

Pyry Pesonen

PUETTAVA TEKNOLOGINEN APUVÄLINE AIMPOINT  
EXPRESS -PUTTIHARJOITTELUN TUKENA

Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma  
Ylempi AMK  
2017



Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

## PUETTAVA TEKNOLOGINEN APUVÄLINE AIMPOINT EXPRESS - PUTTIHARJOITTELUN TUKENA

Pesonen, Pyry  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma, ylempi AMK  
Maaliskuu 2017  
Ohjaaja: Merilampi, Sari  
Sivumäärä: 35  
Liitteitä: 1

Asiasanat: golf, puttaus, aimpoint express, puettava teknologinen apuväline, kiihtyvyysanturi

---

Tässä projektissa tutkittiin miten, teknologiaa hyödyntäen, voidaan parantaa AimPoint Express -putinlukumetodia käyttävän harraste- ja kilpagolfaajan sivuttaisen kaltevuuden arviointitaitoa. Tutkimuskysymys oli noussut tämän työn tekijän omista huomioista ja kohtaamista haasteista, mitä tulee AimPoint Express -metodia käyttävän pelaajan harjoitusmahdollisuuksiin. Tällä työllä ei ollut varsinaista asiakasta, vaan se oli projektiluontoinen tutkimus ja kehitystyö, jolla pyrittiin kehittämään golfpelaajien puttipeliä ja sitä kautta vaikuttamaan positiivisesti myös kierrostuloksiin ja tasoitukseen.

Työssä tuotettiin vaatimusmäärittely teknologiselle apuvälineelle, jonka tarkoituksena on parantaa AimPoint Express -putinlukumetodia käyttävän harraste- ja kilpagolfaajan sivuttaisen kaltevuuden arviointitaitoa. Esteettömyyden näkökulmasta tavoitteena oli kehittää uudenlainen tapa harjoitella eli suunnitella prototyyppi teknologisesta harjoitusapuvälineestä, jonka käyttö ei rajoitu ainoastaan harjoitusviheriöille, vaan jota voidaan käyttää myös varsinaisen pelaamisen aikana harjoituskierroksilla häiritsemättä pelinkulkua ja kanssapelaajia. Tämän vuoksi puettavuuden tarkastelu oli keskeisessä osassa tätä projektia.

Ennen kuin varsinaisen prototyypin suunnittelutyö aloitettiin, tuli selvittää, minkälaista teknologiaa prototyypissä voidaan käyttää sivuttaisen kallistuksen mittaamiseen. Tavallisesta älypuhelimestakin löytyvä kiihtyvyysanturi todettiin päteväksi tekniikaksi toistettavuuskokeen avulla. Prototyypin ja sen ominaisuuksien suunnittelussa sovellettiin kokeilevan kehittämisen periaatteita. Prototyypin vaatimusmäärittelyyn sisällytettiin kuvaukset mm. graafisesta käyttöliittymästä, langattomista yhteyksistä, tietojen tallennuksesta ja niiden analysoimisesta, sekä älykellon käytön mahdollisuudesta.

Tämän projektin yhdeksi tuotteeksi muodostui jatkotutkimusaihe ja ohjeistukset sille, miten tutkimus tulee tehdä kenttämittausten avulla ja mitä tietoa kerätään sekä analysoidaan. Jatkotutkimusaiheen tutkimuskysymys on, voidaanko jaloilla arvioitavan sivuttaisen kallistuksen tunnistamista kehittää kiihtyvyysanturilla tehtävän mittauksen avulla, kun kaltevuuden absoluuttinen arvo annetaan heti pelaajan oman arvioinnin jälkeen. Lisäksi työssä selvitettiin fysioterapeuttia haastatteleamalla, kuinka kiihtyvyysantureilla varustettuja kenkiä voitaisiin käyttää fysioterapiahoidon tukena.

# A WEARABLE TECHNOLOGICAL DEVICE FOR SUPPORTING AIMPOINT EXPRESS PUTTING PRACTISE

Pesonen, Pyry

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Welfare Technology, Master's degree

March 2017

Supervisor: Merilampi, Sari

Number of pages: 35

Appendices: 1

Key words: golf, putting, aimpoint express, wearable technology, accelerometer

---

This project was aimed at researching how we can utilize technology to enhance the lateral inclination evaluation skills of a hobby or professional golfer, who is using the AimPoint Express - green-reading method. The question of this research was raised by the researcher's own observations and challenges in using the AimPoint Express method as a practise method. This project did not have a specific client, but instead it was a research and development project that was aimed at developing the putting game of golfers and in that way also to have a positive impact on the scores and handicaps.

The project was aimed at producing a standard for a technological device the purpose of which was to enhance the lateral inclination evaluation skills of a hobby or professional golfer, who is using the AimPoint Express - green-reading method. From a hindrance, free standpoint, the aim was to develop a new way to practise by designing a prototype of a technological practise device that is not limited to be used only on practise greens, but can also be used during the actual game during the practise rounds without hindering the progress of the game or the other players. Therefore, the evaluation of the wearability was a major focus of this project.

Before the actual designing of the prototype was begun, we had to find out what kind of technology could be used in the prototype to measure lateral inclination. The accelerometer found in a typical smart phone was deemed a valid technology by validation by repetition. The principles of experimental development were applied in the designing of the prototype and its properties. In the prototype's requirements were included descriptions of among others a graphic user interface, wireless networks, data saving and analyzing capabilities and a possibility to use a smart clock.

One of the results of this project was a topic for further studies and instructions for how to conduct the research using field measurements and how to gather information and analyze it. The research question of the further study should be if the lateral inclination recognition which is evaluated with feet can be developed further with the help of measurements done by an accelerometer, when the absolute measurement of the inclination is given right after the player's own evaluation. In addition, a physical therapist was interviewed about the idea how shoes equipped with accelerometers could be used in conjunction with physical therapy.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	TYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	6
3	PUETTAVA TEKNOLOGIA PUTTIHARJOITTELUN TUEKSI .....	6
3.1	Golfviheriön kallistuksen arvioinnin menetelmät ja niiden haasteet .....	6
3.2	Esteetön puttiharjoittelu .....	8
3.3	Golfissa käytettävä teknologia .....	9
3.4	Puettavuuden hyödyt .....	12
4	KIIHTYVYYSANTURIN VALIDOINTI KALLISTUKSEN MITTAUKSESSA .....	13
4.1	Kiihtyvyyssanturiin perustuvan mittausteknologian esittely ja vertailu .....	13
4.1.1	Arduino -laitteistoalusta .....	13
4.1.2	Älypuhelin.....	15
4.2	Toistettavuuskoe ja tulokset .....	15
5	PROTOTYYPPI.....	17
5.1	Kiihtyvyyssanturi kengässä.....	20
5.2	Graafinen käyttöliittymä.....	21
5.3	Langattomat yhteydet .....	23
5.4	Tietojen tallennus ja analysointi .....	24
5.5	Muita ominaisuuksia .....	24
5.6	Älykello .....	24
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA.....	25
6.1	Kenttämittaukset jatkotutkimusaiheena .....	25
6.1.1	Tutkimusryhmän valinta ja perehdyttäminen.....	26
6.1.2	Tarvittavat tilastotiedot .....	27
6.1.3	Käytännön ohjeet tilastotiedon keruuseen .....	28
6.1.4	Tulosten analysointi .....	29
6.2	Muut käyttömahdollisuudet ja sovellukset hyvinvointiteknologian alalla ..	30
	LÄHDELUETTELO.....	32

## LIITTEET

LIITE 1 Toistettavuuskokeen mittauspöytäkirja (2/2)

## 1 JOHDANTO

Puttaamista pidetään golfissa pelinä pelin sisällä. Taito, jota Henry Longhurst kutsuu 'mustaksi taiteeksi'. Golfin osa-alue, johon on uhrattu enemmän kekseliäisyyttä kuin minkään muun lyönnin edesauttamiseen. Puttaamisen salaisuutta etsiessään golffarit ovat kehittäneet tuhansittain erilaisia puttityylejä. (Campbell, 1997.)

Pelaajat ovat täydellisyyttä etsiessään luoneet tuhansia erilaisia tapoja toimia ja tehdä asioita puttaamista parantaakseen, koska keskiarvoisesti pelaajan taidosta ja tasoituksesta riippumatta puttien prosentuaalinen osuus on suuri eli kaikista lyönneistä n. 40 % (Dr. L.J. Riccio, 2015) (Newell, 2001).

Tässä projektissa tutkitaan miten, teknologiaa hyödyntäen, voitaisiin parantaa AimPoint Express -putinlukumetodia käyttävän harraste- ja kilpagolfaajan sivuttaisen kaltevuuden arviointitaitoa.

Tutkimuskysymys on noussut tämän työn tekijän omista huomioista ja kohtaamista haasteista, mitä tulee AimPoint Express -metodia käyttävän pelaajan harjoitusmahdollisuuksiin. Tällä työllä ei ole varsinaista asiakasta, eikä se ole osa mitään hanketta, vaan se on projektiluontoinen tutkimus ja kehitystyö, jolla pyritään kehittämään golfpelaajien puttipeliä ja sitä kautta vaikuttamaan positiivisesti myös kierrostuloksiin ja tasoitukseen.

Koska golfin etiketti on tunnetusti perinteikäs ja tarkka sekä ehkä hieman vanhanaikainenkin, mitä teknologiaan käyttämiseen golfkentällä tulee, sitä täytyy kunnioittaa ja huomioida tämän projektin aikana.

## 2 TYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tämän projektin tarkoituksena on tuottaa vaatimusmäärittely teknologiselle apuvälineelle, jonka tarkoituksena on parantaa AimPoint Express -putinlukumetodia käyttävän harraste- ja kilpagolfaajan sivuttaisen kaltevuuden arviointitaitoa, ja sitä kautta vaikuttaa positiivisesti pelaajan puttipeliin, kierrostuloksiin sekä tasoitukseen.

