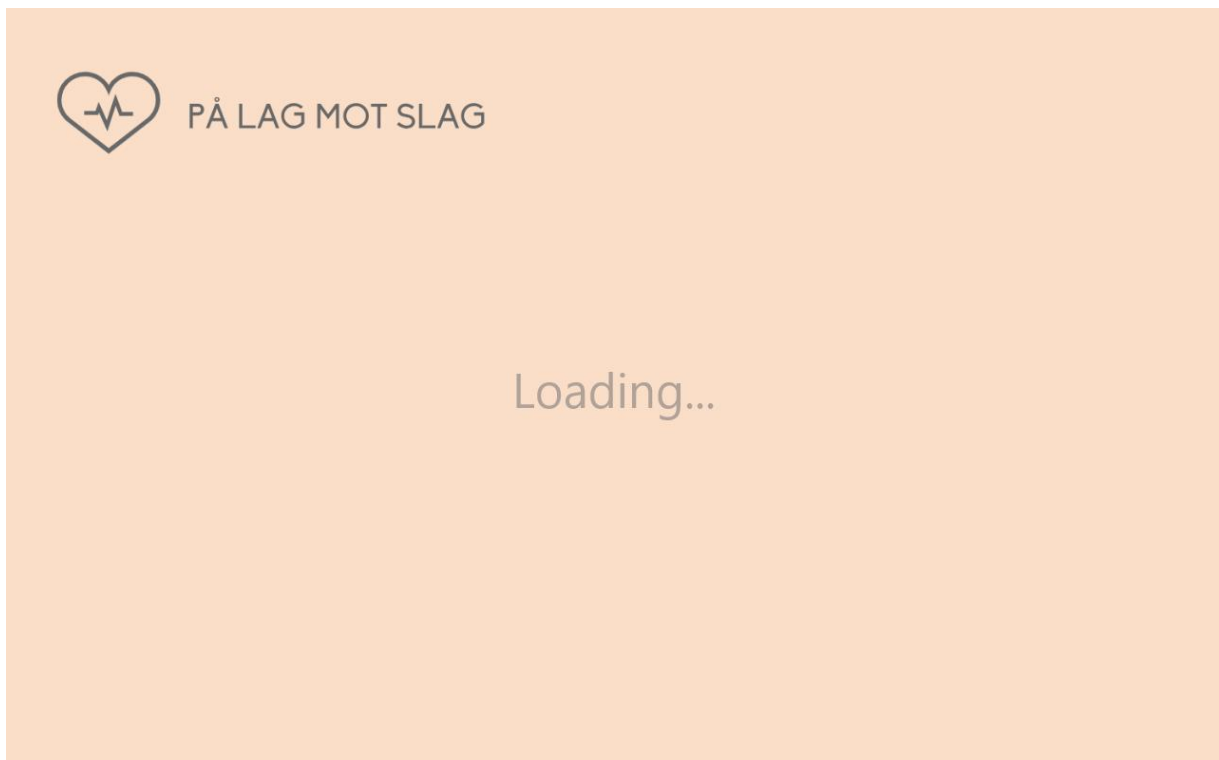
Figur 2: Når man starter programmet.



