



Olli Järvinen

## LANGATTOMAN EKG-LAITTEEN KÄYTTÖLIITTYMÄ

# LANGATTOMAN EKG-LAITTEEN KÄYTTÖLIITTYMÄ

Olli Järvinen  
Insinööri  
16.2.2011  
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

|   |               |        |   |           |
|---|---------------|--------|---|-----------|
| Koulutusohjelma   | Opinnäytetyö  | Sivuja | + | Liitteitä |
| Hyvinvointiteknologia   | Insinööriyö   | 50     | + | 0         |
| Suuntautumisvaihtoehto  | Aika          |        |   |           |
| Sairaalateknologia  | 2011          |        |   |           |
| Työn tilaaja  | Työn tekijä   |        |   |           |
| HYTKE   | Olli Järvinen |        |   |           |
| Työn nimi   |               |        |   |           |
| Langattoman EKG-laitteen käyttöliittymä                                     |               |        |   |           |
| Avainsanat  |               |        |   |           |
| Langattomat laitteet, huolimittari, LabVIEW, käytettävyyys, käyttöliittymät |               |        |   |           |

Langaton EKG-laite eli langaton huolimittari on henkilön sykkeen ja EKG-signaalin mittaamiseen suunniteltu mittalaite. Sen on tarkoitus vähentää potilaan huolta omasta terveydentilasta ja helpottaa oman terveydentilan seuraamista ilman hankalia toimenpiteitä. Insinööriyön aiheena oli uuden käyttöliittymän suunnittelu langattomalle huolimittarille, koska kunnollista käyttöliittymää ei vielä ollut. Alkuperäinen käyttöliittymä oli hyvin karkea eikä käyttäjä saanut siitä tarvittavia mittaustietoja selville.

Uuden käyttöliittymän suunnittelu ja ohjelmointi tehtiin LabVIEW-ohjelmointikielellä. LabVIEW-ohjelmointikieli on graafinen G-kieli, jolla voidaan toteuttaa helposti erilaisia sovelluksia. Insinööriyössä käsitellään myös käyttöliittymän ja käytettävyyden tärkeyttä.

Uudessa käyttöliittymässä on ajateltu käyttäjää ja sitä, miten kaikki tarvittava tieto on helpon esillä. Uudessa käyttöliittymässä käyttäjä saa selville mitatun sykkeen ja EKG-käyrän. Ne antavat tärkeää tietoa käyttäjän terveydentilasta. Käyttöliittymässä on myös muita langattoman huolimittarin toiminnan havainnointia helpottavia ominaisuuksia. Uuden käyttöliittymän testauksella voitiin todentaa käyttöliittymän oikeanlainen toiminta ja ongelmat.

# SISÄLTÖ

## TIIVISTELMÄ

## SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO .....   | 5  |
| 2 INSINÖÖRITYÖN TAUSTA .....   | 6  |
| 3 HYVÄN KÄYTTÖLIITTYMÄN SUUNNITTELUN MENETELMÄT .....                | 8  |
| 3.1 Käytettävyyden merkitys käyttöliittymän suunnittelussa .....     | 8  |
| 3.2 Ihminen käyttäjänä .....   | 9  |
| 3.3 Käyttäjien toiminnan ymmärtäminen .....                          | 12 |
| 3.4 Tuotteen käyttäminen .....                                       | 13 |
| 3.5 Käytettävyyden ja käyttöliittymän kehittäminen .....             | 14 |
| 3.6 Tuotteen toiminta ja prototyypin hyödyntäminen .....             | 17 |
| 3.7 Tuotteen esitysmuoto ja koodaus .....                            | 18 |
| 3.8 Kuva vai teksti käyttöliittymässä .....                          | 19 |
| 3.9 Värit käyttöliittymässä .....                                    | 20 |
| 3.10 Käyttöliittymän elementtien asettelu .....                      | 22 |
| 3.11 Tuotteen ja käyttöliittymän oppiminen .....                     | 24 |
| 3.12 LabVIEW-ohjelmointikieli ja Matlab-ohjelma .....                | 27 |
| 4 TULOKSET .....   | 30 |
| 4.1 Langattoman huolimittarin alkuperäinen käyttöliittymä .....      | 30 |
| 4.2 Langattoman huolimittarin uusi käyttöliittymä .....              | 32 |
| 4.3 Uuden käyttöliittymän graafinen LabVIEW-ohjelmakoodi .....       | 35 |
| 4.4 Käyttöliittymän testauskokoontaminen .....                       | 38 |
| 4.5 Käyttöliittymän testaus .....                                    | 39 |
| 4.6 Uuden käyttöliittymän testaustulokset ja kehitysehdotukset ..... | 45 |
| 5 POHDINTA .....   | 48 |
| LÄHTEET .....  | 50 |

# 1 JOHDANTO

Huolimittari on vuonna 2007 aloitettu projekti Oulun seudun ammattikorkeakoulussa Hyvinvointi- ja tuotekehityskeskuksessa (HYTKE). Se on potilaiden ja hoitohenkilökunnan väliseen tiedonvälitykseen tarkoitettu järjestelmä. Vuonna 2009 tehtiin langattomasta huolimittarista Projekti 2 -kurssin yhteydessä ensimmäinen versio, jonka tarkoituksena oli päästä eroon entisen huolimittarin langallisuudesta.

Ensisijaisesti langatonta huolimittaria suunnitellaan käytettäväksi sairaalaympäristössä. Se on mittalaite, joka mittaa henkilön sykettä ja EKG-käyrää. Mittaus suoritetaan 2-pistemittauksena. Käyttöliittymän testauskokoospanossa käytetään langatonta huolimittaria, jossa on kiinni kaksi nauhaelektrodia oikeaa ja vasenta kättä varten. Mitattu data lähetetään langattomasti vastaanottimelle, joka on yhdistetty tietokoneeseen. Tietokoneeseen on asennettu käyttöliittymä, jossa tapahtuu henkilön sykkeen ja EKG-käyrän laskenta. Tulevaisuudessa langattoman huolimittarin versiossa ensimmäisenä mittauspisteenä toimii sitä käyttävän henkilön ranne, jossa se on kiinni nauhaelektrodin avulla. Toisena mittauspisteenä toimii rintakehään kiinnitettävä geelilappu tai käsivarteen kiinnitettävä nauhaelektrodipanta, joka on yhdistetty huolimittaria käyttävän henkilön ranteessa olevaan mittakelloon ohuella johdolla.

Opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja tehdä toimiva käyttöliittymä langattomalle huolimittarille LabVIEW-ohjelmaa apuna käyttäen. Päämääränä on saada aikaan toimiva käyttöliittymä sairaalaympäristöön ja kotikäyttöön. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttöliittymän pitää olla tarpeeksi yksinkertainen ja helppokäyttöinen. Tarvittavien mittauksien tulosten pitää olla selkeästi esillä ja niiden täytyy löytyä heti ilman, että käyttöliittymän käyttäjä joutuisi etsimään tuloksia eri paikoista. Tarkoituksena on myös saada toimiva sykkeen ja EKG-käyrän laskenta käyttöliittymään.

## 2 INSINÖÖRITYÖN TAUSTA

Kiinnostus insinööriyötä kohtaan heräsi väestön ikääntymisen ja oman terveydentilan tarkkailun tärkeyden korostumisen seurauksena. Nykyään ikääntyneen väestön hoitopaikkoja on yhä harvemmassa ja hoitotiloista on pulaa. Tämä tarkoittaa sitä, että yhä vanhemmat ihmiset joutuvat selviämään kauemmin kotona omin avuinensa. Kaikki ikääntyneet ihmiset eivät myöskään halua hoitokoteihin, vaan he haluavat viettää elinvuotensa mukavasti kotona. Terveystilaa tarkkailevat apuvälineet lisäävät yksin asuvan vanhuksen turvallisuudentunnetta ja auttavat myös omaisia ja hoitajia seuraamaan vanhuksen terveydentilaa. Ikääntyneiden ihmisten terveydentilan seuranta on tärkeää, joten yksinkertaisille terveydentilaa tarkkaileville laitteille löytyy varmasti hyvät markkinat.