Esteettömyyden näkökulmasta tavoitteena on kehittää uudenlainen tapa harjoitella eli suunnitella prototyyppi teknologisesta harjoitusapuvälineestä, jonka käyttö ei rajoitu ainoastaan harjoitusviheriöille, vaan jota voidaan käyttää myös varsinaisen pelaamisen aikana harjoituskierroksilla häiritsemättä pelinkulkua ja kanssapelaajia. Tämä vuoksi apuvälineen suunnittelussa täytyy ottaa huomioon tarvittavat ominaisuudet kuten pienikokoisuus, huomaamattomuus sekä nopea ja yksinkertainen käytettävyys. Prototyypin suunnittelussa pyritään myös siihen, että apuväline ei kosketa viheriötä, joten puettavuuden tarkastelu on keskeisessä osassa tätä projektia. Lisäksi prototyypille tullaan kartoittamaan lista ominaisuuksista, joista pelaaja hyötyisi vielä lisää.

Projektissa selvitetään myös, mitä muita käyttökohteita ja sovelluksia kaltevuutta mittaavalle puettavalle laitteelle on hyvinvointiteknologian alalla.

## 3 PUETTAVA TEKNOLOGIA PUTTIHARJOITTELUN TUEKSI

### 3.1 Golfviheriön kallistuksen arvioinnin menetelmät ja niiden haasteet

Pelaajan tarkastellessa pallon ja reiän välistä viheriötä, pelaaja arvioi mitkä tekijät vaikuttavat palloon, kun se lyödään paikasta A paikkaan B. Tätä kutsutaan puttilinjan lukemiseksi ja se on pelaajan paras arvio siitä, kuinka pallo käyttäytyy lyönnin jälkeen, kun sen toivottu päätepiste on väylän päättävä reikä viheriöllä. Tavallisesti pelaaja arvioi aisteillaan, kuinka paljon viheriön kallistukset vaikuttavat palloon ja kuinka lujaa palloa on lyötävä, jotta pallo uppoaa kuppiin. Arvioinnin jälkeen pelaaja toteuttaa

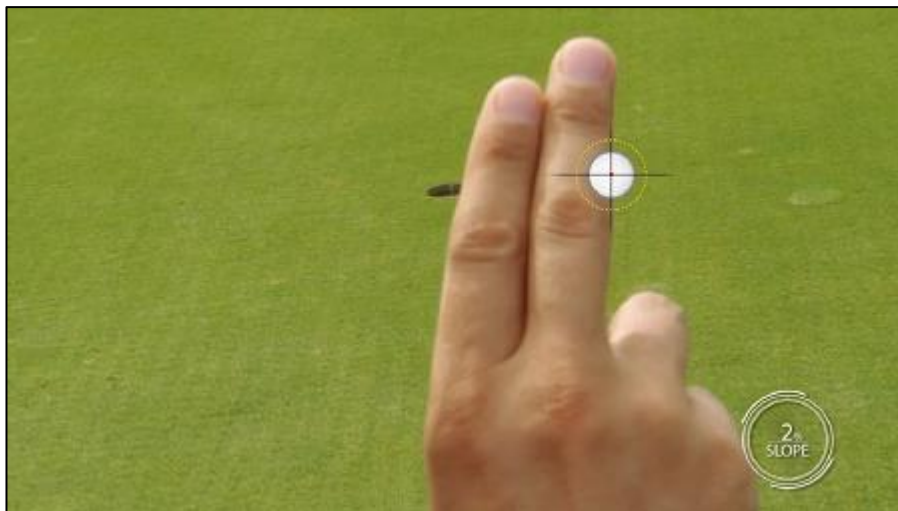
lyönnin arviointinsa perusteella. Mitä paremmalla tasolla pelaaja on, sitä useammin ohilyönnin syy on väärin luettu puttilinja eikä huono lyöntitekniikka. (Sweeney ym. 2014) (Watson ym. 1983.)

Puttilinjaan enemmän ja vähemmän vaikuttavia tekijöitä ovat sivuttainen kallistus, ylä- ja alamäki, ruohon pituus, ruoholajike ja ruohon kasvusuunta, kosteustaso, viheriön pohjamateriaali sekä tuuli. (Blakemore, 2015) (Watson ym. 1983.)

Perinteinen tapa arvioida kallistuksen määrää on tehdä visuaalinen tarkastelu pallon takaa. Usein kallistusta arvioidaan myös sivusuunnista ja reiän puolelta (Saunders, 2002) (Newell, 2001.) Perinteisen tavan oppimisprosessiin kuuluu vahvana osana kokemuksen kartuttaminen kumpujen ja painanteiden tunnistamisessa (Campbell, 1997). Usein puhutaan myös putin visualisoinnista ja siitä, kuinka putinluku on vain harvojen ja valittujen luonnollinen taito (Sweeney, 2015).

Amerikkalaisen Mark Sweeneyn kehittämä AimPoint Express on putinlukumetodi, joka perustuu fysiikan lakeihin ja tarkkoihin laskelmiin, kuinka pallo liikkuu viheriöllä. AimPoint Express -metodia käyttävä pelaaja arvioi viheriön kallistuksen määrää jalkojensa aistituntemuksillaan ja tekee arvion, kuinka suuri sivuttainen kaltevuus pallon ja reiän välisellä puttilinjalla on. Arvioinnin jälkeen pelaaja mittaa pallon takaa sormillaan, missä tähtäyspiste on reikään nähden. Tähtäyspiste on suunta, johon pelaaja haluaa lyödessään pallon lähettää. Kun pallo on lähetetty tähtäyspisteen suuntaan, pallon kulkuun vaikuttavat tekijät alkavat vaikuttaa. (Donaldson, 2013.)

Sivuttaisen kaltevuuden mittausarvio perustuu jalkojen aistituntemuksiin ja kokemukseen. AimPoint Express -kursseilla opetetaan pelaajaa tunnistamaan kaltevuuksia, mutta taitoa on haastava oppia. Jos kaltevuusarvioksi saadaan 2 %, pelaaja seisoo pallon takana ja nostaa kätensä suoraksi ja kaksi sormea pystyyn. Etusormen reuna asetetaan keskelle reikää ja keskisormen reunasta tulee tähtäyspiste (katso kuva 1).



*Kuva 1 Kaksi sormeaa tarkoittaa 2 %:n kaltevuutta. Tähtäyspiste on keskisormen oikealla puolella.*

Yleisesti puttaamisen suurimmat haasteet ovat puttilinjan lukeminen, putin pituuden hallinta ja puttitekniikka. Koska AimPoint Express -metodissa ei oteta kantaa pituuskontrolliin tai puttitekniikkaan, sen yksittäiseksi suurimmaksi haasteeksi osoittautuu sivuttaisen kallistuksen arvioiminen oikein.

### 3.2 Esteetön puttiharjoittelu

”Ainoa tapa saada pallo lähelle reikää kentällä on mennä harjoitusgriinille hankkimaan tuntumaa.”, (Campbell, 1997).

Puttilinjan lukemisen harjoittelua varten golfkerhoilla on omat harjoitusviheriönsä, joilla pelaajat voivat harjoitella ja ottaa tuntumaa päivän viheriöiden kuntoon ennen pelikierrosta. Näitä viheriöitä on yleensä yksi tai kaksi, ja niiden muodot pysyvät muokkaamattomina vuodesta toiseen eli jo lyhyessä ajassa pelaaja oppii tuntemaan golfkerhonsa harjoitusviheriön muodot ja niiden vaikutukset pallon liikkeisiin.

Haasteet alkavat pelikierroksen alkaessa, kun siirrytään kentän väylien viheriöille, joilla oikea tulos tehdään. Näillä kahdeksallatoista reiällä olevat viheriöt jäävät tuntemattommiksi ja ne aiheuttavat usein yllätyksellisiä liikkeitä pallonkulkuun, joita pelaaja ei osannut puttilinjaa lukiessaan ennustaa ja ottaa huomioon samalla tavalla kuin hyvin tutuksi tulleella harjoitusviheriöllä.



Puttiharjoittelulla on siis omat esteensä, jotka eivät ole riippuvaisia pelaajan halusta harjoitella. Harjoittelun esteeksi voi muodostua kesän vilkas sesonkiaika, joka täyttää kentän pelaajista ja luo kenttää kiertäville pelaajille etiketin mukaisen kierrosaikatavoitteen, jotta peli pysyisi sujuvana. Sesonkiaikana on myös harvinaista saada kiertää kenttää yksin, jos tavoitteena on jonkun tietyn pelin osa-alueen harjoittelu ja kehittäminen.

Toinen golfetiketistä muodostuva este tulee kanssapelaajien huomioonottamisesta, joka velvoittaa pelaajan toimimaan puttiviheriöllä rivakasti ilman toisten pelaajien häiritsemistä. Tästä syystä erilaisten apuvälineiden käyttäminen saattaa häiritä kanssapelaajia ja olla hyvin aikaa vievää. (Newell, 2001.)

Apuvälineiden käyttö on sallittua harjoituskierroksilla, mutta kielletty tasoitus- ja kilpailukierroksilla (Golfliitto).

Apuvälineen asettaminen viheriölle on golfin säännöissä kielletty. Samoin puttilinjaan koskeminen, esim. putterin lavalla taputtaminen, luetaan puttilinjan parantamiseksi, joka on sääntöjen vastaista. (Ton-That, 2012.)

### 3.3 Golfissa käytettävä teknologia

Maailmassa on n. 80 miljoonaa golfaajaa. Kansainvälisenä urheilulajina golf tarjoaa hyvän tutkimusalustan puettaville laitteille, koska markkinat ovat isot ja maailmanlaajuiset sekä golfaajat innokkaita ranteeseen puettavien laitteiden käyttäjiä. (Anzaldo, 2015.)

Forrester Researchin tekemän tutkimuksen mukaan 36% eurooppalaisista kuluttajista on kiinnostunut mittatietoja antavasta rannekkeesta. Lisäksi 2014 tehdyn raportin mukaan CISCO VNI arvioi, että vuonna 2018 internetiin yhdistettyjä puettavia laitteita on 177 miljoonaa. (Anzaldo, 2015.)

Golf-pelaajat ovatkin jo vuosia käyttäneet teknologiaa pelinsä tueksi. Laitteiden hyväksyttävyyttä lisää se, että Suomessa klubitasolla esim. etäisyyksiä ilmoittavien

GPS-kellojen ja etäisyysmittareiden käyttö on sallittua tasoitus- ja kilpailukierroksilla (Golfliitto).