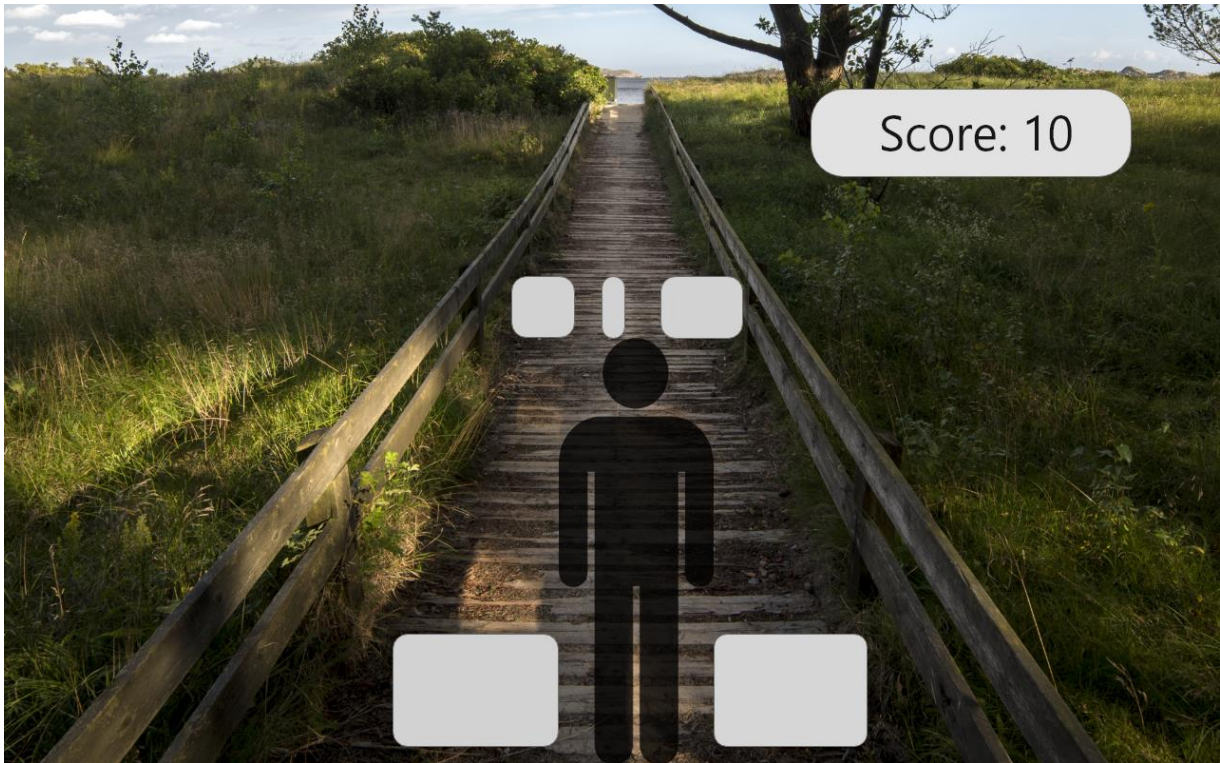
Figur 3: Menyen brukeren kommer til etter å ha trykket på start.



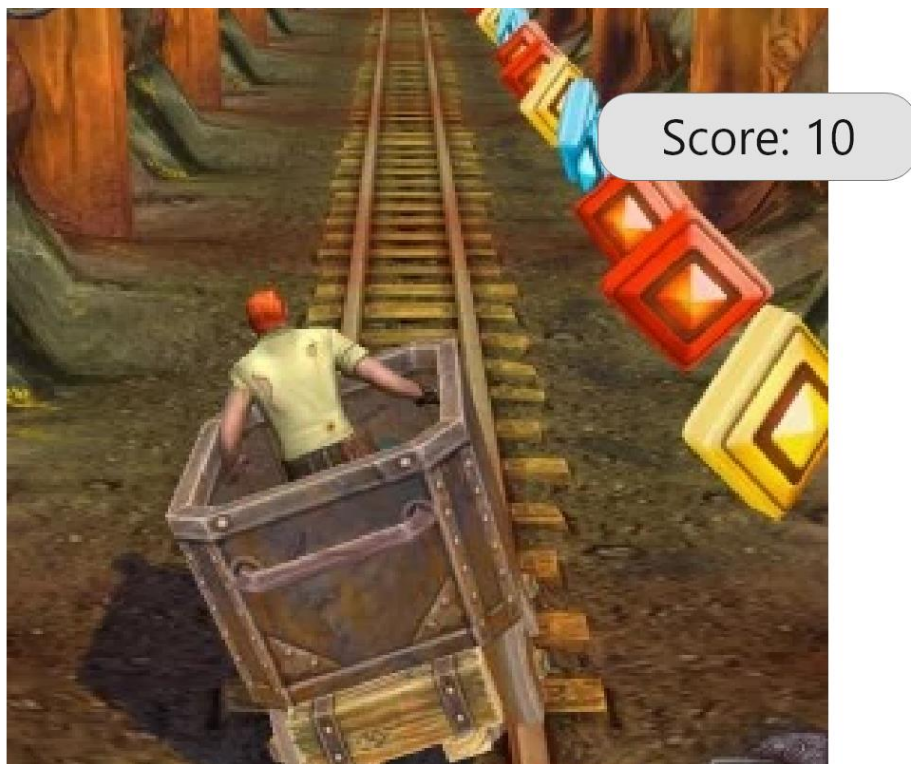
Figur 4: Etter spilleren har valgt en av knappene på forrige side vil denne siden komme opp dersom det ikke står noen innenfor rekkevidden til Kinect kameraet.