Väestön ikääntymistä voidaan tarkastella Suomessa seuraavasti:

- Verrataan yli 65-vuotiaiden osuutta koko väestöön, ja kun tuo vanhus-ten suhteellinen osuus kasvaa, puhutaan ikääntymisestä. Esimerkiksi Suomessa vuonna 2000 oli yli 65-vuotiaiden osuus koko väestöstä 15,0 prosenttia. Vuonna 2030 se kasvaa 26,3 prosenttiin. Näin joka neljäs Suomessa asuva olisi tuolloin vanhus.
- Kun 65-vuotiaiden absoluuttinen määrä kasvaa, puhutaan ikääntymisestä. Kun vuonna 2000 Suomessa asui 777 200 yli 65-vuotiasta, niin vuonna 2030 heidän määränsä nousee jo 1 389 100:aan, mikä on 611 900 yli 65-vuotiasta lisää.
- Kun tarkastellaan 65-vuotiaiden määrän prosentuaalista kasvua, puhutaan ikääntymisestä. Vuodesta 2000 vuoteen 2030 yli 65-vuotiaiden määrä kasvaa 78,7 prosenttia.

(Väestön ikääntyminen on suhteellista. 2003.)

Kuvasta 1 nähdään ikääntymisen kehitys muualla Euroopassa ja Suomessa.

### Yli 65-vuotiaiden määrän kasvu (%) vuosina 2000-2020



KUVA 1. Yli 65-vuotiaiden määrän kasvu Euroopassa (Väestön ikääntyminen on suhteellista. 2003)

Ikääntyneen ihmisen terveydentilan seurantaan on kehitetty Oulun seudun ammattikorkeakoulussa Hyvinvointi- ja tuotekehityskeskuksesta huolimittari. Huolimittari-projekti käynnistyi jo vuonna 2007, josta se on edennyt tähän päivään saakka. Huolimittarin ensimmäinen langaton versio saatiin valmiiksi vuonna 2009, mutta siltä puuttui vielä kunnollinen käyttöliittymä.

Langattoman huolimittarin käyttöliittymän puuttumisen takia oli luonnollista kehittää sille käyttöliittymä, joka vastaisi käyttäjän tarpeita. Tästä saatiin insinööriyön aihe. Insinööriyö vie lopullista langattoman huolimittarin kokonaisuutta askeleen eteenpäin. Tarkoituksena olisi tulevaisuudessa saada siitä toimiva terveydentilaa edistävä kokonaisuus kuluttajien käyttöön.

## **3 HYVÄN KÄYTTÖLIITTYMÄN SUUNNITTELUN MENETELMÄT**

Käytettävyys on menetelmä- ja teoriakenttä, jonka kautta käyttäjän ja laitteen yhteistoimintaa pyritään saamaan tehokkaammaksi. Tärkeää on myös saada käyttöliittymä käyttäjän kannalta miellyttävämmäksi. Käytettävyys käyttää hyväksi kognitiivisen psykologian sekä ihmisen ja koneen vuorovaikutuksen tutkimusta. Jacob Nielsen määrittelee käytettävyyden osaksi tuotteen käyttökelpoisuutta. Tuotteen käyttökelpoisuuteen vaikuttavia tekijöitä on useita ja käytettävyys on niistä vain yksi. Toisaalta tuotteen käytettävyydenkin on oltava kunnossa, jotta tuote olisi käyttökelpoinen. Käyttötilanne puolestaan vaihtelee aina tilanteen mukaan. (Sinkkonen – Kuoppala – Parkkinen – Vastamäki 2006, 12.)

### **3.1 Käytettävyyden merkitys käyttöliittymän suunnittelussa**

Käytettävyys ja käyttöliittymän suunnittelu ovat tärkeitä asioita erilaisia käyttöliittymiä tehtäessä. Tärkeää on myös suunnitella käyttöliittymä mahdollisimman tarkasti käyttäjän näkökulmasta. Tämä helpottaa varmasti toimivan käyttöliittymän rakentamista. Tietenkin on hyvä tietää, miten ihminen yleensäkin suhtautuu eri käyttötilanteisiin ja käyttöliittymiin. Siis on tärkeää tietää jotakin ihmisen oppimisesta ja havainnointikyvystä, jotta päästään hyvän käyttöliittymän jäljille.

Käytettävyys on tärkeä valttikortti markkinoitaessa tuotetta. Tietoteknisten sovellusten markkinat ovat jo nykyään varsin kypsässä tilassa ja kilpailutettu. Tämä tarkoittaa sitä, että mikä tahansa ei mene kaupaksi, vaan myös tuotteen käytettävyydeltä vaaditaan paljon. IT-alan kyselyiden perusteella kymmenen tärkeintä osattavaa taitoa ovat

- yksittäiset ohjelmointikielet
- tietorakenteet
- ohjelmistosuunnittelumallit
- ohjelmistoarkkitehtuurit



- vaatimusmäärittelyt ja analysointi
- käytettävyys
- oliotekniikat
- ammattietiikka
- analysointi ja suunnittelumenetelmät
- esitelmän pitäminen.

(Kuutti 2003, 15–16.)

Tärkeää on, että kaikki ohjelmistoinsinöörit hallitsisivat ainakin vähän käytettävyyttä. Huomionarvoista on myös vaatimusmäärittelyn sija, perustuhan hyvä käytettävyys yleensä hyvin tehtyihin vaatimusmäärittelyihin. Käytettävyydellä on myös suuri välillinen merkitys. Tehokkuus merkitsee jopa valtavia kansantaloudellisia etuja. Oletetaan esimerkiksi, että jossakin koko Suomessa käytettävässä sovelluksessa on käytettävyysoongelma, jonka takia jonkin asian tekeminen vie 20 sekuntia kauemmin kuin ilman ongelmaa. Jos sovellusta käyttää vaikka 50 000 käyttäjää kukin 2 kertaa päivässä, kulut ovat vuositasolla suuret. (Kuutti 2003, 16.)

Käytettävyydellä on myös suurta merkitystä fyysisen turvallisuuden kannalta. Käytettävyysongelmat ja niiden kiertäminen voivat johtaa usein turhautumiseen. Turhautuminen puolestaan lisää virhealttiutta ja työtapaturmariskiä. Virhealttius esimerkiksi lentokoneen ohjaamossa tai hallintalaitteessa ydinvoimalassa voi johtaa erittäin vakaviin seurauksiin. (Kuutti 2003, 16.)

### **3.2 Ihminen käyttäjänä**

Oppimisen tapahduttua jonkin laitteen tai käyttötilanteen yhteydessä tulee käyttäjistä tämän laitteen kokeneita käyttäjiä. Uuden asian oppimisen haluttomuuteen saattavat vaikuttaa esimerkiksi muistikuvat aikaisemmista huonoista oppimistapahtumista laitteiden käytössä tai motivaation tai ajan puutteesta. Oppimisen vaikeus saa myös aikaiseksi sen, että unohdetaan, kuinka paljon on oikeastaan tehty työtä jonkin asian oppimisen eteen. Esimerkiksi yrityksen kannalta on järkevää huomioida, onko hyödyllisempää käyttää kaksi henkilötyövuotta helppokäyttöisen ja hyvän järjestelmän suunnitteluun

vai kouluttaa tietokantaosaajiksi yrityksen 250 nykyistä sekä kaikki tulevat työntekijät. (Sinkkonen ym. 2006, 17.)

Kehittyessään jollain alueella pitkälle henkilö saattaa saavuttaa tason, jota kutsutaan yleisesti kirjallisuudessa ”eksperttitasoksi”. Tämän tason saavuttamiseen vaaditaan yleisesti noin 8 000–12 000 työtuntia juuri kyseisen asian kanssa painiskelua, muuttuvilla tiedonkäsittelyllisillä ominaisuuksilla. Tämä tarkoittaa kokonaisuuksien hahmottamista ja hallintaa vaistonvaraisesti ja kykyä hahmottaa oman osaamisensa rajallisuus. Yleensä unohdetaan koko kehityskaaren ajan vanhat ongelmat kunkin asian tekemisessä ja tullaan samalla sokeiksi niille ongelmille, joita muilla tämän asian kanssa on. Samalla, kun kehitytään joillain alueilla, pysytään monilla muilla alueilla entisellä osaamisen tasolla. (Sinkkonen ym. 2006, 17.)