Urheilulajina golf vaatii palautetta useista mitattavista asioista. Tästä syystä analogisten mitta-anturien integrointi GPS:llä varustettuihin golf-kelloihin on kasvussa. Mitta-anturit voivat antaa tietoa ympäristön olosuhteista ja lyöntisuorituksesta, jotka johtavat parempiin golftuloksiin. Ympäristön olosuhteet vaikuttavat pallon lentorataan, lyöntitarkkuuteen ja lyönnin pituushallintaan. Merkityksellisiä ympäristöllisiä tekijöitä ovat esim. ilman lämpötila, tuulen suunta ja nopeus, korkeus merenpinnasta ja etäisyys. Lyöntisuorituksen mittaaminen saattaa auttaa lyönnin tempoon, ajoitukseen ja voimaan. (Anzaldo, 2015.)

Vaikka AimPoint Express perustuu pohjimmiltaan laskelmiin, on puttilinjan sivuttaisen kaltevuuden arviointi silti pelaajan tehtävä ja se kehittyy ainoastaan harjoittelemalla ja kokemusta kerryttämällä.

Kun tarkastellaan olemassa olevia apuvälineitä, joita voitaisiin käyttää sivuttaisen kallistuksen tunnistamisen harjoitustukena, huomataan, että juuri AimPoint Express:lle kehiteltyjä laitteita ei ole olemassa.

Elektroninen vesivaaka (kuva 2.) on erinomainen apuväline, joka antaa sivuttaisen kaltevuuden absoluuttisen arvon, ja johon omaa jaloilla tehtyä arviota voidaan verrata. Vesivaa'assa on kuitenkin huomattava määrä heikkouksia, kuten että sitä joudutaan erikseen kantamaan mukana, se on asetettava viheriön pintaan, sen käyttö vie aikaa ja se saattaa häiritä kanssapelaajia. Laitteen vahvuutena voidaan pitää sen ylivoimaista tarkkuutta, ja että on malleja, jotka antavat kaltevuuden suoraan prosenteissa, joita AimPoint Express:ssä käytetään.



*Kuva 2 Elektroninen vesivaaka.*

Olemassa olevista apuvälineistä on varmasti apua, mitä tulee sivuttaisen kallistuksen tunnistukseen ja sen harjoitteluun, mutta näiden ominaisuudet ja käytettävyys eivät vastaa tarpeita, joita AimPoint Express -metodia käyttävä golfaaja kokee tarvitsevansa harjoitellessaan. Useat näistä apuvälineistä eivät palvele esteettömyyttä, vaan ne ovat aikaa vieviä sekä häiritsevät muita pelaajia, ja siksi ne soveltuvat vain harjoitusviheriöille käytettäväksi. Jos ne muuten soveltuisivat käytettäväksi mukaan golfkierrokselle, ne ovat kuitenkin ominaisuuksiltaan liian puutteellisia.

AimPoint Express -harjoittelun tueksi tarvitaan apuväline, joka antaa sivuttaisen kallistuksen absoluuttisen arvon kuten elektroninen vesivaaka, mutta apuväline ei saisi kuitenkaan koskettaa viheriötä, jotta sen käyttö olisi nopeaa ja esteetöntä. Tästä syystä apuvälineen tulee olla puettava, joten kallistusta mittaava elektroniikka täytyy integroida kenkään, joka toimii kosketuspintana viheriöön. Tällöin viheriölle ei aseteta ylimääräisiä vierasesineitä, mikä nopeuttaa mittauksen tekemistä ja häiritsee vähemmän muita pelaajia. AthleteIQ:n käyttäjäkyselyn mukaan kenkään sijoitettu apulaite on kolmanneksi mukavin paikka sijoittaa puettava teknologia (AthleteIQ).

Apuvälineen antamaa tulosta kaltevuudesta voitaisiin verrata omaan arvioon heti kaltevuuden mittaushetkellä. Jotta voitaisiin tutkia auttaako apuväline kehittämään kallistuksen tunnistamista, täytyy apuvälineen antama absoluuttinen arvo ja oma arvio dokumentoida pitkällä aikavälillä vertailua varten. Näistä kahdesta arvosta saadaan

trendit, joista nähdään kuinka onnistuneesti pelaaja arvioi kaltevuutta ja kehittykö tunnistaminen apuvälinettä käytettäessä.

Laitteen käytettävyyden suunnittelussa on otettava huomioon käyttönopeus, sillä golferhot määrittävät kierroksille aikarajan, missä ajassa kierros tulee suorittaa. Tämä ominaisuus on ehdottoman tärkeä, jotta kenttää kiertävien ryhmien peli ei häiriinny jatkuvasta hidastelusta. Sama asia täytyy huomioida omassa peliryhmässä, että kanssapelaajien pelin edistymistä ei turhaan viivytetä (Newell, 2001).

### 3.4 Puettavuuden hyödyt

Puettavien teknologisten laitteiden käyttäjäkunnan kolme yleisintä syytä käyttää puettavaa teknologiaa ovat 1. suoritusten analysointi ja kehittymisen mittaaminen, 2. tavoitteiden seuraaminen ja 3. suoritusten maksimointi (AthleteIQ). Tässä projektissa esitellyssä tavoitteessa on kyse kohdasta 1. eli siitä, että omaa suoritusta voitaisiin analysoida ja kehittää, joten tässä tapauksessa puettavalle teknologiselle apuvälineelle olisi varmasti kysyntää ja käyttökynnys on matala.

Puettava teknologia mahdollistaa pelaajan harjoittelun näillä kahdeksallatoista viheriöllä, joilla varsinaisilla tasoitus- ja kilpailukierroksillakin pelataan. Tätä teknologiaa hyödynnettäisiin harjoituskierroksella, joka eroaa tasoitus- ja kilpailukierroksesta sillä, että harjoituskierroksen aikana voidaan käyttää teknisiä apuvälineitä, koska tulos ei vaikuta tasoitukseen tai kilpailutulokseen. Teknologian tarkoituksena on vahvistaa pelaajan puttilinjan lukutaitoa ja viheriötuntemusta, jotta puttien kokonaismäärä kierroksella vähentyisi ja joka näin vaikuttaisi parantavasti kokonaistulokseen.

Vahvuutena puettavalla kallistuksen mittausapuvälineellä olisi sen nopeakäyttöisyys eikä pelaajan tarvitsisi kantaa mukanaan erillisiä viheriölle asetettavia mittalaitteita mukanaan, jotka saattaisivat aiheuttaa pahennusta kanssapelaajissa.

Puettava teknologia mahdollistaa myös, että pelaaja voi noin neljä tuntia kestävästä pelikierröksensä aikana harjoitella puttilinjan lukemista ja kehittää viheriötuntemusta kaikilla kentän viheriöillä häiritsemättä kanssapelaajia.

## 4 KIIHTYVYYSANTURIN VALIDOINTI KALLISTUKSEN MITTAUKSESSA

### 4.1 Kiihtyvyyssanturiin perustuvan mittausteknologian esittely ja vertailu

Ennen kuin varsinaisen prototyypin suunnittelutyö voidaan aloittaa, tulee selvittää, minkälaista teknologiaa prototyypissä aiotaan käyttää sivuttaisen kallistuksen mittaamiseen. Toistettavuuskokeen avulla pyritään todentamaan, onko jonkun laitteen, jonka ensisijainen tarkoitus ei ole mitata kaltevuutta, sisältämä kiihtyvyyssanturi riittävän tarkka mittaamaan sivuttaista kallistusta prosenttien yksiköissä. Tällaisia ovat esimerkiksi älypuhelin ja Arduino -laitteistoalustalla rakennettu apuväline.

#### 4.1.1 Arduino -laitteistoalusta

Yhtenä vaihtoehtona on käyttää laitteena Arduino -elektroniikka-alustaa, joka perustuu avoimeen laitteistoon ja ohjelmointiympäristöön. Se kehitettiin alun perin opiskelijoita varten. Laitetta ohjaa 8-bittinen Atmel AVR -mikro-ohjain, jonka pinneihin voidaan kytkeä erilaisia antureita ja komponentteja. Arduinon ohjelmointikieli perustuu C++ -koodiin ja se on yhteensopiva useiden käyttöjärjestelmien kuten Windowsin ja Linuxin kanssa. (Arduino, 2016.)

Taulukossa 1 on listattu Arduinon vahvuudet sekä heikkoudet käytettäväksi tässä työssä puettavan apuvälineen pohjateknologiana.

Taulukko 1 Arduinon vahvuuksien ja heikkouksien vertailu.

<b>Vahvuudet</b>	<b>Heikkoudet</b>
edullinen	langallisuus
monipuolisuus ja laajennettavuus	komponenttien isohko koko
yhteensopivuus	vanhanaikainen
avoin laitteisto ja ohjelmointiympäristö	

Arduinolla on lukuisia vahvuuksia ja apuväline on suhteellisen helpohko kehittää sen teknologialla, mutta huoleksi muodostuu, että perustoiminnoiltaan Arduino on langallinen. Langallisuus ei sinänsä ole ongelma, mutta se tuo mukanaan nipun suunnitteluhaasteita. Ensimmäinen haaste on johtoihin kohdistuva veto, joka swingatessa ja kävellessä voi johtaa siihen, että johdot irtoavat liitoksistaan. Toinen haaste on epämukavuuden tunne, sillä johdot on vietävä jalkaa pitkin kiihtyvyyssanturista Arduino -piirilevyille housujen sisällä. Lyhyiden housujen kuten shortsien käyttö ei esteettisesti ole myöskään kovin houkutteleva vaihtoehto.

Arduino on kyllä mahdollinen tehdä langattomaksi, jolloin kengän kiihtyvyyssanturiin lisätään bluetooth -lähetin ja virtalähteeksi paristo. Arduino -piirilevyyn täytyy lisätä bluetooth -vastaanotin, joka suurentaa pääyksikön kokoa, jolloin siitä tulee jo epämiellyttävän iso kantaa. Se saattaa kokonsa vuoksi haitata golfaamista.

Arduino tarjoaa monipuolisen ja edullisen testikentän sekä vaihtoehdon pohjateknologiaksi, mutta puettavuuden näkökulmasta se on vanhanaikainen. Kun siihen mahdutetaan nykyaikaisia ominaisuuksia, joita puettavuus edellyttää, sen suurentuvan koon vuoksi se ei sovellu kovinkaan hyvin tässä työssä käytettäväksi teknologiaksi.