Figur 5: Dersom det spilleren står foran kameraet vil spillet laste inn.



Figur 6: Dersom første knapp i menyen ble trykket på vil dette spillet komme opp.



Figur 7: Hvis brukeren trykket på knappen i midten på menyen vil dette spillet komme opp [1].



## **5. Referanser**

[1] <https://templerun.fandom.com/wiki/Mine>, Hentet 25 februar 2019

## Vedlegg C Systemdokumentasjon

---

**128**

**Påvirkning av spillelementer på bevegelseskvalitet under  
treningsspill for hjerneslagpasienter  
Systemdokumentasjon**

**Versjon 1.1**

## Revisjonshistorie

<b>Dato</b>	<b>Versjon</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Forfatter</b>
10.05.19	1.0	Første utkast	Camilla Velvin
19.05.19	1.1	Feilrettinger	Camilla Velvin

## Innholdsfortegnelse

1. Introduksjon	4
2. Arkitektur	4
3. Prosjektstruktur	5
4. Klassediagram	7
5. Databasemodell	7
6. Server-tjenester	7
7. Sikkerhet	7
8. Installasjon og kjøring	7
8.1  Installasjonsveiledning	7
8.2  Kjøring	8
9. Dokumentasjon av kildekode	8
10.  Kontinuerlig integrasjon og testing	8
11.  Referanser	9

## 1. Introduksjon

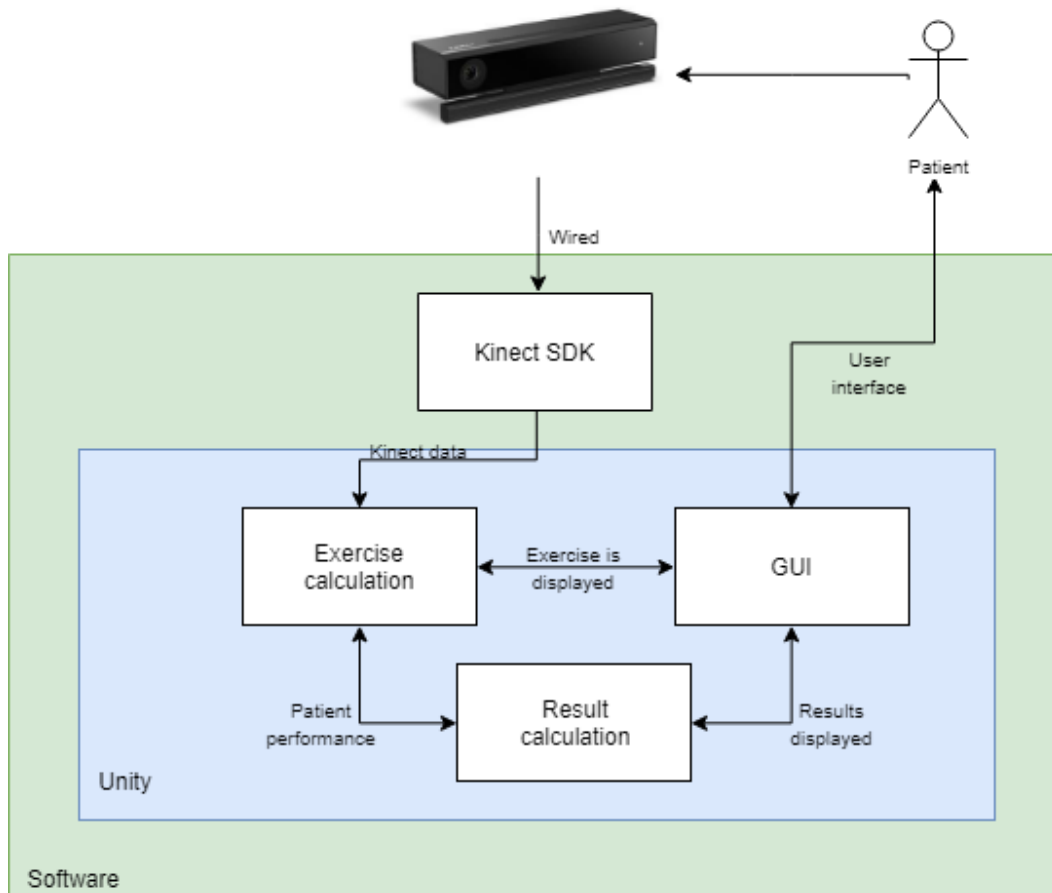
Hensikten med dette dokumentet er å dokumentere «På Lag Mot Slag» slik at andre som skal jobbe med systemet lettere kan få en forståelse av systemet.