Kuvan 2 kolmio kuvaa ihmistä käyttäjänä. Ihmiset ovat tuotteen käyttäjinä totumuksiltaan erilaisia. Ihmisillä on kuitenkin ominaisuuksia, jotka ovat yhteisiä kaikille ja ne eivät muutu, joten niiden tunteminen auttaa parempien tuotteiden suunnittelussa. Synnynnäiset ominaisuudet eli geenien kautta perityt asiat ovat ihmisen toiminnan perustana. Kiinteässä suhteessa perimän kautta saatuihin taitoihin ovat asiat, jotka jokainen terveenä syntynyt ihminen oppii. Esimerkkinä voidaan ottaa näköhavainnon muodostuminen, käveleminen ja puhuminen. Myös puhekieli ja jotkut kielen käytön perusasiat, kuten käsitteiden muodostuminen, asioiden merkitykset ja opitut asiat, kuuluvat kulttuuriin. (Sinkkonen ym. 2006, 19.)

Kulttuurin sisällä on joukko alakulttuureja, joiksi voidaan luokitella myös toimintakulttuurit. Käyttöliittymäalueella näitä toimintakulttuureja voisi ajatella olevan esimerkiksi Web-kulttuuri ja GUI-kulttuuri, jotka sitovat suunnittelijaa terveen järjen puitteissa. Näiden asioiden voidaan katsoa pysyvän yleensä samoina hyvinkin laajassa joukossa ihmisiä. (Sinkkonen ym. 2006, 19.)



*KUVA 2. Ihmisen toiminta ja tuotteen käyttöympäristö (Sinkkonen ym. 2006, 17)*

Kuvan 2 turkoosilla piirretyn osan ominaisuudet riippuvat tilanteesta, jossa tiettyä laitetta tai tuotetta käytetään, ihmisistä, jotka sitä käyttävät, ja tehtävistä, joihin se on tarkoitettu. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteen tulisi tukea mahdollisimman hyvin tehtäviä, joiden tueksi se on tarkoitettu. Web-käyttöliittymien puolella on varsin tyypillistä, ettei tiedetä, miten käyttäjä ylipäätään haluaa toimia. Usein ei edes tiedetä, keitä käyttäjät ovat. (Sinkkonen ym. 2006, 19.)

Kuvassa 2 esiintyvät kyvyt ja mahdollisuudet ovat niitä opittuja taitoja, joita esimerkiksi yrityksen työntekijöillä on, tai ne voivat olla organisaation toimintatapojen asettamia toimintavaltuuksia tai -mahdollisuuksia. Kykyjen ja rajoitusten alueelle kuuluvat sellaiset, tavallaan myös tilan tai tilanteen aiheuttamat asiat, kuten mitä elementtejä käyttöliittymässä voi käyttää (tai oikeastaan mitä ei voi käyttää). Pitääkö tuotteen olla esimerkiksi mukana kuljetettava ja taskuun mahtuva? Tärkeää on huomioida myös, onko sen käyttäjä lapsi, aloittelija, ikääntynyt vai vaikka liikuntarajoitteinen. Tila ja tilanne ovat ihmiselle toimijana selkeimmin näkyvät asiat, joiden kautta tehtävään tai tarpeen täyttävään toimintaan käydään käsiksi. (Sinkkonen ym. 2006, 19.)

### 3.3 Käyttäjien toiminnan ymmärtäminen

Toimiessaan jonkun tuotteen käyttäjänä ihmiset pysyvät uteliaina, persoonallisina, tuntevina ja virheitä tekevinä. Ollaan väsyneitä, turhautuneita, sairaita tai iloisia. Ihmisillä on aina jokin päämäärä, joka pyritään saavuttamaan, tai tarpeita, joita pyritään täyttämään. (Sinkkonen ym. 2006, 23.)

Tyypillistä on, että kun suunnittelijat miettivät käyttäjien toimintatapoja, he kuvittelevat käyttäjän toimimassa laittamalla itsensä käyttäjän asemaan. Käyttäjien työn ja tehtävien kautta oppimat asiat ja toimintatavat poikkeavat kuitenkin paljon suunnittelijoiden oppimasta. Usein töihin liittyy paljon yksityiskohtia ja variaatioita, joita suunnittelija ei tule edes ajatelleeksi. Tämän takia jokaiseen tuotekehitysprojektiin tulisi kuulua käyttäjien toiminnan seuraaminen niin, että tiedetään ihan oikeasti, mitä käyttäjät tuotteella tekevät ja mitkä ovat potentiaaliset virhetilanteet. (Sinkkonen ym. 2006, 23.)

Käyttäjän toimintaa pitää tutkia ja havainnoida sekä ennen tuotteen suunnittelua, suunnittelun aikana että suunnittelun jälkeen. Ennen tuotekehitystä on hyvä tutkia käyttäjän toimintatapoja havainnoimalla, päiväkirjoilla, lokeilla, haastatteluilla tai muilla sopivilla menetelmillä. Menetelmiä kannattaa myös yhdistellä, että löydetään paras mahdollinen seurantamuoto. Tärkeää on ennen suunnittelua rakentaa kuvaukset siitä, millaisia käyttäjät ovat, ja ryhmitellä heidät käyttäjäryhmiin. Käyttäjäryhmän muodostavat ne käyttäjät, jotka toimivat tuotteen käyttöliittymän kannalta samalla tavoin keskenään. Käyttäjäryhmittelyn perusteita ovat yleisesti henkilöiden roolit ja tarpeet sekä kokemus tuotteen käyttäjänä. Myös koulutus, ikä, toiminnan rajoitteet, käyttötila ja tilanteet voivat olla käyttäjien ryhmittelyn perusteina. Tekemällä suunnittelua näille käyttäjäryhmille tai ennemmin käyttäjäryhmiä edustaville persoonille onnistutaan yleensä paremmin paneutumaan käyttäjän maailmaan ja tehtäviin. Näin saadaan tiivistetysti selvitettyä saatu tieto mukaan suunnitteluun. (Sinkkonen ym. 2006, 23.)

### 3.4 Tuotteen käyttäminen

Kun ihminen toimii, hänellä on yleensä jokin päämäärä, jota kohti hän pyrkii. Toiminta voi siten olla sisäsyntyisen tavoitteen ("olla kylläinen") tai tarpeen ("nälkä") täyttämistä ("syöminen") tai ulkoisen pakon ("liikennemerkki STOP") tai virikkeen ("herkullinen kakunpala") käynnistämää toimintaa ("auton pysäytys", "ostamaan se"). (Sinkkonen ym. 2006, 40.)

Kaikessa ihmisen tavoitteellisessa toiminnassa voi nähdä kolme perusvaihetta:

- tavoitteen asettaminen
- toiminnon tai toimenpiteen tekeminen
- vaikutuksen tarkastaminen eli toiminnan evaluointi palautetta käyttäen (Sinkkonen ym. 2006, 40).

Päämääräksi kutsutaan jotain ylemmän tason tavoitetta ("päästä töihin sekä päivittäin että juuri huomenna"), johon liittyy useita vaihtoehtoisia tai peräkkäisiä tai sisäkkäisiä tavoitteita ("saada ravintoa ja viihdykkeitä" -> "käydä töissä" -> "päästä töihin päivittäin" -> "saada huomenna kyyti Maijalta" -> "soittaa Maijalle" -> "pystyä käyttämään puhelinta", "selvittää Maijan puhelinnumero" -> "löytää puhelinluettelo" -> "raivata roinat pois pöydältä"...). Tavoitteilla, niin kuin toiminnallakin, on siis oma hierarkiansa. (Sinkkonen ym. 2006, 40.)

Tuotteen käyttö sinänsä on harvoin kenenkään tavoite. Tuote on siis enemmänkin apuväline, jonka avulla tavoitteeseen toivotaan päästävän. Pankkiautomaatin välityksellä saa rahojaan ulos pankista (tavoite: "saada käteistä rahaa"), puhelimen avulla Mikko saa esimerkiksi Maijaan yhteyden. (Sinkkonen ym. 2006, 41.)