#### 4.1.2 Älypuhelin

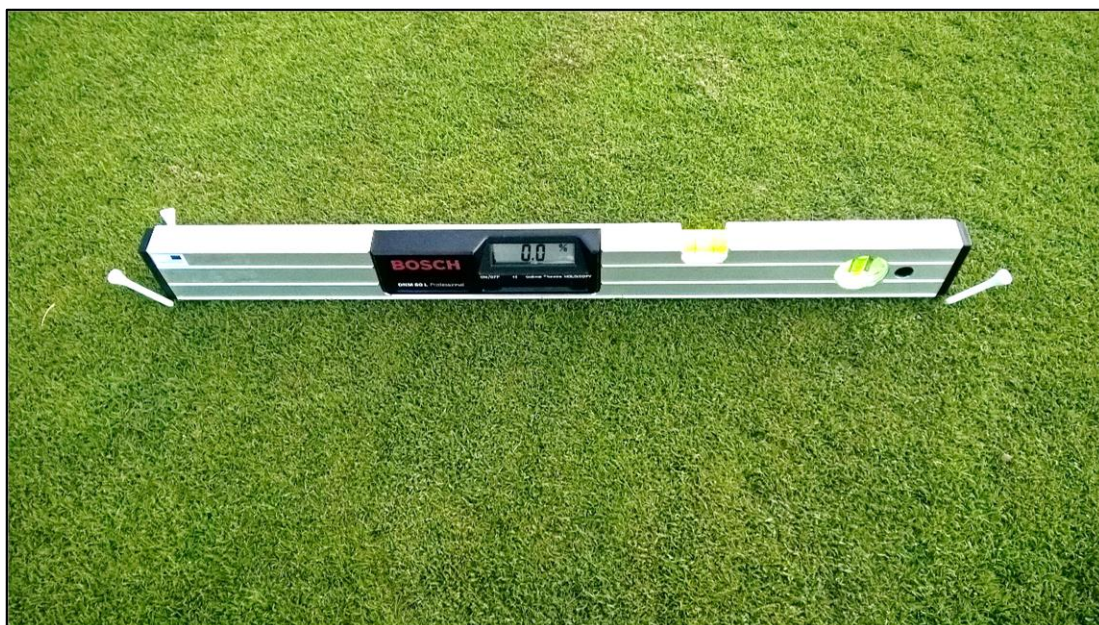
Älypuhelin on ominaisuuksiltaan ja mahdollisuuksiltaan hyvin laaja, koska matkapuhelintoimintojen lisäksi sillä on tietokonemaisia ominaisuuksia ja hyvä akunkesto. Älypuhelin mahdollistaa esteettömän ja langattoman tilaston keruun ja tallentamisen pilvipalveluun, josta se on myöhemmin analysoitavissa. Graafista käyttöliittymää voidaan hyödyntää viheriöiden muotojen tallentamiseen ja kaltevuuksien paikkatallennuksiin. Väriä ja äänitoimintoja voidaan käyttää ilmoittamaan kallistuksen määrää ilman, että älypuhelin tarvitsee katsoa. Käyttömukavuuden ja esteettömyyden vuoksi älypuhelimien tiedot ja ohjaus voidaan jakaa langattomasti älykelloon.

#### 4.2 Toistettavuuskoe ja tulokset

Toistettavuuskokeeseen valittiin älypuhelin, jonka tuloksia verrataan elektronisen vesivaa'an näyttämiin absoluuttisiin arvoihin. Älypuhelimien käytön haasteet ovat siinä, onko sen kaltevuutta laskevien komponenttien eli kiihtyvyyssantureiden tarkkuudet riittäviä. Älypuhelinmalliksi valittiin LG:n valmistama Nexus 5, johon asennettiin Plaincode Clinometer v. 2.4 -mittaussovellus, joka antaa kaltevuuden asteiden lisäksi myös prosentteissa (Google). Elektroniseksi vesivaa'aksi valittiin Bosch DNM60 L Professional, joka myöskin antaa tuloksen prosentteissa (Bosch).

Mittaus suoritettiin Porin Golfkerhon puttiharjoitusviheriöllä ja sen tulokset merkittiin mittauspöytäkirjaan (katso liite 1.). Viheriön ruoho oli pituudeltaan n. 1,5 cm ja hieman kosteaa. Toistettavuuskokeella testattiin älypuhelimien kykyä mitata kaltevuutta luotettavasti ja toistettavasti aina samasta kohdasta. Molemmat laitteet, sekä älypuhelin, että elektroninen vesivaaka (ks. kuvat 3 ja 4), asetettiin toistuvasti samaan kohtaan viidellä eri kaltevuuspinnalla nollasta prosentista viiteen prosenttiin. Mittauspöytäkirjasta voidaan todeta, että elektroninen vesivaaka on toistettavuudeltaan erinomainen, koska sen antama vaihteluväli oli ainoastaan 0,1 prosenttiyksikköä. Älypuhelimien toistettavuus osoittautui yllättävän hyväksi, sillä sen vaihteluväli oli 0,5 prosenttiyksikköä. Älypuhelimien suuremman vaihteluvälin yhtenä syynä on laitteen keveys verrattuna vesivaakaan. Kun älypuhelin asetettiin mitattavalle

pinnalle useampia kertoja, alkoi mittaustulos tasoittua ja vaihteluväli kaventua, koska sen alla oleva ruoho litistyi eikä enää jaksanut kannatella. Elektronisen vesivaa'an paino litistää ruohon heti ensimmäisellä kerralla, kun se asetetaan viheriölle. Tästä syystä älypuhelin tulee painaa ensimmäisellä asetuskerralla kevyesti viheriöön, jotta laitteen alla oleva ruoho tasoittuu, eikä jää kannattelemaan puhelinta ja vaikuttamaan kaltevuusmittaustulokseen. Näin toimimalla älypuhelimien kaltevuusmittauksen vaihteluväliä voitaisiin pienentää 0,3 prosenttiyksikköön.



*Kuva 3 Boschin elektroninen vatupassi toistettavuuskokeessa.*





*Kuva 4 LG:n älypuhelin toistettavuuskokeessa.*

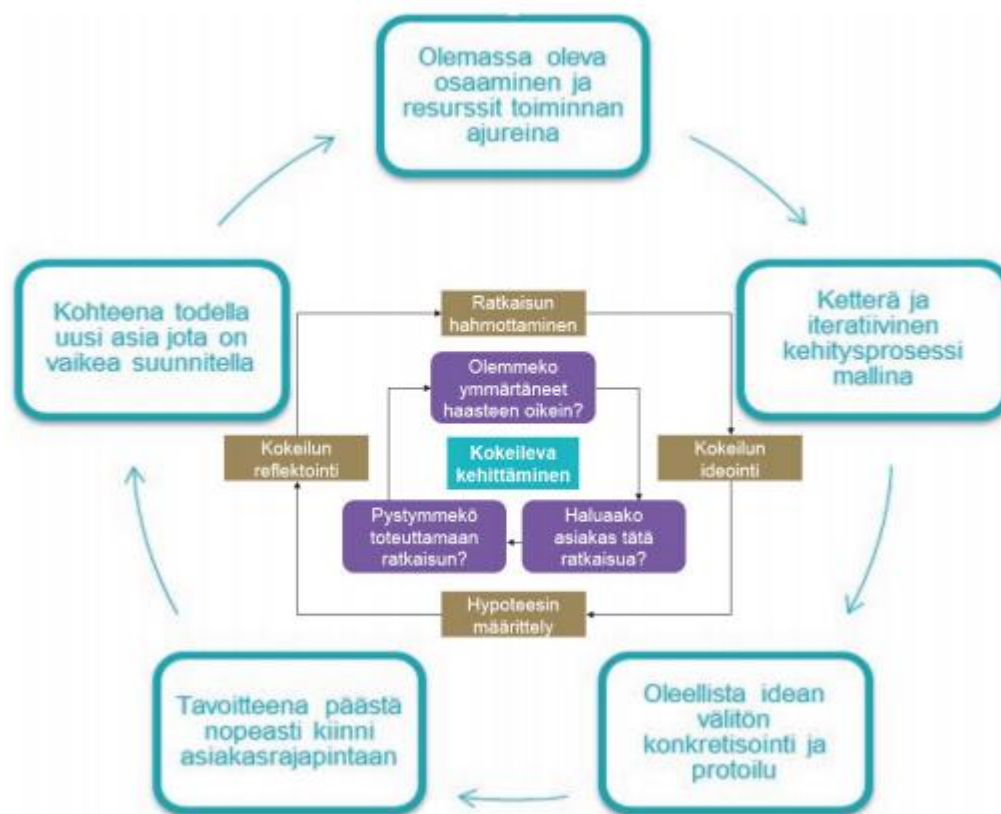
Toistettavuuskokeen perusteella voidaan todeta, että älypuhelin pystyy mittaamaan kaltevuutta riittävän toistettavasti. Mittausten vaihteluväli pysyy tarvittavan alhaisena varsinkin, kun laite asetetaan sitä hiukan painaen viheriöön. Älypuhelin ja sen kaltevuutta mittaava teknologia on pätevä ja sitä voidaan suositella käyttämään jatkossa kenttätutkimuksissa.

## 5 PROTOTYYPPI

Prototyypin ja sen ominaisuuksien suunnittelussa on sovellettu kokeilevan kehittämisen periaatteita. Kokeileva kehittäminen on uudenlainen tapa kehittää tuotteita, palveluita tai politiikkatoimenpiteitä, jossa kehitettävä asia löytää lopullisen muotonsa vasta kokeiluprosessin aikana. Verrattuna ”perinteiseen” tuotteiden kehittämiseen, kokeileva kehittäminen eroaa sillä, että valmiin ratkaisun sijasta kohdejoukolle tuodaan keskeneräinen tuote kokeiltavaksi. Tällä tavalla saadaan nopeasti tietoa idean toimivuudesta tai toimimattomuudesta. Kokeilemalla saatujen tietojen pohjalta tehdään tarvittavia muutoksia ja uusi paranneltu versio tuodaan kokeiltavaksi uudestaan. Kokeilemalla pyritään saamaan kehittämisprosessista

nopeasyklisempää ja ketterämpää sekä välttämään tilannetta, missä tuote on kehitetty liian pitkälle ilman kosketusta varinaiisiin käyttäjiin ja vasta lähes valmiin tuotteen kohdalla huomataan, ettei se toimi tai oli sopimaton käyttäjien todellisiin tarpeisiin. (Poskela ym. 2015.)