## 2. Arkitektur

Nils Tesdal [1] definerer arkitektur slik:

«I aller enkleste forstand handler arkitektur om å dele opp et system i mindre håndterlige moduler. Dette er ikke ukjent for programmerere. Programmering handler om å dele opp programmer i fornuftige klasser med fornuftige grensesnitt. Arkitektur handler om det samme, bare på et høyere nivå. I stedet for klasser snakker vi om komponenter og subsystemer.»

Hensikten med diagrammet er å vise hvordan de overordnede komponentene i systemet kommuniserer med hverandre.

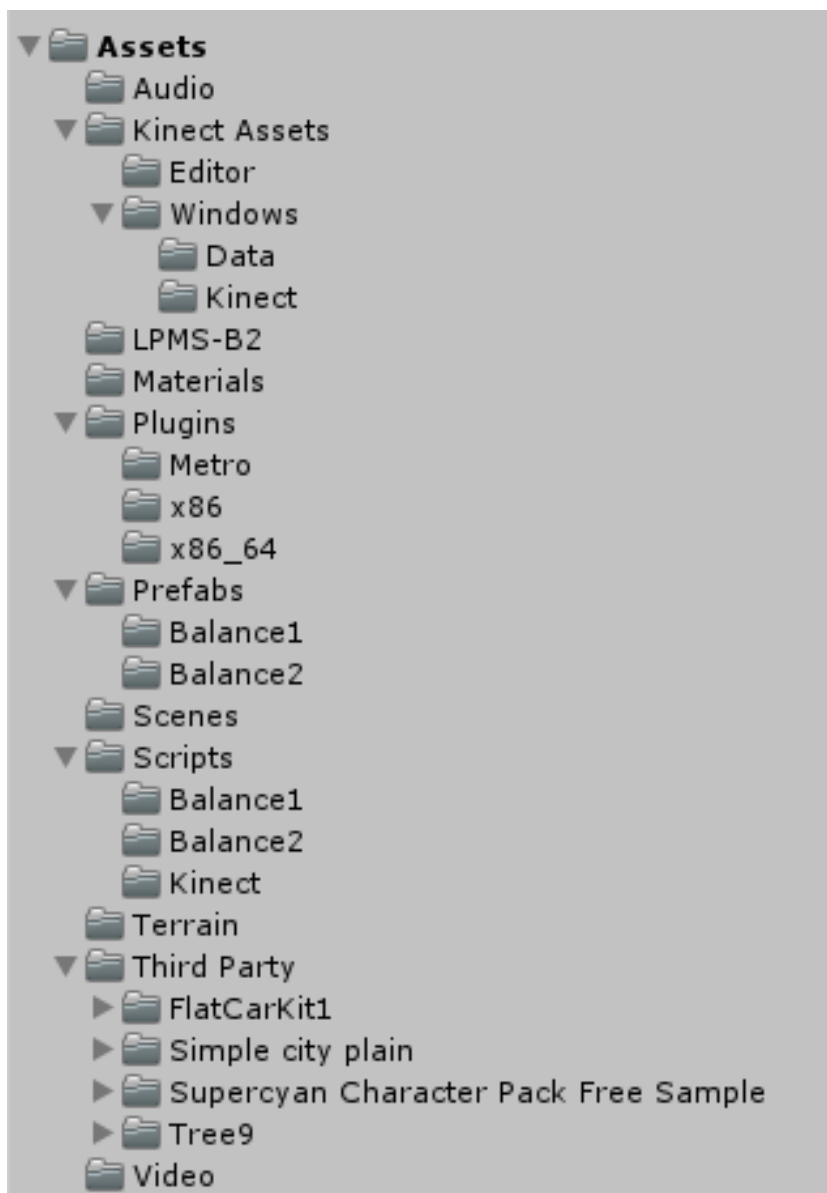


Figur 1: Arkitekturen til systemet

Diagrammet viser hvordan en pasient som spiller kommuniserer med spillet og hvordan de ulike komponentene i spillet kommuniserer med hverandre. Når en pasient blir «filmet» av Kinect blir denne dataen ved hjelp av Kinect SDK sendt inn til Unity. Inne i Unity blir skjelettdataen til pasienten brukt til å regne ut bevegelse til pasienten og om pasienten gjør øvelsen riktig.