Ihmisen tavoitteen ymmärtäminen on tärkeää ihmisen toiminnan ymmärtämisessä. Myös toiminnan apuvälineen eli käyttöliittymän suunnittelijan tulisi aina selvittää itselleen, mikä on minkäkin toiminnan tavoite ja mitä tavoitteita käyttäjillä on, kun he tulevat tähän ikkunaan tai ottavat tämän tuotteen kä-

teensä. Ettei tuotteesta tulisi hyödytöntä, käyttötarinoiden takana tulisi aina olla mielessä tavoite, johon kukin tarina käyttäjää vie. (Sinkkonen ym. 2006, 42.)

### **3.5 Käytettävyyden ja käyttöliittymän kehittäminen**

Vuonna 1991 IBM:n käytettävyydlaboratorio testasi Forte Travellodge-hotelliketjun puhelinvarauskeskuksen atk-järjestelmän. Tutkimuksessa löydettiin 62 käytön ongelmaa. Niiden korjaaminen lisäsi keskuksen kapasiteettia 80 %:lla. Varmasti lähes kaikilla ihmisillä on ollut turhauttavia kokemuksia vaikeasta tai jopa käsittämättömästä tekniikasta. Käytettävyyden testauksella voidaan puuttua tähän yleismaailmalliseen ongelmaan. (Wiio, 2004 luku 1, 1.)

Käytettävyydlaboratorioissa laitetaan tuoreita käyttäjiä suorittamaan annettuja tehtäviä. Heidän suorituksensa taltioidaan ja tutkitaan jälkikäteen perusteellisesti. Tuntuu järkevältä, että sovelluksesta tulee helpompi käyttää, jos käyttöliittymää koskevat päätökset perustuvat havaintoihin eivätkä sovelluskehittäjien arvauksiin. Monet ohjelmistotalot esittelevät mielellään julkisuudessa käytettävyydlaboratorioitaan, joissa tehdään kehitystyötä käytettävyyden parantamiseksi. Käyttäjät alkoivat ihmetellä, missä kyseisten laboratorioden käyttö näkyy, koska ohjelmien käytettävyyden kehittyminen oli niin hidasta. Käsittämättömät sovellukset eivät ole hävinneet historiaan – ne aiheuttavat käyttäjäkunnalleen edelleen joka päivä stressiä ja kustannuksia. (Wiio 2004, luku 1, 1.)

Microsoft on mielellään esitellyt julkisuudessa Word-tekstinkäsittelyohjelman käytettävyydestä, ja Word on varmaankin alan testatuin sovellus. Käytettävyyden testaus on tuonut numeroilla mitattavia parannuksia esimerkiksi toiminnan tehokkuuteen. Näiden menestystarinoiden raportointi alan lehdistössä on kuitenkin saattanut levittää sellaista mielikuvaa, että käytettävyyden luodaan testaamalla ja parantamalla sovelluksen viimeistelyvaiheessa suunnittelutyön tuloksia. Testaus on todistettavasti käyttökelpoinen apu käy-

tettävyyden ongelmiin. Pitää kuitenkin muistaa, että hyvää käytettävyyttä ei luoda vain viimeistelyssä. (Wiio 2004, luku 1, 1.)

Hyvässä käyttöliittymässä ulkoasu tukee tuotteen käsitteellistä sisältöä ja luo tuotteesta yhtenäisen kokonaisuuden. Tuotteen elementit, kuten näppäimet ja näytöt sisältöineen (laitteilla), otsikointi, tekstit ja kontrollit (tietojärjestelmissä), mutta myös tuotteen ”käyttämätön pinta” ovat merkittävä osa käyttöliittymää. (Sinkkonen ym. 2006, 97.)

Hyvän käyttöliittymän periaatteita lyhkäisyydessään ovat seuraavat:

- Toiminnan käynnistämiseen pitäisi käyttää komentopainikkeita tai valikoita.
- Selkeässä käyttöliittymässä yhdellä kontrollilla on yksi ja vain yksi tehtävä. (Wiio 2004, luku 5, 2.)

Hyvin usein ongelmien takaa löytyy sama perimmäinen syy: sovellus ei keskustele käyttäjän kanssa hänen tarpeisiinsa ja näkökulmaansa liittyvillä käsitteillä, vaan ratkaisun tekniseen toteutukseen liittyvillä käsitteillä. Hienot käyttöliittymän yksityiskohdat eivät pelasta juuri mitään, koska käyttöliittymäviestinnän suunnittelun lähtökohdat voivat olla huonoja. (Wiio 2004, luku 5, 2.)

Käyttäjän vuorovaikutus käyttöliittymän kanssa perustuu siihen, että käyttäjä osaa lukea suunnittelijan merkkikieltä. Otetaan esimerkiksi komentopohjainen järjestelmä, joka antaa käyttäjälle kehoitteen, johon käyttäjä vastaa asianmukaisella komennolla, jos osaa eli muistaa komennot ulkoa. Toisena esimerkkinä on GUI-järjestelmä (graphical user interface), jossa käyttäjät ovat oppineet tiettyjen symboleiden tarkoittavan tietyn tyyppistä toimintamahdollisuutta, jonka käyttäjä katsoessaan ikkunaa tunnistaa ja osaa toimia. Esimerkiksi web-sivuilla toimitaan enemmän tekstin varassa, käytetään kuvia, selittäviä tekstejä, mutta myös jonkin verran samantapaisia symboleja kuin GUI-ikkunoissa. Web-sivujen symbolien kieli voi olla kuitenkin vapaampaa, koska selitysteksteillä voi korvata symbolikielen puutteita. Ekstranet-sovelluksissa tulee verkossa vastaan tarve rakentaa konventioita

eli täsmällisempiä symbolirakenteita, joita voidaan höystää kuvilla ja lisäkommenteilla. Elektronisissa laitteissa toimitaan painikkeilla tai pienillä näyttöruuduilla, joissa vuorovaikutus toimii pitkälti valikoiden ja näppäimien varassa. (Sinkkonen ym. 2006, 97.)

Pelkästään kehoitteille ja kysymyksille perustuvia tietojärjestelmiä lukuun ottamatta vuorovaikutuksen rakentamisessa on tuotteen visuaalisella suunnittelulla tärkeä merkitys. Visuaalisessa suunnittelussa on tärkeää selkeä ja yksikäsitteinen suunnittelu, joka auttaa aloittelijaa hahmottamaan kokonaisuuksia, vastaa käyttäjän käsitystä todellisuudesta sekä helpottaa tärkeiden signaalien näkyvyyttä. (Sinkkonen ym. 2006, 97.)

Vuorovaikutus tuotteen kanssa etenee suurelta osin palautteiden eli alkupalautteen ja loppupalautteen varassa. Sitä, kuinka vaikeaa tuotteesta on päätellä, millä toimenpiteellä saadaan haluttu lopputulos, sanotaan toteutuksen kuiluksi. Tämä käsite määrittelee tuotteen kohdalla sitä, kuinka vaikea käyttäjän on alkupalautteen perusteella päätellä, miten pitää toimia ja kuinka hän osaa tehdä toimenpiteet. Arvioinnin kuiluksi kutsutaan sitä, kuinka hankala tuotteen palautteesta on selvittää, tuliko haluttu toimenpide tehdyksi oikein. Helpossa ja tehokkaassa käyttöliittymässä näitä kuiluja ei tulisi olla. (Sinkkonen ym. 2006, 97.)

Suunnittelija joutuu ottamaan tuotteen (näytön) suunnittelussa kantaa seuraaviin asioihin:

- tiedon esittämistapa
- tiedon määrä: liika on liikaa ja liian vähän ei ole riittävästi
- järjestys: looginen ja peräkkäinen, selkeä aloituskohta
- hierarkiat
- rytmitys: käyttäjän katseen ohjaaminen ja ikkunan sisäinen navigointi
- estetiikka: tyhjä tila, ikkunan tasapaino ja ryhmittely
- mikä on tärkeää käyttöliittymän ikkunassa
- asioiden hahmottuminen
- asioiden näkyvyys.

(Sinkkonen ym. 2006, 97.)