Kokeiluhankkeen lähtökohtana on tunnistettu ongelma, tarve tai idea ja ajatus tai visio siitä, mikä ratkaisu voisi olla. Uuden asian kohdalla, sitä on lähtökohtaisesti vaikea lähteä kehittämään suunnittelemalla. Kokeilevan kehittämisen keskeiset osatekijät ovat esitetty kuvassa 5. (Poskela ym. 2015.)



Kuva 5 Kokeileva kehittäminen ja sen keskeiset osatekijät.

Ensimmäisen prototyypin suunnittelussa on otettu huomioon niin paljon seikkoja, kuin tässä vaiheessa kehitystyötä on ollut mahdollista. Koska idea ja tarve on uusi, suunnittelu on aloitettu puhtaalta pöydältä ja tässä työssä esitellyt vaatimusmäärittelyt ovat vastanneet parhaalla mahdollisella tavalla projektin sen hetkisen vaiheen aikaan tunnistettuihin ja vaadittuihin tarpeisiin. Projekti ei kuitenkaan mahdollisesti lopu

tähän vaan jatkuessaan jo seuraavassa vaiheessa voi ilmetä uusia tai vällan erilaisia tarpeita, joihin täytyy vastata sillä hetkellä parhaimmilla tuntuvilla tavoilla, jotka voivat erota suurestikin edellisistä ratkaisuksista. Ensimmäinen prototyyppi voi siis erota suurestikin valmiista tuotteesta tai jopa seuraavasta prototyyppimallista. Kokeileva kehittäminen antaa kehitystyölle tilaa ja suuntaviivoja, ja prototyyppiä voidaan viedä systemaattisesti eteenpäin tuomalla se testaukseen yhä uudestaan ja uudestaan, jolloin se muovautuu koko ajan lähemmäksi kohti valmiimpaa tuotetta. Tärkeä osa kehitystyötä on viedä prototyyppiä rohkeasti siihen suuntaan, jonka tutkimus- ja testiryhmä näkee tarpeelliseksi. Kokeilemalla ennakkoluulottomasti erilaisia ratkaisuja, saadaan vertailukelpoista tietoa siitä, mikä teknologia soveltuu apuvälineeseen parhaiten.

Ensimmäisen prototyypin kokeilemiseen ja testaamiseen voitaisiin hyödyntää samaa ryhmää, joka osallistuu tässä työssä esitettyyn jatkotutkimusaiheeseen. Ryhmälle ehtii karttua käsitys siitä, mitä tutkimuksella ollaan tavoittelemassa ja miksi prototyypin kokeileva kehittäminen on mahdollisesti seuraava luontainen kehitysvaihe.

Kokeilevan kehittämisen mallissa prototypoinnin keskeinen ajatus on kääntää abstrakti kehitysidea konkreettiseksi. Konkretisoimalla tuote, sen ”käsin kosketeltavuus” mahdollistaa ideoiden toimivuuden kokeilemisen ja testaamisen käytännössä. Prototypoinnilla haetaan mahdollisesti valmiin tuotteen sijasta ongelmakohtia ja näin tarjota aineksia kehittämiselle kohti valmista ratkaisua. Kokeilevan kehittämisen kautta pyritään pääsemään mahdollisimman nopeasti kehitettävän idean aitoon käyttöympäristöön eli asiakas- ja käyttäjärajapintaan. Välittömän palautteen ansiosta voidaan arvioida idean toimivuutta ja suunnata jatkokehittämistä. (Poskela ym. 2015.)

Prototyypin vaatimusmäärittelyssä on pyritty tunnistamaan ongelmakohtia, joita apuvälineen käyttöympäristö, golffareiden käyttövaatimukset ja golfin etiketti edellyttävät. Näiden ongelmakohtien ratkaisemiseksi ensimmäisen prototyypin teknisissä ratkaisuissa päädyttiin hyödyntämään puettavuutta ja tavoittelemaan harjoittelun esteettömyyttä. Kun prototyyppiä aletaan kokeilla sille tarkoitettussa

käyttöympäristössä heti kehitystyön alusta asti, se nopeuttanee ongelmakohtien löytämistä. Ongelmakohdat voivat olla uusia, joita ei tähän mennessä olla osattu ottaa huomioon, tai ne voivat löytyä jo ennalta hyviksi luulluista ratkaisuista. Siksi kehitystyössä on tärkeää pitää mieli avoimena ja välttää urautumista sekä kaavoihin kangistumista. Vanha toimiva ratkaisu ei tarkoita sitä, etteikö siitä olisi mahdollisuus parantaa.

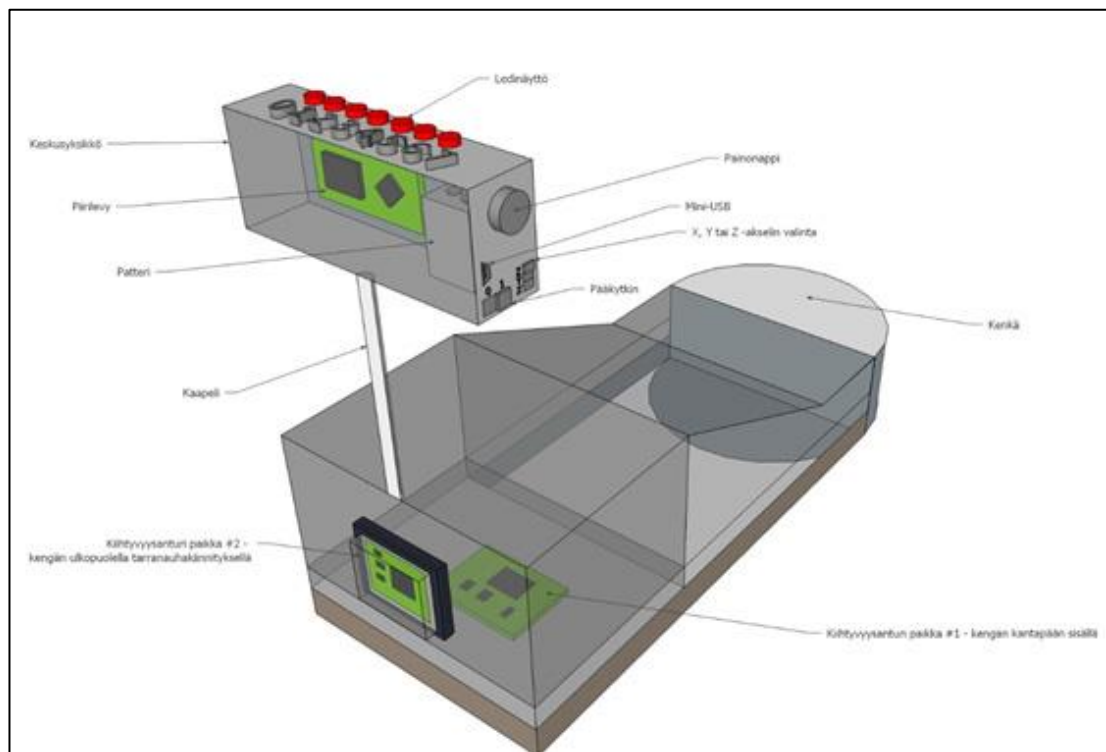
Kokeilua toteuttavassa tiimissä on välttämätöntä olla monipuolista osaamista. Teknologisen osaamisen lisäksi, siinä täytyy olla ymmärrystä myös esimerkiksi asiakasrajapinnasta. Kokeileva kehittäminen edellyttää myös kokeilutyökalujen hallintaa ja kokeilevan prosessin ymmärtämistä. Ulkopuolista asiantuntijuutta voidaan tuoda antamaan tarvittavaa sysäystä kokeilutoiminnan onnistuneeseen käynnistämiseen. (Poskela ym. 2015) Prototyypin jatkosuunnittelun ja testaamisen kannalta on tärkeää, että tiimistä löytyy henkilöitä jokaiselle osa-alueelle, mutta kehitystyön kannalta on suositeltavaa ottaa mukaan asiantuntijoita, joilla on golf-pelillistä taustaa ja vuosien kokemus AimPoint Express -putinlukumetodista. Asiantuntijoiden tietotaito ja kokemus tuovat prototyypin kehittämislle lisäarvoa.

## 5.1 Kiihtyvyysanturi kengässä

Kiihtyvyysanturin suunnittelussa täytyy huomioida, että se saa virtansa akusta tai patterista, se on varustettu langattomalla lähettimellä esim. bluetoothilla, se on riittävän pienikokoinen ja siinä olisi hyvä olla sellainen kiinnitysmekanismi, jolla sen kiinnitys ja irrotus käy kätevästi kolmannen osapuolen valmistamaan golfkenkään. Lisäksi kiihtyvyysanturi täytyy kiinnittää kenkään mahdollisimman lähelle maan pintaa, jotta kengän oma rakenteellinen liikkuminen ja eläminen vaikuttaa kallistuksen mittaukseen mahdollisimman vähän.

Kuvassa 6 on esitetty varhainen suunnittelukuva apuvälineestä. Kuvaan on sijoitettu kaksi vaihtoehtoista paikkaa kiihtyvyysanturille. Ensimmäinen paikka on kengän kantapään sisässä ja se on erittäin lähellä maata, jolloin kengän oman rakenteen liike, eläminen ja jousto vaikuttavat kaltevuuden mittaukseen mahdollisimman vähän.

Kantapään sisällä kiihtyvyyssanturi on myös turvassa ulkoisilta vaaroilta kuten lialta, mudalta, kiviltä, oksilta, vedeltä ja hiekkaesteen hiekalta. Kantapään sisään sijoitettu anturi vaatii todennäköisesti oman kengän suunnittelemista, joka tarkoittaa apuvälineen tuotteistamisen monimutkaistumista, sillä apuvälineen mukana täytyy olla kengät. Toinen mahdollinen paikka kiihtyvyyssanturille on ulkoinen kiinnitys kengän kantapähän esim. tarra- tai nappikiinnityksellä. Tämä vaihtoehto on kätevämpi, sillä akun tai patterin vaihtaminen on helppoa ja se voidaan asentaa kaikkiin jo olemassa oleviin golfkenkiin, mutta tällöin se on alttiimpi lialle, iskuille ja kosteudelle. Vaikka kiihtyvyyssanturin suojakotelosta tehtäisiin liian ja veden kestävä, on se silti vaarassa saada iskuja, joissa se voi mennä rikki tai vinoon, jolloin se tarvitsee kalibroida uudelleen.