### 3. Prosjektstruktur

Alt innhold ligger i Asset-mappen. Unity har ingen preferanser for prosjektstrukturen, men det er forsøkt å lage en organisert struktur.



Figur 2: Prosjektstrukturen til systemet

Inne i Audio finnes alle lydfilene som er brukt i programmet. *Kinect Assets* kommer fra *Microsoft Kinect for Windows SDK 2.0*, her ligger for eksempel script som hjelper til med å koble til Kinect, og hjelpeklasser for utregning av skjelettdataen.

LPMS-B2 mappen inneholder koden og visualiseringen til LPMS-B2 brikken. Materials inneholder Unity-Materials, og Plugins inneholder plugins til Unity-programmet, i dette prosjektet er det bare en plugin, Kinect.

Prefabs inneholder «ferdiglagde» GameObjects. Disse objektene kan enten være et GameObject

eller være en sammensetning av flere. Prefabs er delt inn i Balance 1 og Balance 2, der innholdet i den ene bare brukes i den scenen.

Scenes er her ligger alle scene-filene for systemet ligger. En scene er analogt med en meny eller et level.

Scripts inneholder koden (i C#) som står bak funksjonaliteten av systemet.

Terrain inneholder terrenget i spillet, med farger og høydeforskjeller.

Third Party består av alle pakkene som har blitt lastet ned fra Unity Asset Store.

I Video ligger alle videoene som brukes i systemet.

#### **4. Klassediagram**

Det har ikke blitt generert klassediagram i dette prosjektet. De fleste klassene i Unity inneholder kun to metoder; Start() og Update(). Start()-metoden blir kalt når scriptet er aktivert, og kjøres kun en gang. Etter Start() har kjørt, blir Update() kalt. Update() kjører hver spillframe, mens scriptet er aktivert.

#### **5. Databasemodell**

Produktet lagrer ingen informasjon, det er derfor ikke brukt en database i dette prosjektet.

#### **6. Server-tjenester**

Spillet som er laget er offline, og trenger derfor ikke kommunisere med andre maskiner.

#### **7. Sikkerhet**

Siden spillet kjører lokalt på en pc, og ingen sensitiv informasjon behandles, vil ikke systemet være et interessant mål for hacking.

#### **8. Installasjon og kjøring**

##### **8.1 Installasjonsveiledning**

Systemet bruker Unity. For å laste ned Unity, gå til <https://unity3d.com/get-unity/download/archive>, og last ned Unity versjon 2018.3.12.



Last ned kildekoden fra GitHub;

```
git clone https://github.com/camilve/P-LagMotSlag.git
```

Åpne prosjektet i Unity.

## 8.2 Kjøring

Åpne mappen som heter «scenes» og åpne scenen som heter «Start». Trykk deretter på Play-knappen (Se figur 1) i Unity.



Figur 3: Play-knappen for å starte spillet i Unity

## 9. Dokumentasjon av kildekode

1. Installer DocFX ved å følge manualen [https://dotnet.github.io/docfx/tutorial/docfx\\_getting\\_started.html](https://dotnet.github.io/docfx/tutorial/docfx_getting_started.html) (Se på steg 2. *Use DocFX as a command-line tool*).
2. Hvis det allerede finnes en `.csproj` fil i `P-LagMotSlag`-mappen, se bort i fra dette steget. Åpne programmet i Unity, gå inn i en av C# filene under «Scripts» og lagre slik at det genereres en `.csproj` fil.
3. Kjør `docfx` i samme mappe som `docfx.json` ligger
4. Dokumentasjonen skal nå ligge på [P-LagMotSlag/\\_site/api/AudioSpace.html](P-LagMotSlag/_site/api/AudioSpace.html)

## 10. Kontinuerlig integrasjon og testing

Det har underveis i prosjektet kun vært én utvikler, og ikke vært behov for kontinuerlig integrasjon.

Systemet inneholder ingen tester, da det ikke er vanlig å teste kode i Unity. For 3D-spill er det vanlig å sende spillet til et firma som utfører tester.