Kuulujen pienentämiseen suunnittelijalla on joukko keinoja, joita ovat seuraavat:

- hyvä ja selkeä visuaalinen suunnittelu, jossa on käytetty hyväksi alkupalautteennäkyviä toimintamahdollisuuksia
- konventioiden käyttö
- rajoitusten käyttö ja vastaavuus todellisiin toiminnan kohteisiin
- analogiat (Sinkkonen ym. 2006, 97.)

### **3.6 Tuotteen toiminta ja prototyypin hyödyntäminen**

Toimintatilojen ongelma on siinä, että useissa tilanteissa käyttäjä ei pysty näkemään tai päättelemään, missä tilassa tuote on. Käyttäjä ei esimerkiksi muista, mitä hän on ehtinyt tehdä ennen häiriötä, tai hän on erehdyksessä pannut tuotteen eri toimintatilaan kuin missä hän luulee olevansa. Toinen hankaluus on painikkeiden nimeäminen älykkäissä tuotteissa siten, että nimi on järkevä tietyssä tilassa. Monesti käy niin, että 90 prosenttiin kaikista toimunnoista sopii jokin kätevä kiinteä näppäin, mutta loppuihin 10 prosenttiin jää vain outoja ja hankalia mahdollisuuksia. (Sinkkonen ym. 2006, 99.)

Toimintatilojen käyttöön suhtaudutaan monin eri tavoin: osa käytettävyydestä pitää niitä ongelmien alkuna kun taas toisten mielestä ne ovat varsin näppäriä. Kysymys on yleensä kuitenkin siitä, kuinka hyvin eri toimintatilat on toteutettu. Tuote antaa tehdä vain niitä toimintoja, jotka ovat asianomaisessa toimintatilassa mahdollisia. Hyvin suunniteltuja toimintatiloja käyttäjä osaa käyttää intuitiivisesti edes huomaamatta mitä tekee. (Sinkkonen ym. 2006, 99.)

Toiminnallinen prototyyppi on kaikkein tärkein ja pisimmälle viety sovellus, joka ei ole vielä valmis käyttöliittymä, mutta se on jo kuitenkin periaatteessa toimiva sovellus. Prototyypillä päästään kokeilemaan käyttöliittymää nopeammin ja pienemmillä kustannuksilla. Tämä helpottaa tuotteen toimitilojen kehittämistä oikeaan suuntaan ennen tuotteen tuomista markkinoille. Prototyypistä voidaan karsia esimerkiksi tuotteen käyttäjän mielestä turhia ominaisuuksia tai lisätä tarvittavia ominaisuuksia. (Kuutti 2003, 106.)

Toiminnallisuutta karsittaessa pyritään kuitenkin säilyttämään lopullisen version ominaisuudet, mutta niiden toiminnallisuutta on voitu rajoittaa. Näin päästään testaamaan kaikkia lopulliseen versioon suunniteltuja ominaisuuksia. Prototyyppiä käytetään yleensä vain kerran, joten prototyyppiä laadittaessa ei tarvitse noudattaa niin hyviä työtapoja ja ohjelmistoteknisiä menetelmiä kuin oikeaa tuotetta tehtäessä. (Kuutti 2003, 106.)

### **3.7 Tuotteen esitysmuoto ja koodaus**

Hyvä esitysmuoto tuo esiin oleelliset asiat tuotteen elementeistä ja tilanteista. Tarkoituksena on jättää pois epäoleelliset asiat. Erilaiset esitystavat voivat johtaa erilaisiin tulkintoihin ja oikea esitystapa on valittava sen mukaan, mitä käyttäjä tekee kyseessä olevalla tuotteella. Jos esimerkiksi käyttäjän on tärkeää pystyä havaitsemaan epänormaalit arvot normaalien joukosta, epänormaalien arvojen esittäminen poikkeavalla värillä tehostaa käyttäjän tehtävää. (Sinkkonen ym. 2006, 103.)

Koodi on sääntö tai periaate, joka yhdistää asian tai kohteen ilmauksen. Se kertoo myös tulkitsijan sille antaman käsitteistämisen. Tämä tulkinta eli koodin käyttö tapahtuu tehokkaana osana havaitsemisprosessia. Koodia voidaan ajatella joukkona ”sääntöjä”, joiden perusteella havaitun merkin ja todellisen maailman suhde luodaan. Tämä antaa käyttöliittymän suunnittelijalle suuren vapauden koodauksen valintaan. Koodaus voidaan suorittaa käyttäjän tehtävää parhaiten palvelevalla tavalla. Samalla ollaan kuitenkin vastuussa sellaisen koodaustavan valinnasta, jonka käyttäjä tuntee ennestään juuri oikeassa merkityksessä. Muussa tapauksessa käyttäjä joutuu opettelemaan joka kerta uuden koodaustavan tai pahemmassa tapauksessa sekoittaa koodit. Koko käyttöliittymä on eräänlaista koodausta, jossa tuotteen sisäisille näkymättömille asioille annetaan koodauksessa ilmiä. (Sinkkonen ym. 2006, 106.)

Oleellista koodauksessa on yksilön tavoitteen kannalta merkityksellisen informaation välittäminen koodissa. Koodaus on tehtävä niin, että käyttäjä saa vastauksen tai pystyy tekemään tehtävänsä mahdollisimman hyvin ja tehokkaasti koodin avulla. Koodauksen tavoitteena voi olla esimerkiksi tukea hahmottamista, valintaa joukosta, paikan hahmottamista, määrän tai koon arvi-

oimista, työn vaihetta tai vain yleisesti vuorovaikutusta käyttäjän kanssa. Koodausta käytetään sekä navigointia tukemassa että välittämässä järjestelmän sisältämää tietoa. (Sinkkonen ym. 2006, 107.)

### **3.8 Kuva vai teksti käyttöliittymässä**

Käyttöliittymän suunnittelussa joutuu aina välillä ottamaan kantaa kysymykseen, esittääkö asian kuvana vai tekstinä. Tekstin ja kuvan keskinäinen paremmuus koodaustapana riippuu tietenkin lopulta siitä, kuinka käytettävä termi on ja miten hyvin toiminnot tai kohteet on pystytty esittämään kuvallisesti. Tekstitermi on helpompi saada merkitykselliseksi ja ymmärrettäväksi, mutta kuvasymboli toimii koodin oppimisen jälkeen nopeammin. Tekstien etuna on toisaalta myös se, että käyttäjä voi käyttää helpommin poissulkevaa valintatekniikkaa. (Sinkkonen ym. 2006, 108.)

Symbolikuvien tuottaminen on vaativaa ja luovaa työtä, jossa kokonaisuuden visuaalisuus sekä symbolikuvien selkeys ja ymmärrettävyys kilpailevat. Esimerkiksi voidaan rakentaa kuvakesarja niin, että jokainen niistä toistaa samaa yrityksen visuaalista ilmettä. Tämä ilme voi puurouttaa suunnittelun pahasti, jos se on huonosti toteutettu. Kuvakkeet on tarkoitettu toisistaan erottuviksi, ei koristeornamentiksi. Ihan yksilöllisiä kuvakkeiden ei tarvitse olla. Ne kannattaa suunnitella kuvakkeiden kieleksi, jossa värikoodilla tai jollain tunnuskuvalla ilmaistaan kuvakkeen takana olevan toimenpiteen kuuluvan johonkin toimenpiteiden ryhmään tai niistä aukeavan sovelluksen johonkin sovellusryhmään. (Sinkkonen ym. 2006, 108.)