Kuva 6 Varhainen suunnittelukuva sivuttaista kaltevuutta mittaavasta apuvälineestä.

## 5.2 Graafinen käyttöliittymä

Laitteen toimivuuteen ja helppokäyttöisyyteen on panostettava, sillä ne ovat äänestetty tärkeimmäksi ja neljänneksi tärkeimmäksi ominaisuuksiksi, jota käyttäjät arvostavat teknologisissa puettavissa laitteissa (AthleteIQ).

Kenkään kiinnitetty kiihtyvyyssanturi välittää tietoa langattoman yhteyden avulla, jolloin sen keräämät tiedot voidaan käsitellä älypuhelimien näytöltä. Graafinen käyttöliittymä antaa paljon mahdollisuuksia, joilla voidaan monipuolistaa laitteen käyttöä ja tukea pelaajan harjoittelua.

Aloitus	Pelin aikana			Pelin aikana
nimi: _____ Päivämäärä: _____ Tasoitus: _____  <b>KALIBROI</b> <b>ALOITA</b>	<b>v7</b>	<b>v6</b>	<b>v5</b>	<b>Absoluuttinen kaltevuus:</b>  <b>±X</b>  <b>ONLINE</b>
	<b>v4</b>	<b>v3</b>	<b>v2</b>	
	<b>v1</b>	<b>0</b>	<b>o1</b>	
	<b>o2</b>	<b>o3</b>	<b>o4</b>	
	<b>o5</b>	<b>o6</b>	<b>o7</b>	
	<b>VALITSE KALTEVUUS</b>			
<b>Näyttö #1: Aloitusnäyttö</b> Syötetään pelaajan tiedot ja päivämäärä. <b>KALIBROI</b> - kalibroi kiihtyvyyssanturin <b>ALOITA</b> - siirtää näyttöön nro. #2.	<b>Näyttö #2: Kaltevuuden valinta</b> Pelaaja valitsee arvionsa kaltevuudesta ja siirtää näyttöön nro. #3. Numerot ovat kaltevuusprosentteja. V-alkuiset vasemmalle ja 0-alkuiset oikealle kaltevia.			<b>Näyttö #3: Online näyttö kaltevuudelle</b> Näyttää kaltevuuden jatkuvasti. Painallus mihin tahansa, jatkaa seuraavaan näyttöön nro #4.
	<b>Pelin aikana</b>		<b>Jälkeen</b>	
	<b>Absoluuttinen kaltevuus:</b>  <b>±X</b>  <b>Arviosi:</b>  <b>±X</b>  <b>JATKA</b> <b>LOPETA</b>		<b>Oikein:    xx/xx</b> <b>              xx%</b>  <b>Syötä puttien määrä:</b> _____  <b>Syötä chippien määrä:</b> _____  <b>SULJE</b>	
<b>Näyttö #4: Vertailu</b> Näytetään abs. kaltevuus arvion tekohehkeltä ja oma arvio. <b>JATKA</b> - Siirtää näyttöön nro. #2. <b>LOPETA</b> - Siirtää näyttöön nro #5.	<b>Näyttö #5: Lopetusnäyttö</b> Näyttää oikein menneiden arviointien määrän suhteessa arviointien kokonaisuuteen. Pelaaja syöttää puttien ja chippien määrät. <b>SULJE</b> - lataa tiedot pilveen tai lähettää sähköpostilla ja sulkee ohjelman.			

Kuva 7 Käyttöliittymäprototyyppi.

Kuvassa 7 esitetään yksinkertaistettu malli, siitä kuinka käyttöliittymä voisi edetä harjoittelukierroksen aikana. Kun älypuhelin sovellus käynnistetään, se avaa aloitusnäytön. Aloitusnäytössä kysytään pelaajalta tietoja kuten nimi ja tasoitus. Laite voidaan myös kalibroida ennen kierroksen alkamista. Kaltevuuden valinta -näyttöön syötetään se kaltevuus, jonka pelaaja jaloillaan aistii puttilinjalla. Vasta kaltevuuden arvioimisen ja syöttämisen jälkeen kaltevuuden absoluuttinen arvo esitetään pelaajalle näytössä nro. 3, jottei se vaikuta pelaajan omaan arvioon. Absoluuttista arvoa voidaan silti seurata niin pitkään kuin pelaaja kokee tarpeelliseksi. Tällä tavalla voidaan kasvattaa omaa tietämystä ja tuntemusta viheriöiden muodoista eli myös ylä- ja alamäistä. Seuraavassa näytössä nro 4. pyritään oppimistapahtumaan, kun oma arvio asetetaan vertailuun absoluuttisen arvon kanssa. Kun vertailu on tehty, siirrytään takaisin nro 2. näyttöön niin monta kertaa, kun kaltevuusarviointeja tehdään. Kun harjoituskierron päättyy, siirrytään lopetusnäyttöön nro 5, jossa esitetään oikein menneiden arviointien määrä suhteessa väärin menneisiin. Tässä näytössä voidaan kerätä tietoja myös lyöntien määristä, jotka on pelattu viheriölle kuten putit ja chipit. Lyöntimäärät tallennetaan ja niitä seuraamalla voidaan analysoida, kehittykö pelaajan kyky alentaa kierrostulosta kaltevuuden arvioinnin parantuessa.

Graafiseen käyttöliittymään voidaan kehittää myös viheriön piirtomahdollisuus. Pelaaja voi piirtää viheriöstä luonnoksen tai ottaa siitä älypuhelimella kameralla kuvan ja merkata siihen viheriöltä mitatut absoluuttiset kaltevuudet ja mahdolliset lipun paikat. Tällä tavalla voidaan kasvattaa viheriötuntemusta ja tehdä muistiinpanoja, jotka pitemmällä aikavälillä palvelevat pelaajaa kilpailukierroksilla. Muistiinpanot voidaan tulostaa ja niitä voidaan käyttää tasoituskierron ja kilpailuissa, jolloin apuvälineen käyttö on kiellettyä.

### 5.3 Langattomat yhteydet

Kenkään kiinnitettävään kiihtyvyysanturiin liitetään bluetooth -lähetin, joka lähettää tiedot langattomasti älypuhelimelle tai älykelloon.

Apuvälineellä kerätyt tiedot ja tilastot voidaan tallentaa pilvipalveluun älypuhelimien mobiilidatayhteydellä. Tietoja voidaan myöhemmin analysoida myös tietokoneelta käsin.

#### 5.4 Tietojen tallennus ja analysointi

Kaikki älypuhelinsovelluksen tallentamat kaltevuusmittaukset ja pelaajalta kerätyt tiedot tallennetaan, jotta niitä voidaan analysoida ja tulkita myös golfkierroksen jälkeen. Kierrosten kertyessä saadaan riittävä määrä dataa, jotta voidaan aloittaa kehityksen seuraaminen. Graafinen käyttöliittymä antaa mahdollisuuden piirtää käyriä ja kaavioita, joka helpottaa tilastojen analysoimista ja tulkintaa. Esimerkiksi kaltevuuksien oikein menneiden arviointikertojen määrää seuraamalla voidaan tutkia ja verrata, onko se vaikuttanut puttien määrään ja sitä kautta kierrostuloksiin.

#### 5.5 Muita ominaisuuksia

Älypuhelinsovellukseen voidaan lisätä myös muita jo entuudestaan käytössä olevia ominaisuuksia monipuolisemman ja paremman peli- ja käyttökokemuksen saamiseksi. Ääni- ja värinätoimintoa voidaan käyttää hyväksi niin, että absoluuttisen kaltevuuden mittaustulos voidaan ilmoittaa joko värinällä tai puhetoiminnolla, jolloin älypuheliminta ei tarvitse ottaa pois taskusta. GPS-paikanninta voidaan käyttää tunnistamaan kenttä ja väylät, lukemaan etäisyyksiä viheriöön ja esteisiin, ja suosittelemaan mailavalintaa. Puttien ja chippien lisäksi voidaan kerätä väyläkohtaisia tietoja kuten väylä- ja viheriöosumat, väyläkohtaiset lyöntimäärät ja kierroksen loputtua koko kierroksen tulokset. Liikunnallisia mittareita voidaan myös käyttää laskemaan matka, askeleet, kalorinkulutus ja piirtämään reitti, jota pitkin on kuljettu.

#### 5.6 Älykello

Golf-pelaajia varten kehitettyjä älykelloja on ollut käytössä jo pitkään. Ne antavat pääasiassa etäisyyksiä viheriöihin ja esteisiin sekä niillä voi merkitä lyöntimäärät muistiin. Älypuhelimien käyttö helpottaisi pelaajan tekemistä viheriöillä, koska sitä ei tarvitsisi säilyttää taskussa tai golfbagissa vaan se olisi aina ranteessa helposti



käytettävissä. Siihen myös suhtaudutaan myönteisemmin kuin älypuhelimeen. Lisäksi ranne on valittu ylivoimaisesti mukavimmaksi paikaksi sijoittaa puettava apuväline (AthleteIQ).

Älykelloa voitaisiin käyttää älypuhelimien tukena, jolloin siinä voitaisiin näyttää vain kaikki tärkeimmät toiminnot ja jättää monimutkaisemmat sekä parempaa prosessointitehoa ja isompaa näyttöä vaativat toiminnot älypuhelimelle. Älypuhelin ei tarvitsisi ottaa esille viheriöillä, vain väylien välissä tai sitten ei ollenkaan. Toinen vaihtoehto on korvata älypuhelin älykellolla kokonaan, mutta tällöin aikaisemmin mainitut monimutkaisemmat toiminnot eivät olisi enää mahdollisia käyttää.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Tässä projektissa oli alun perin tarkoitus myös suunnitella, kehittää ja valmistaa sivuttaista kaltevuutta mittaava prototyyppi puettavasta apuvälineestä ja tutkia, voidaanko sillä parantaa AimPoint Express -putinlukumetodia käyttävää pelaajaa kehittymään sivuttaisen kallistuksen arvioimisessa. Mutta opinnäytetyön laajuuden vuoksi sitä ei ole tässä työssä mahdollista toteuttaa. Siksi tästä työstä kumpuaa jatkotutkimusaihe, jossa asiaa tutkitaan lisää kattavien kenttätutkimuksien avulla. Kenttätutkimuksien jälkeen voidaan arvioida, kannattaako ideaa lähteä kehittämään. Jos jatkokehitykselle on perusteet, prototyypin kehittämiseen voitaisiin soveltaa kokeilevaa kehittämistä.