## 11. Referanser

[1] Nils Tesdal. «Arkitektur». (Hentet 06. mai 2019)

## Vedlegg D Brukertester

### Brukertest av fysioterapeut for slagpasienter 24.04.19

#### **Formålet med testen**

Formålet med brukertesten er å teste spillet På Lag Mot Slag. Brukerne skal spille spillet og gi tilbakemelding på dette.

#### **Testbrukere**

Slagpasienter under rehabilitering/fysioterapeut for slagpasienter ved Klinikk for fysikalsk medisin og rehabilitering avdeling Lian.

#### **Hvor**

Klinikk for fysikalsk medisin og rehabilitering avdeling Lian.

#### **Testutstyr**

Testen vil bli utført på pc-en som testeren har, som er koblet sammen med Kinect.

#### **Transkribering under gjennomføring av spillet:**

Går inn i menyen, her så man veldig greit hvordan spill man kan spille når det er videosnutter av. Syns det er dumt at man må starte spillet med pc-musa, og ikke kan velge med hånden.

“Det skulle gått an at man kan velge med begge hender slik at selv de med lammelse i en arm kan velge med den andre. Det hadde også gått an at man legger inn i spillet hvilken side man mistet funksjonalitet i, slik at også spillet blir tilrettelagt for den enkelte bruker. “

Prøver første øvelse, der spilleren skal gå ett skritt ut til siden. Jeg syns det går litt for fort til at det er level 1, en ide kan være at brukeren kan velge fart inne i spillet selv.

Det er litt vanskelig for kandidaten å skjønne at man bare skal ta et skritt til siden hver vei, og det tar litt tid før brukeren skjønner at man skal vike unna for hinderet.

“Det er vanskelig å sikte seg inn for å treffe der man skal, man får jo også poeng hvis man står med beina helt samlet hele tiden, og går gjennom den midterste luka, det er litt dumt.

Hadde det vært en idé å ha en luke på hver side så man må gå sidelengs bortover for å treffe den?”

Kandidaten ser at man kan avslutte underveis ved å trykke på huset i hjørnet, men skulle ønske man kunne trykke selv ved hjelp av bevegelse. Tror også at det kan bli litt kjedelig i lengden slik det er nå, og musikken ble slitsom etterhvert, skulle vært mer variasjon i melodien.

Starter neste øvelse, som forventet blir det her problematisk da flere personer står innenfor Kinecten slik at feil person kalibreres, dette ble fikset ved å starte på nytt. Kandidaten synes spillet var morsomt, men det er mulig å jukse litt så det burde kanskje vært et tracking-punkt på skulderen også. “Det hadde kanskje også gått an å lage en dør eller noe man skal gjennom, og at man må treffe to punkter med hoftene og skulder for å komme igjennom, men det kan også bli litt kjedelig i lengden, kanskje det er en ide til tredje spill?” Kandidaten mener også det hadde vært kult om ikke løypa var helt rett, men litt svinger og sånt så det ikke blir så ensformig.

Når man flytter hele kroppen noen steg til siden så er vognen veldig sensitiv for bevegelse, noe som gjør at det kan bli litt slitsomt for pasientene og se på den. “For meg som fysioterapeut hadde det også vært nyttig å kunne se på hvordan pasienten har leitet seg over til en side”. Ellers synes kandidaten at det var bra at den ene øvelsen var å unngå ting, mens den andre skal man fange ting.

Kandidatens totalinntrykk var at spillet hadde mye bra, og at dette kan bli noe som vil bli brukt.

## Brukertest av slagpasient 24.04.19

### **Formålet med testen**

Formålet med brukertesten er å teste spillet På Lag Mot Slag. Brukerne skal spille spillet og gi tilbakemelding på dette.

### **Testbrukere**

Slagpasienter under rehabilitering/fysioterapeut for slagpasienter ved Klinikk for fysikalsk medisin og rehabilitering avdeling Lian.

### **Hvor**

Klinikk for fysikalsk medisin og rehabilitering avdeling Lian.

### **Testutstyr**

Testen vil bli utført på pc-en som testeren har, som er koblet sammen med Kinect.