### 3.9 Värät käyttöliittymässä

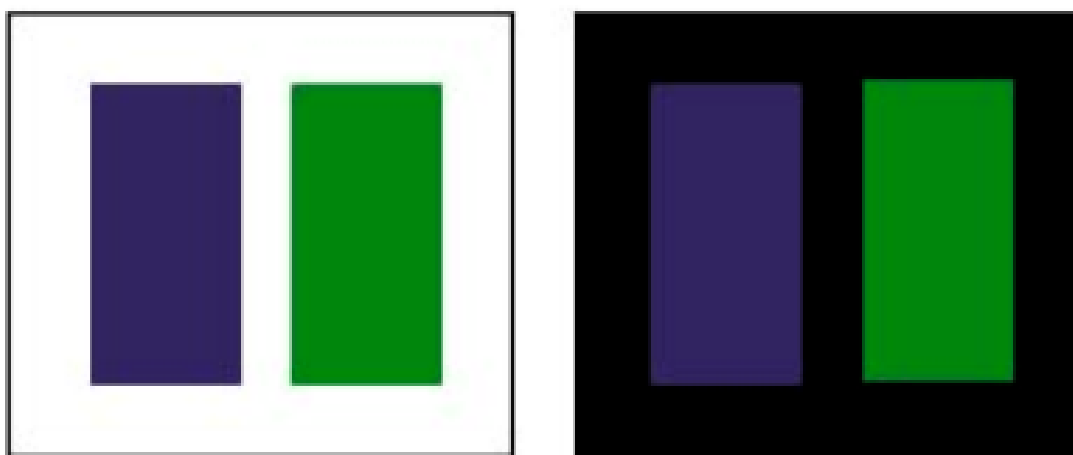
Värisuunnittelua monimutkaistaa se, että väriaistimukseen vaikuttaa sen paikka, koko ja muoto. Myös eriväriset elementit vaikuttavat toisiinsa. Valkoinen neliö mustalla pohjalla näyttää suuremmalta kuin musta neliö valkoisella taustalla, koska valkoinen loistaa ulospäin ja näyttää ylittävän rajansa. Toisaalta musta näyttää vetäytyvän itseensä. (Kuva 3.) Tämän ilmiön vuoksi musta teksti valkoisella pohjalla ja saman paksuinen valkoinen teksti mustalla eivät näytä saman paksuisilta. Värien asettaminen toisen värin päälle aiheuttaa sen sävyn muuttumisen silmässä. Vaaleat, kirkkaat ja lämpimät värät näyttävät nousevan lähemmäksi katsojaa, mutta värin synnyttämä tilavaikutus on suhteellinen ja sidoksissa muihin samaan aikaan vaikuttaviin väreihin (kuva 4). (Sinkkonen ym. 2006, 117.)

Voimakkaat kromaattiset värät, etenkin vastavärät (keltainen ja sininen, punainen ja vihreä, mutta myös punainen ja sininen, sininen ja vihreä) aiheuttavat väreilyä alueiden rajalla. Vahvat värät aiheuttavat pitkään katsottaessa jälkikuvia. Jälkikuvia syntyy itse asiassa aina, kun tuijottaa jonkin aikaa mitä tahansa kromaattista tai akromaattista väriä keskiharmaata lukuun ottamatta. Vahvoja värejä ei siis kannata käyttää järjestelmissä, joita käyttäjät käyttävät päivittäin pitkään. (Sinkkonen ym. 2006, 117.)

Lämpimät värät, kuten punainen, tuntuvat katsojasta tulevan lähemmäksi ja kylmät värät, kuten sininen, vetäytyvät taustalle. Tästä johtuen kirkas kromaattinen väri, oli se kylmä tai lämmin, tuntuu kaappaavan katseen. Sen vuoksi kirkkaat värät sopivat pieninä pintoina korostamaan asioita. (Sinkkonen ym. 2006, 118.)



*KUVA 3. Musta ja valkoinen pieni nelikulmio ovat samankokoiset (Sinkkonen ym. 2006, 117)*



*KUVA 4. Vaalealla pohjalla vaalea väri vetäytyy taustaa kohden, tumma nousee esiin lähemmäksi katsojaa, tummalla pohjalla päinvastoin (Sinkkonen ym. 2006, 117)*

### 3.10 Käyttöliittymän elementtien asettelu

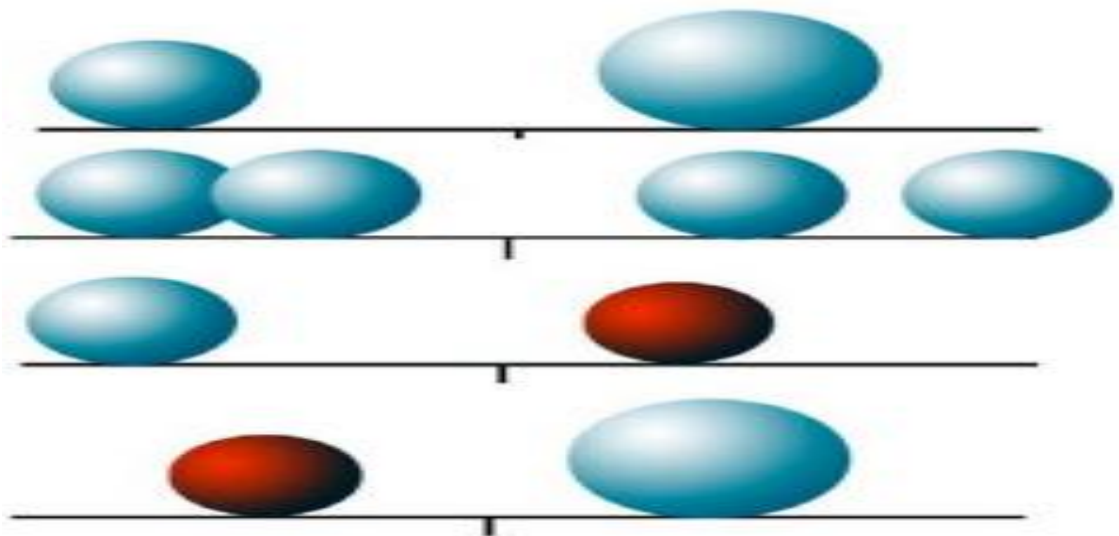
Visuaalisella suunnittelulla on erittäin tärkeä vaikutus nimenomaan uusien käyttäjien osaamiseen. Visuaalisella suunnittelulla voidaan myös vaikuttaa tuotteen käytön tehokkuuteen. Näyttöjen hyvällä suunnittelulla ja sen visuaalisia ominaisuuksia kehittämällä työskentelynopeus paranee 20–40 prosenttia. Esteettinen ja miellyttävä kokonaisuus on tärkeää, mutta visuaalisessa suunnittelussa on tietenkin paljon muutakin kuin hyvien värien valintaa ja kokonaisuuden sommittelua tasapainoisen näköiseksi. Tärkeintä on käyttöliittymän sisältö ja toimivuus. Suunniteltaessa tuotteen ulkonäköä, täytyy pitää huolta erityisesti tiedon koodauksesta ja esitysmuodosta. Mukaan voidaan myös lukea käyttäjän ymmärtämä terminologia ja näihin liittyvä symbolien yhdistely ymmärrettäväksi kieleksi. (Sinkkonen ym. 2006, 131.)

Tärkeää on myös sivun (ikkunan) asettelu. Siinä käytettäviä keinoja ovat värit ja typografia navigoinnin suunnitteluikkunan sisällä. Tämä tarkoittaa sitä, että tiedon organisointi ja järjestäminen sekä taustan käyttö on otettu suunnittelussa huomioon. Tuotteen käyttöliittymän elementtien asettelun tavoite on huolehtia niin hyvästä kommunikoinnista käyttäjän ja tuotteen välillä kuin on vain mahdollista. Hyvä tarkoittaa tässä tapauksessa mahdollisimman intuitiivista ja tehokasta. Käyttöliittymäkomponenttien asettelussa täytyy lähteä liikkeelle käyttäjän tavoitteesta ja tehtävistä. Käyttöä ohjaavista asioista etenkin vastaavuus rakennetaan visuaalisen suunnittelun avulla. Keinoja, joita suunnittelijan kannattaa käyttää käyttöliittymän suunnittelussa, ovat esimerkiksi elementtien ryhmittely ja järjestys. Myös asioiden hierarkian näyttäminen siten, että se vastaa elementtien takana olevien käsitteiden todellisia suhteita, on huomioitava. (Sinkkonen ym. 2006, 131.)