### 6.1 Kenttämittaukset jatkotutkimusaiheena

Ennen kuin prototyypin kehitystyö aloitetaan, täytyy selvittää, voidaanko jaloilla arvioitavan sivuttaisen kallistuksen tunnistamista kehittää kiihtyvyyssanturilla tehtävän mittauksen avulla, kun kaltevuuden absoluuttinen arvo annetaan heti pelaajan oman arvioinnin jälkeen. Tätä selvitystyötä voidaan pitää jatkotutkimusaiheena, joka vastaa kysymykseen, että kannattaako kiihtyvyyssanturitekniikkaan perustuvaa mittaria käyttää AimPoint Express -putinlukumetodia käyttävän pelaajan harjoittelutukena.

Jatkotutkimuksen tavoitteena on seurata, kenttämittausten avulla, tutkimusryhmän pelaajien tekemiä arvioita puttilinjan sivuttaisen kallistuksen määrästä ja verrata niitä mittalaitteen antamaan kallistuksen absoluuttiseen arvoon. Näistä kahdesta arvosta saadaan tutkimusjakson ajalta tilastot, joita tarkastelemalla tutkitaan, auttaako kiihtyvyyssanturilla varustettu laite, kuten älypuhelin tai elektronin vesivaaka, tai ylipäätään absoluuttisen kaltevuusarvon tietäminen parantamaan tutkimusryhmän pelaajien kallistuksen oikein arviointia. Lisäksi seurataan, onko apuvälineellä vaikutusta testipelaajien puttien ja chippien määrään sekä sitä kautta vaikutusta kierrostuloksiin sekä tasoituksiin.

### 6.1.1 Tutkimusryhmän valinta ja perehdyttäminen

Tutkimusryhmään osallistuminen edellyttää AimPoint Express -kurssisuoritusta, koska muuten pelaaja ei ole saanut kaikkea tarpeellista tietoa, jota kyseisestä puttilukumetodista tulee tietää, eikä hän ole näin pätevä käyttämään AimPoint Expressiä oikein.

Tutkimusryhmään tarvitaan 5-10 eritasoista pelaajaa, joilta edellytetään aktiivista osanottoa tutkimukseen.

Tutkimusjakson alustava pituus on kolme viikkoa, jonka aikana tutkimusryhmän pelaajat keräävät tutkimustyöhön tarvittavaa dataa mittaamalla ja arvioimalla kaltevuuksia sekä keräämällä tiettyjä tuloksia harjoituskierroksiltaan.

Tutkimuksella ei ole mitään kenttärajoitusta, koska mittauksia voidaan tehdä millä viheriöllä tahansa.

Tutkimus aloitetaan esittelemällä se eri golfkerhojen toimitus- ja toiminnanjohtajille. Heidän kanssaan sovitaan, että tutkimusryhmän kerääminen aloitetaan pitämällä yksi tai useampia infotilaisuuksia eri golfkerhojen tiloissa. Infotilaisuudessa kerrotaan, mistä tutkimuksessa on kyse ja mitä testiryhmältä odotetaan. Tiettyjä odotusarvoja

tutkimukseen osallistuville pelaajille on, että he sitoutuvat tutkimukseen ja heillä on jo entuudestaan tilastoja puttipelistä. Tilaisuudessa kerrotaan tutkimuksen kestosta ja yhteydenpitotavoista tutkimusjakson aikana. Tutkimusryhmään osallistuville on kerrottava tutkimuksen luonteesta, että on myös mahdollista, että apuväline ei olekaan millään tavalla hyödyllinen. Tutkimuksen tarkoitus on juurikin selvittää, onko kaltevuuden mittaaminen hyödyllistä ja tukeeko se mahdollisesti pelaajan harjoittelua, sillä tavalla kuin on tarkoitettu. Tutkimukseen osallistuville kerrotaan myös mahdollisuudesta keskeyttää osallisuus tutkimuksen aikana. Ryhmään osallistuvia voisi palkita jollain tapaa tutkimuksen päättyessä, koska tutkimukseen osallistuminen vaatii heiltä aktiivista otetta ja raportointia tutkimustuloksista.

Kun tutkimusryhmä on koossa, järjestetään opastuspäivä, jossa heille opastetaan, kuinka kentällä toimitaan tutkimuksen aikana, kuinka älypuhelimella tehtävä kaltevuuden mittaus suoritetaan oikeaoppisesti ja miten tulokset merkitään ylös. Pelaajille selvennetään myös tutkimukseen osallistumattomien kanssapelaajien huomioonottaminen. Älypuhelimeen voidaan suhtautua negatiivisesti ja etiketissäkin suositellaan puhelimen ehdotonta äänettömyyttä ja sen käyttöä vain hätätapauksissa. Tästä syystä tutkimusryhmään kuuluvan pelaajan tulee ilmoittaa peliseuralleen jo ennen kierroksen alkua, että he tulevat käyttämään älypuhelinia kallistustuloksen lukemiseen, koska he ovat osallisena tutkimuksessa.

Tutkimukseen osallistuvia pelaajia tullaan tutkimusjakson aikana seuraamaan havainnoimalla heidän suoritustaan ja tilastotietoja. Pelaajien tutkimukseen osallistumista tuetaan luovuttamalla heille yhteystiedot ongelmatilanteita tai askarruttavia tilanteita varten. Heihin tullaan olemaan aktiivisesti yhteydessä tutkimusjakson aikana, jolla varmistetaan tutkimustiedon onnistunut kerääminen.

### 6.1.2 Tarvittavat tilastotiedot

Jotta jatkotutkimuskysymykseen saadaan riittävät tiedot, tarvitaan tietyt mittarit, joilla pelaajan sivuttaisen kaltevuuden arviointikykyä ja pelitaitoja mitataan ennen ja jälkeen.

Tutkimuksen kannalta tärkeät aineistot luokitellaan taulukko 2:n mukaisesti ensisijaisiin ja toissijaisiin aineistoihin. Ensisijaista aineistoa ovat pelaajan oma arvio sivuttaisen kallistuksen määrästä ja mittaamalla saatu absoluuttinen sivuttaisen kallistuksen määrä samasta kohtaa, josta arvio on tehty. Näiden tietojen avulla voidaan tutkia, kehittykö pelaajan kallistuksen arviointikyky, kun pelaaja saa välittömästi tiedon osuiko tämän oma arvio oikein vai ei. Näistä kahdesta mittatiedosta saadaan tutkimusjakson ajalta tutkittua, onko pelaajan sivuttaisen kallistuksen arvioinnin onnistuminen kehittynyt tutkimusjakson aikana, kun käytössä on ollut mittalaitte, joka antaa välittömän palautteen absoluuttisesta sivuttaisesta kallistuksesta. Toissijaisena aineistona kerätään tilastotietoa mm. pelaajien puttien määrästä per kierros. Tämä tilasto antaa tietoa siitä, vaikuttaako mittalaitteen käyttö suoraan puttitulokseen. Muita kerättäviä tilastoja ovat chippien määrä per kierros, kierrostulokset ja tasoitus. Lisäksi pelaajilta tullaan kysymään henkilökohtaisia kokemuksia siitä, onko esim. mittalaitteen käyttö edesauttanut viheriötuntemusta tai onko sen käyttö mahdollisesti vaikuttanut kierrostuloksiin ja tasoitukseen.

Taulukko 2 Jatkotutkimuksen kenttämittausten aikana kerättävä aineisto.

<b>Ensisijainen aineisto</b>	<b>Toissijainen aineisto</b>
Sivuttaisen kaltevuuden arvio (%)	Puttien määrä per kierros
Sivuttaisen kaltevuuden absoluuttinen arvo (%)	Chippien määrä per kierros
	Kierrostulos
	Tasoitus
	Kokemus viheriötuntemuksen paranemisesta

### 6.1.3 Käytännön ohjeet tilastotiedon keruuseen

Ensimmäiseksi tutkimukseen osallistuville järjestetään koe, jossa heidän kaltevuuden tunnistustaitoaan testataan, niin etteivät he saa tietää absoluuttisia kaltevuuksia. Tämän kokeen tuloksista saadaan kaikille pelaajille oma kaltevuuden tunnistuksen lähtötaso.

Ensisijaisen tutkimustiedon kerääminen tapahtuu niin, että pelaajille jätetään caddiemasterin toimistoon mittalaite tai he käyttävät omia, riittäviksi todettuja, älypuhelimiaan. Pelaaja ottaa mittalaitteen mukaan pelikierrokselle. Pelaajan ollessa viheriöllä hän asettaa mittalaitteen jalkojensa väliin ja tekee seisten jalkojensa tuntoaistien avulla oman arvionsa sivuttaisen kallistuksen määrästä. Kun oma arvio on tehty, katsotaan absoluuttinen sivuttainen kallistus mittalaitteelta. Nämä molemmat arvot tilastoidaan. Tämä sama menetelmä suoritetaan aina, kun putinluku tehdään. Tämän jälkeen pelaaja käyttää hyväkseen kaltevuuden absoluuttista arvoa määritellesään puttilyönnin tähtäyspistettä ja suorittaa sen mukaan puttinsa. Tämä kaava toistetaan jokaisella puttilyönnillä ja viheriöllä kierroksen aikana.

Toissijaista tietoa kuten puttien määrää ja kierrostulosta kerätään jokaiselta kierrokselta erikseen. Nämä tiedot kirjataan kierroksen aikana ja luovutetaan caddiemasterin toimistoon kierroksen jälkeen.

Tutkimusryhmän pelaajat haastatellaan tutkimusjakson lopussa ja heiltä tullaan kysymään omakohtaisia tunteuksia siitä, auttoiko mittalaitteen käyttö viheriötuntemukseen parantavasti ja oliko laitteen käytöllä mahdollisesti vaikutusta pelaajan kierrostuloksiin ja tasoitukseen.