### **Transkribering under gjennomføring av spillet:**

Kandidaten har spilt et bevegelsesbasert spill før, og vet hvordan det fungerer. Forklarer samtykkeskjema muntlig, og kandidaten godkjenner. Velger å starte med øvelse 1 da denne passer denne kandidaten best. Kandidaten får forklart kort hva øvelsen innebærer før spillet starter. Når spillet pågår er kandidaten meget fokusert på spillet og prøver hardt for å få poeng, og får til slutt ganske bra poengsum. Det var derimot vanskelig for pasienten og stå med beina fra hverandre og fikk poeng flere ganger poeng fordi beina stod tett sammen.

Kandidaten mener dette var et spill der en spilleren må fokusere mye, og derfor kan glemme å fokusere på balansen også, “så det er var betryggende å ha to personer som sto klar for å ta meg imot hvis jeg falt, så det er viktig å ha en slik sikkerhet for man blir veldig ivrig.”

Etter øvelsen var kandidaten sliten, noe som tydet på at han hadde trent bra, men vi fikk derfor ikke mulighet til å teste øvelse 2. Kandidaten var veldig positiv til å prøve spillet igjen.

## Vedlegg E Samtykkeskjema for brukertester

### FORESPØRSEL OM DELTAKELSE I FORSKNINGSPROSJEKTET

# SPILL FOR OPPTRENING AV SLAGPASIENTER

Ønsker du å delta i et forskningsprosjekt for å gi tilbakemeldinger på en software/spill for opptrening av slagpasienter. Hensikten er at spillet skal gi en bedre og mer effektiv opptrenings situasjon.

### HVA INNEBÆRER PROSJEKTET?

Prosjektet er knyttet opp mot bacheloroppgaven i dataingeniør studiet ved NTNU. Oppgaven handler om å utvikle et hensiktsmessig spill for opptrening av slagpasienter. Spillet, På Lag Mot Slag, baserer seg på at du som slagpasient skal trene på bevegelser og balanseøvelser. Øvelsene er kjent som innarbeidet og testede øvelser for opptrening av slagpasienter, det nye er at det nå kobles mot spillteknologi hvor det gis poeng i spillet avhengig av om øvelsene gjøres korrekt av spilleren. I denne fasen og som du er blitt spurt om å delta i er å teste om spillet/softwaren fungerer etter hensikten. Testen vil ta rundt 20-30 minutter. Det vil underveis i testen noteres hvordan du navigerer/utfører øvelsene. Vi vil etter at selve gjennomføringen av spillet stille deg noen spørsmål hvor at vi kan målrette spillet enda bedre og slik sikre raskere og bedre opptrening av dere som har fått slag.

Vi vil ikke koble noen personopplysninger om deg med hvordan testen utføres. Alle data fra spørreskjemaet vil ikke inneholde noen som helst opplysninger som gjør at du kan gjenkjennes. Det vil være fullstendig anonymt.

### MULIGE FORDELER OG ULEMPER

Det vil ikke være noen ulemper med deltakelsen. Fordelen kan være at du kan være med å utvikle et mer effektivt spill for opptrening av slagpasienter, der du kan komme med relevante tilbakemeldinger om hvordan spillet bør være slik at spillet kan forbedres ytterligere.

### FRIVILLIG DELTAKELSE OG MULIGHET FOR Å TREKKE SITT SAMTYKKE

Det er helt frivillig å delta i prosjektet, og du kan når som helst underveis i spillet eller under spørsmålene i etterkant trekke deg uten noen form for begrunnelse. Det vil ikke kunne medføre noen som helst ulempe for deg å trekke deg underveis og vil ikke påvirke din behandling. Dersom du trekker deg fra prosjektet, kan du kreve å få slettet innsamlede observasjoner om hvordan du utførte spillet og dine synspunkter angående spillet. Dette kan kun skje i forbindelse med spillet eller rett etterpå, da det vil være umulig å knytte test dataen til deg som person senere.

Ønsker du å delta, undertegner du denne samtykkeerklæringen. Dersom du senere har spørsmål til prosjektet, kan du kontakte Camilla Velvin, tlf: 41344210 eller veileder ved NTNU Alexander Holt mail: [alexander.holt@ntnu.no](mailto:alexander.holt@ntnu.no)

#### HVA SKJER MED INFORMASJONEN OM DEG?

Informasjonen som registreres om deg, fullstendig anonymt skal kun brukes slik som beskrevet i hensikten med denne studien. Du har rett til innsyn i hvilke opplysninger som er registrert om deg og rett til å få korrigert eventuelle feil i de opplysningene som er registrert i løpet av spillet og under spørsmålene i etterkant. Etter det vil det ikke være mulig å gjenfinne opplysninger knyttet til enkeltpersoner

Alle opplysningene vil bli behandlet uten navn og fødselsnummer eller andre direkte gjenkjennende opplysninger. Samtykket vil bli oppbevart sikkert, og ikke lengre enn til 1 juli 2019.