Asettelyn tasapaino riippuu kontrastien ja tyhjän tilan käytöstä, elementtien muodosta ja sijoittelusta, liikesuunnista ja värien käytöstä. Tasapainoisessa esityksessä olennainen on tuotu esille liioittelematta, mutta selkeästi. Liian kirjava sivu on sekava ja vaikeasti hahmotettava. Lattea esitys syntyy silloin, kun käytetään latteasti kontrasteja, mikä on tietenkin ymmärrettävää silloin, kun tuote on tarkoitettu pitkäaikaiseen käyttöön. (Sinkkonen ym. 2006, 131.)

Visuaaliset elementit tasapainottavat tyhjää tilaa. Erityisesti tärkeät elementit korostetaan tyhjällä tilalla. Esimerkiksi jos sivu (ikkuna) on muilta osin täynnä elementtejä, tila muodostaa näkyvän kontrastin muun alueen kanssa. Huomattava on kuitenkin, että tyhjä tila on tärkeä. Suunnittelusäännöt sanovat, että jokainen näytön elementti hidastaa muiden elementtien huomaamista. Kuitenkaan rinnakkaishaussa muulla tekstin määrällä ei ole merkitystä. Puolityhjiillä sivuilla tai ikkunoilla saatetaan lisätä eri sivuilla liikkumista tarpeettomasti. Keskitie on siis hyvä tässäkin asiassa. (Sinkkonen ym. 2006, 132.)

Kuvasta 5 huomataan, kuinka toiselle puoliskolle asetettua suurta hahmoa voidaan tasapainottaa useammilla pienillä hahmoilla. Kuvan 5 toisella laidalla olevaa tummaa hahmoa voidaan tasapainottaa useampien vaaleiden hahmojen avulla. Mitä kauempana keskipisteestä elementti on, sitä painavampi se on. Lähellä toisiaan olevien kappaleiden huomio, ja siis painoarvo, on suurempi kuin kaukana toisistaan olevien vastaavien elementtien. (Sinkkonen ym. 2006, 135.)



*KUVA 5. Elementtien tasapaino (Sinkkonen ym. 2006, 135)*

### 3.11 Tuotteen ja käyttöliittymän oppiminen

Opittavuus on yksi keskeisiä käytettävyyden osatekijöitä ja se on mukana useimmissa käytettävyyden määritelmässä. ISO 9241–10 -standardi sanoo opittavuudesta, että vuorovaikutus tuotteen ja ihmisen kanssa on silloin sopivaa oppimiseen, kun se tukee ja opastaa käyttäjää järjestelmän oppimisessa ja suosittelee suunnittelijoille tunnettuihin oppimisstrategioihin perehtymistä. ISO 9241–11 -standardi kuvaa opittavuutta tuotteen tuoton, tehokkuuden ja miellyttävyyden kautta:

- Tuotto: kuinka monta toimintoa on opittu, kuinka monta prosenttia käyttäjistä on oppinut tietyt asiat.
  - Tehokkuus: paljonko aikaa menee tiettyjen asioiden oppimiseen, paljonko aikaa menee tiettyjen asioiden uudelleenoppimiseen.
  - Miellyttävyys: kuinka helposti opittavana tuotetta pidetään.
- (Sinkkonen ym. 2006, 194.)

Hankalan operatiivisen tuotteen käytön oppiminen on mahdollista koulutuksella ja harjoittelulla. Selvää on, että ihan kaikkien tuotteiden käyttöä ei voi millään opettaa kaikille käyttäjille ja jos voikin, se ei ole järkevää. Siihen menee tavallisesti enemmän aikaa ja rahaa kuin tuotteen tekemiseen helppokäyttöisemmäksi. Epäintuitiivisissa tuotteissa myös tottuneiden käyttäjien tuotteen virheikäytön määrä kasvaa. Helppokäyttöisyys säästää sekä opiskelusta että tehottomasta tuotteen käytöstä syntyviä kustannuksia. Opittavuus säästää käyttäjiä turhautumasta ja stressaantumisesta. (Sinkkonen ym. 2006, 194.)



Opittavuutta pidetään tehokkuuden vastakohtana, mutta selkeä, hyvin tehty ja helposti opittava järjestelmä parantaa myös tuotteen tehokkuutta. Virheiden korjaamiseen menee paljon aikaa, jos tuote ei ole johdonmukainen ja yhdenmukainen termistöltään ja toimintatavaltaan. Tuotteen pitää myös olla selkeä rakenteiltaan. Jos tuotteella ei ole näitä ominaisuuksia, kärsivät sekä tehokkuus että opittavuus. Kun tuote on rakennettu siten, että se vastaa käyttäjien tarpeita, tavoitteita ja siihen on rakennettu tehokäyttäjää varten oikoteitä, se on hyvä tuote. Näin aloittelija voi edetä vaihe vaiheelta ja saa tuotteesta sekä helppokäyttöisen että tehokkaan. (Sinkkonen ym. 2006, 194.)

Tuotteen käyttö voidaan opetella kahdella tavalla:

(a) Käyttöä voi harjoitella prosesseina eli toimenpidesarjoina, kunnes ne osataan toistaa virheettömästi. Aluksi käytetään deklarativista tietoa, joka kertoo, mitä tehtävään kuuluu ja missä järjestyksessä ja ympäristössä jokin asia tehdään. (Sinkkonen ym. 2006, 199.)

(b) Opetellaan ymmärtämään tuotteen toimintaperiaate. Lopputulos ei tietenkään ole ihan sama, eivätkä molemmat käyttötavat sovi kaikkiin tuotteisiin eivätkä kaikkiin käyttöolosuhteisiin. Opettelutapoja voi myös sekoittaa keskenään. Tehtäväsarjan tai toimintoketjujen opettelu tapahtuu harjoittelemalla asiaa, kunnes se on opittu. Keskeistä harjoittelussa on positiivinen palaute. Kun tehtäväsarja saadaan tehtyä oikein, sarja pyritään toistamaan, kunnes se on hioutunut niin, että joka kerta aloittaessamme sarjan se sujuu oikein ja automaattisesti. Opettelussa voi käyttää myös mielikuvaharjoittelua. Tuotteen käyttöliittymän vihjeet auttavat muistamisessa. (Sinkkonen ym. 2006, 199.)

Ymmärtämisen opettelu tarkoittaa lähinnä syötteiden ja tulosteiden kausaalisten suhteiden ymmärtämistä sekä yhtenäisen ja koherentin näkemyksen syntymistä tuotteen ideoista ja rakenteesta. Ymmärtäminen vaatii käyttäjän omaa panosta ja tarkoittaa uuden tiedon ja irrallisten ajatusten yhdistelemistä johdonmukaiseksi kokonaisuudeksi. Ymmärrystä ei voi siirtää suoraan henkilöltä toiselle, koska tietorakenteemme eli vanha ymmärryksemme on niin yk-

silöllistä. Ymmärtämistä voidaan kuitenkin tukea. (Sinkkonen ym. 2006, 199–200.)

Ymmärtäminen tarkoittaa, että henkilö liittää asioita mielessään yhteen jollain perusteella ja pystyy järkeilemään syyn yhteyteen. Ihminen on tyypillisesti kiinnostunut paitsi siitä, että tapahtumasta A seuraa tapahtuma B, myös siitä, miksi A:sta seuraa B. Usein on vaikea todeta, ymmärtääkö toinen ihminen asian oikein, koska on mahdotonta tietää, mitä toisen päässä liikkuu. Toisinaan riittää, että henkilö osaa tehdä asiat peräkkäin eli muistaa missä järjestyksessä pitää toimia. Toisinaan on taas ymmärrettävä asioiden yhteydet sekä niiden kausaalisuhteet. Ymmärtämällä asioita pystytään toimimaan maailmassa, vaikka maailma ei toimisikaan aina täsmälleen odotetulla tavalla. (Sinkkonen ym. 2006, 200.)

On olemassa tekniikoita, jotka edistävät uusien asioiden liittämistä vanhoihin tietoihin. Näitä ovat muun muassa ennakkojäsentäjät, kuvat, otsikot, nimikkeet ja menetelmät, kuten asian työstäminen, yhteenvedot ja selittämiset. Ne käyttäjät, jotka pyrkivät selittämään tapahtumien välisiä kausaalisia suhteita, oppivat paremmin kuin ne, jotka eivät tee sitä. Itselle esitetty kysymys ”miksi” aktivoi aikaisemman tiedon asiasta, ja uusi tieto liittyy paremmin aiempaan. (Sinkkonen ym. 2006, 200.)