#### 6.1.4 Tulosten analysointi

Ensisijaista aineistoa analysoimalla saadaan mahdollinen vastaus jatkotutkimuskysymykseen. Apuna voidaan käyttää edistynyttä tilastomatematiikkaa, jotta voidaan tarkastella, kehittykö pelaajien sivuttaisen kallistuksen arviointikyky tutkimusjakson aikana, kun, harjoituskierroksilla mukana oleva, kiihtyvyyssanturilla varustettu, mittalaite antaa absoluuttisen vertailuarvon.

Toissijaista aineistoa analysoimalla voidaan tulkita, kuinka kiihtyvyyssanturilla varustetun mittalaitteen käyttö kaltevuuden mittaamiseen vaikuttaa lähipelituloksiin, kierrostuloksiin ja tasoitukseen. Lisäksi analysoidaan pelaajien omia arvioita ja

kokemuksia viheriötuntemuksen tason mahdollisesta muuttumisesta sekä mittalaitteen vaikutuksesta kierrostuloksiin ja tasoitukseen.

Aineistoa analysoitaessa ja päätelmiä tehdessä täytyy ottaa huomioon, kuinka luotettavaa kerätty aineisto ja siitä tehdyt tulokset ovat. Analysoinnin jälkeen täytyy kriittisesti pohtia ja tehdä johtopäätöksiä, kuinka tuloksia voidaan hyödyntää ja voidaanko niiden perusteella tehdä päätöksiä prototyypin jatkokehittelyn kannalta vai tarvitaanko jatkotutkimuksia. Pohdinnan täytyy vastata myös kysymyksiin, miten tavoitteisiin päästiin tai miksi ei päästy.

## 6.2 Muut käyttömahdollisuudet ja sovellukset hyvinvointiteknologian alalla

Työssä selvitettiin myös, onko puettavalla kaltevuutta mittaavalla apuvälineellä myös muita käyttömahdollisuuksia ja sovelluskohteita hyvinvointiteknologian alalla. Sopivaksi lähestymistavaksi todettiin fysioterapian asiantuntijan haastattelu ja aihetta lähestyttiin niin, että kiihtyvyyssantureilla varustettuja kenkiä käytettäisiin terveyttä ja hyvinvointia edistäviin tarkoituksiin fysioterapian näkökulmasta.

Haastattelussa tuli ensimmäisenä esiin urheilussa saatujen erilaisten alaraajavammojen kuntouttaminen kenkien avulla. Yhtenä esimerkkinä voidaan ajatella polvivammaa, jonka kuntoutusprosessissa täytyy huomioida erityisesti kävelyn sykli ja oikeanlaiset linjaukset kuten jalkaterien asennot.

Kenkiä voitaisiin myös mahdollisesti käyttää tukemaan neurologisten sairauksien fysioterapiahoidoa. Tällaisia sairauksia ovat mm. CP-vammat ja lihassairaudet, kuten Ms-tauti. Myös aivohalvauksen aiheuttamista liikuntarajoittuneisuuksista toipumista saatettaisiin pystyä nopeuttamaan kenkien avulla.

On myös mahdollista, että kenkiä voitaisiin käyttää vammojen ja kuormittumisten ennalta ehkäisyyn.

Kaikille edellä mainituille käyttösovelluksille yhteistä on se, että fysioterapian avulla selvitetään kussakin tapauksessa oikea tai ainakin parempi tapa liikkua. Kenkien yhdestä tai useammasta kiihtyvyyssanturista saatuja tietoja ja tilastoja voitaisiin hyödyntää esimerkiksi niin, että fysioterapeutin ohjauksessa saatuja anturien tuloksia koitetaan jäljitellä omalla ajalla, ohjatun terapian ulkopuolella. Kiihtyvyyssantureihin langattomasti kytkettyyn älypuhelimeen voitaisiin kehittää sovellus, joka tallentaa fysioterapiassa saadut tulokset ja liikeradat. Sovellus valvoisi omalla ajalla tehtyjä liikeratoja ja hälyttäisi, jos liikeradat poikkeavat liiaksi fysioterapiaohjauksessa saaduista liikeradoista. Sovellukseen voitaisiin lisätä myös sellainen toiminto, joka antaa hoitavalle fysioterapeutille oikeuden seurata etänä asiakkaan liikeratoja. Tällä tavoin fysioterapeutille pystyttäisiin antamaan paremmat työkalut seurata hoidon edistymistä ja mahdollisuus ehdottaa lisäkäyntejä silloin, kun se nähdään tarpeelliseksi.

## LÄHDELUETTELO

Anzaldo, Damian. 2015. Maxim Integrated. Viitattu 12.2.2016  
<https://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/6061>.

Arduino. 2016. Arduino. Viitattu 23.3.2016.  
<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.

AthleteIQ. SportTechie. Viitattu. 30.1.2017. <http://www.sporttechie.com/wp-content/uploads/2016/02/Wearable-Device-Survey-Results-2.pdf>.

Blakemore, Mark. 2015. PGA Professional. Viitattu 6.12.2015.  
[http://www.pgaprofessional.com/golf\\_instruction\\_articles/reading\\_greens.html#.VmQeW7h95jQ](http://www.pgaprofessional.com/golf_instruction_articles/reading_greens.html#.VmQeW7h95jQ).

Bosch. Bosch Power tools for trade and industry. Viitattu 30.1.2017.  
<http://www.bosch-professional.com/om/en/inclinometer-dnm-60-l-131503-0601014000.html>.

Campbell, Malcolm. 1997. *Maailman paras golftekniikka*. Helsinki : Gummerus Kustannus Oy, 1997.

Donaldson, Jamie. 2013. AimPoint Golf. Viitattu 7.3.2013.  
<https://aimpointgolf.wordpress.com/2013/11/07/trusting-the-system-2/>.

Dr. L.J. Riccio, PhD. 2015. Probable Golf. Viitattu 6.12.2015.  
[www.probablegolfinstruction.com/golf-scoring-statistics.htm](http://www.probablegolfinstruction.com/golf-scoring-statistics.htm).

Golfliitto. golf.fi. 2016. Viitattu 1.3.2016. <http://golf.fi/golfin-etiketti/>.

Golfliitto - Golfin säännöt. Viitattu 30.1.2017. <http://golf.fi/wp-content/uploads/sites/4/2016/02/Golfin-s%C3%A4nn%C3%A4nn%C3%B6t-2016-2019.pdf>.



Google. Google Play. Viitattu 30.1.2017.

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.plaincode.clinometer&hl=en>.

Newell, Steve. 2001. *Golfopas: Swingistä puttiin*. Kiina : L.Rex Printing Company Limited, 2001.

Poskela, Jarno, et al. 2015. *Kokeileva kehittäminen*. s.l. : Työ- ja elinkeinoministeriö, 2015.

Saunders, Vivien. 2002. *Golfin käsikirja*. Helsinki : Tammi, 2002.

Sweeney, Mark and Donaldson, Jamie. AimPoint Golf. 29.6.2014. Viitattu 23.3.2016. <https://aimpointgolf.wordpress.com/2014/06/29/read-or-stroke-who-rules/>.

Sweeney, Mark. 2015. <https://aimpointgolf.wordpress.com/>. 31.12. 2015. Viitattu 14.2.2016. <https://aimpointgolf.wordpress.com/2015/12/31/art-or-science/>.

Ton-That, Yves C. 2012. *Golfin säännöt: pikaopas 2012-2015*. s.l. : Tarmio, 2012.

Watson, Tom and Seitz, Nick. 1983. *Golf: Lähipeli ratkaisee*. Porvoo : WSOY, 1983.

Mittauspaikka: Porin Golfkerhon puttiharjoitusviheriö

Mittauspäivämäärä: 20.6.2016

Viheriön nurmen pituus: n. 1,5cm

Mittauslaitteina Bosch DNM60 L Professional elektroninen vatupassi

ja LG Nexus 5 (Android v. 6.0.1) älypuhelin.

Älypuhelimien kallistuksen mittaussovellus: Plaincode Clinometer v. 2.4

**~ 0% kaltevuus**

Mittausnro.	LG Nexus 5 (%)	Bosch DNM 60 L Professional (%)
1.	0,0	0,0
2.	0,2	0,0
3.	0,2	0,0
4.	0,1	0,2
5.	0,1	0,2
6.	0,0	
7.	0,2	
8.	0,1	
9.	0,0	
10.	0,1	

**~ 1% kaltevuus**

Mittausnro.	LG Nexus 5 (%)	Bosch DNM 60 L Professional (%)
1.	1,5	1,0
2.	1,4	1,0
3.	1,4	1,0
4.	1,2	1,0
5.	1,1	1,1
6.	1,2	
7.	1,2	
8.	1,3	
9.	1,2	
10.	1,2	

**~ 2% kaltevuus**

Mittausnro.	LG Nexus 5 (%)	Bosch DNM 60 L Professional (%)
1.	2,5	2,0
2.	2,4	1,9
3.	2,3	2,0
4.	2,4	2,0
5.	2,5	2,0
6.	2,3	
7.	2,3	

8.	2,2	
9.	2,2	
10.	2,2	

**~ 3% kaltevuus**

Mittausnro.	LG Nexus 5 (%)	Bosch DNM 60 L Professional (%)
1.	2,7	3,1
2.	2,6	3,1
3.	2,5	3,1
4.	2,5	3,1
5.	2,5	3,0
6.	2,5	
7.	2,5	
8.	2,3	
9.	2,4	
10.	2,4	

**~ 4% kaltevuus**

Mittausnro.	LG Nexus 5 (%)	Bosch DNM 60 L Professional (%)
1.	5,0	4,1
2.	4,9	4,0
3.	4,9	4,0
4.	4,8	4,1
5.	4,8	4,1
6.	4,8	
7.	4,9	
8.	5,0	
9.	5,0	
10.	5,0	

**~ 5% kaltevuus**

Mittausnro.	LG Nexus 5 (%)	Bosch DNM 60 L Professional (%)
1.	4,3	4,9
2.	4,0	4,9
3.	3,9	4,9
4.	3,8	4,9
5.	3,8	4,9
6.	3,8	
7.	3,8	
8.	3,8	
9.	3,8	
10.	3,8	