#### GODKJENNING

Godkjenning av prosjektet hos Regional komite for medisinsk og helsefaglig forskningsetikk er ikke relevant da det ikke samles inn helseopplysninger og det ikke eksisterer noen kobling mellom test-dataene og brukeropplysningene du har gitt opp mot deg som person.

#### SAMTYKKE TIL DELTAKELSE I PROSJEKTET

#### JEG ER VILLIG TIL Å DELTA I PROSJEKTET

---

Sted og dato

Deltakers signatur

---

Deltakers navn med trykte bokstaver

## Vedlegg F Intervju

# Ustrukturert intervju

Tema: Exergame for slagpasienter, med fokus på balanse.

### **Hvordan øvelser synes du er viktig å ha med i et spill for opptrening av slagpasienter?**

Det er viktig med øvelser som brukes i hverdagen, for poenget med opptreningen er at pasientene skal til slutt ikke ha problemer med hverdagslige gjøremål.

### **Har du noen øvelser innenfor balanse som er relevante?**

Av balanseøvelser kan det for eksempel være å lene seg over for å gripe noe, men det kan være litt rart å gjøre ut i luften når det ikke er noe pasienten skal gripe tak i.

En øvelse kan også bare være å flytte på beina, eller lene seg over på den siden som er vond.

Da er det også viktig å tenke på at slag kommer i ulike grad. Noen kan få nesten total lammelse i ene delen av kroppen mens andre får nesten ingen lammelse. Øvelsene må derfor tilpasses alle. For eksempel så kan noen ha veldig dårlig utgangsposisjon når de skal lene seg over til siden, og da må du ta hensyn til det i spillet så det ikke blir umulig for pasienten å spille.

### **Er det noen hensyn som bør tas i forhold til utseende på spillet?**

Det er viktig at spillet er motiverende, men kan ikke være så motiverende at pasientene faller eller kommer ut av balanse. Det bør også være rolige bevegelser, og utseende bør være enkelt.



## Vedlegg G Mail fra LP-Research

Zhuohua Lin (LP-RESEARCH Inc. Support) <support@lp-research.com>

on 13.03.2019 03:57

To: Camilla Velvin <camilve@stud.ntnu.no>;

##- Please type your reply above this line -##

Your request (166) has been updated. To add additional comments, reply to this email.

---

**Zhuohua Lin** (LP-RESEARCH Inc.)

Mar 13, 11:57 JST

Hi, Camilla

Thanks for the contact.

In principle, the position can be calculated from double integration of acceleration data. But due to the noise of the signal, practically it is very difficult to get a precise position from there. Unless you could create some constraints that reset or re calibrate the position data.

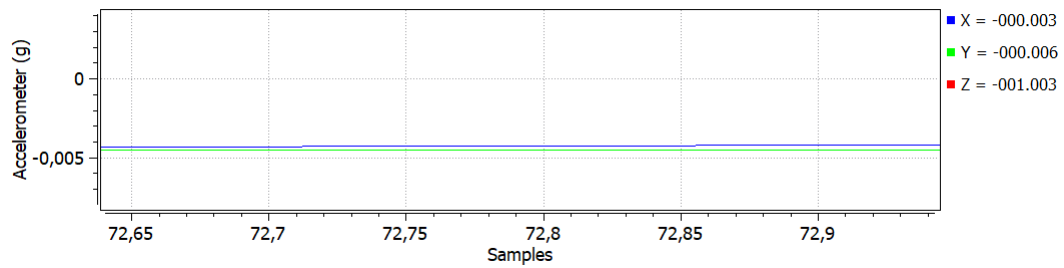
So our LPMS-B2 is mainly for orientation measurement instead of position.

I hope this could fit your questions.  
Please feel free to contact us if you have any other questions.  
Thank you.

Best regards  
Zhuohua Lin

---

## Vedlegg H LPMS-B2 Akselerometerdata



Figur 14: LPMS-B2s akselerometerdata når sensoren ligger i ro. Viser sensordrift ved at akselerometerdataen i X- og Y-retning ikke er null