Kun halutaan edistää oppijoiden tietorakenteiden selkiytymistä ja auttaa muodostamaan opittavasta asiasta selkeä tietorakenne, voidaan käyttää ennakkojäsentäjää. Ennakkojäsentäjän peruseräkkeet ovat seuraavat:

(a) Opetettava sisältö täytyy organisoida ja esitellä aluksi opin tavallisimmat ideat ja käsitteet ja sitten kasvattaa yksityiskohtien määrää ja ominaisuuksia.

(b) Uudet ideat suhteutetaan aina aiemmin opittuun. (Sinkkonen ym. 2006, 200.)

Tuotteiden käyttöä opeteltaessa käyttäjän tavoitteena on harvoin pelkästään oppia käyttämään sitä. Varsinkin tietokonejärjestelmissä käyttäjät ovat eksperttejä varsinaisessa työssään, jota he itse asiassa ovat tekemässä. Tuote on vain apuvälineenä toimenpiteiden tekemisessä. Käyttäjät tekevät johtopäätöksiä siitä, kuinka järjestelmän kanssa tulisi toimia. Tällöin he nojaavat vahvasti analogisiin vertailuihin uuden kokemuksensa ja vanhan toimintatavan välillä. Mitä vahvempi on vastaavuus tuotteen kanssa toimimisen ja sen välillä, miten käyttäjä ymmärtää, että työ pitää tehdä, sitä helpompaa on uuden oppiminen. (Sinkkonen ym. 2006, 200.)

### **3.12 LabVIEW-ohjelmointikieli ja Matlab-ohjelma**

Insinööriyössä käytettiin LabVIEW-ohjelmointiympäristö käyttöliittymän suunnitteluun ja toteuttamiseen. LabVIEW on National Instrumentsin tekemä ohjelmointiympäristö, joka perustuu graafiseen G-kieleen. LabVIEW'sta on saatavissa versiot Windowsiin, Linuxiin, Maciin ja Solarikseen. LabVIEW-ohjelmat ovat suoraan siirrettäviä eri käyttöjärjestelmien välillä pois lukien tietyt käyttöjärjestelmäkohtaiset rajoitukset kuten ActiveX-komponentit. (Wikipedia. 2010, hakusana LabVIEW.)

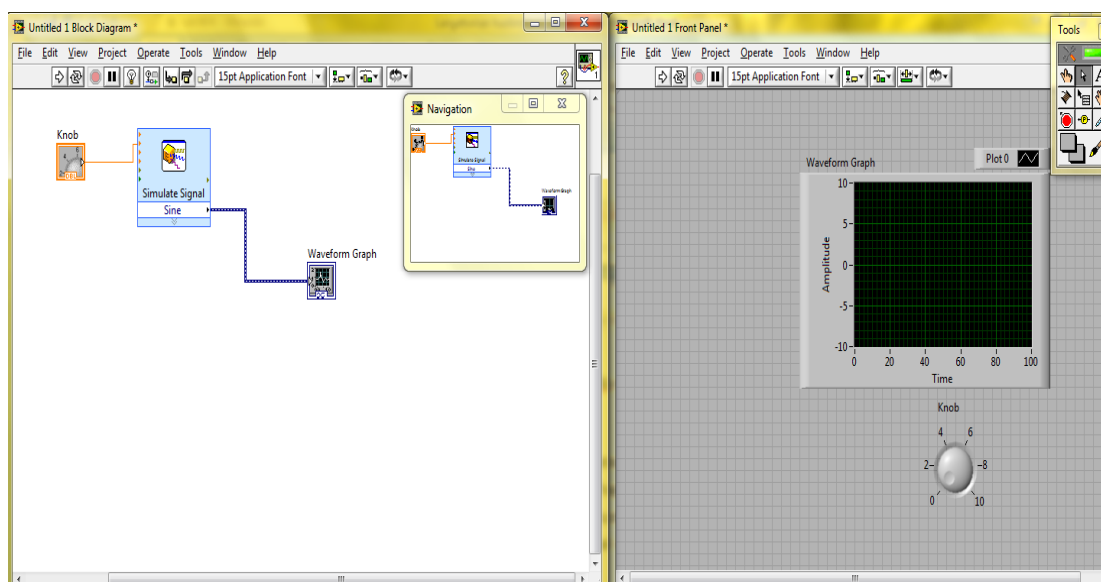
LabVIEW'n avulla suunnittelijat ja tutkijat voivat liittää eri mittalaitteet ja ohjussovellukset, analysoida ja jakaa mittaustuloksia sekä hajauttaa järjestelmiä nopeasti ja kustannustehokkaasti. LabVIEW:ssa yhdistyvät ohjelmointikielen joustavuus ja tehokas suunnittelutyökalu, joiden yhdistelmä mahdollistaa erilaisten projektien ja käyttöliittymien helpon toteutuksen. (NI LabVIEW. 2010, linkki LabVIEW. )

LabVIEW-ohjelmointikieltä on helppo oppia ja se on optimoitu riittävän tehokkaaksi. Käytettävissä ovat muun muassa tapahtumat (events), varmat jonot (semaphores, FIFOs), OpenGL-grafiikka, TCP/IP-tuki ja suuri aihekohtainen aliohjelmakirjasto. LabVIEW on lähes de facto -standardi mitta- ja testaussovelluksissa, mutta kypsyytensä ja helppokäyttöisyytensä ansiosta se soveltuu usein yleisohjelmointikieleksi. Joitakin operaatioita LabVIEW'lla on kuitenkin työläs tehdä. Esimerkiksi mutkikkaat merkkijonojen käsittelyope-

raatiot ja vastaavat kannattaa tehdä jollain muulla kielellä. Myös hajautustaulujen yms. toteuttaminen LabVIEW'illa on vaikeaa, koska siinä ei ole sellaista sisäänrakennettuna. (Wikipedia. 2010, hakusana LabVIEW.)

LabVIEW'ta käytetään tyypillisesti muun muassa PC-pohjaisissa teollisuusautomaatio-sovelluksissa ja hyvinkin laajoissa hajautetuissa tiedonvarastointi- ja analysointisovelluksissa. Tehokkuutensa vuoksi se kilpailee täysin esimerkiksi C/C++-ohjelmoinnin kanssa. Uusimmat LabVIEW-versiot ovat tyypillisesti nopeampia kuin aiemmat LabVIEW-versiot. (Wikipedia. 2010, hakusana LabVIEW.)

Kuvassa 6 näkyy LabVIEW-ohjelman käyttöliittymä. Vasemmalla puolella kuvaa 6 on lohko-kaavioalusta, johon ohjelmoija voi erilaisilla graafisilla rakennuselementeillä koota haluamansa LabVIEW-ohjelmakoodin. Kuvan 6 oikealla puolella näkyvä ikkuna on LabVIEW-ohjelman etupaneeli, joka on ns. ohjelman käyttöliittymä. Ikkunaan ohjelmoijalla on mahdollisuus toteuttaa haluttuja graafisia ja symbolisia käyttöliittymän elementtejä. Lohko-kaavioalusta ja etupaneeli ovat yhteydessä toisiinsa. Lohko-kaavioalustassa ohjelmoitu graafinen ohjelmakoodi saadaan konkreettisesti näkyviin etupaneelissa.



KUVA 6. LabVIEW-ohjelmointiympäristö

Matlab on numeeriseen laskentaan tarkoitettu ohjelmisto sekä siinä käytettävä ohjelmointikieli. Matlab sisältää toimivan kokonaisuuden helppoon ja tehokkaaseen matriisien käyttämiseen, funktioiden, datan visualisointiin ja algoritmien toteuttamiseen. Sillä voidaan myös luoda käyttöliittymiä sekä olla vuorovaikutuksessa muilla kielillä luotujen ohjelmien kanssa. Peruskokoonpanon lisäksi ohjelmistoon on saatavilla lukuisia lisätyökaluja (toolbox), joiden avulla voidaan lisätä erityisaloja koskevaa toiminnallisuutta. (Wikipedia. 2011, hakusana Matlab.)

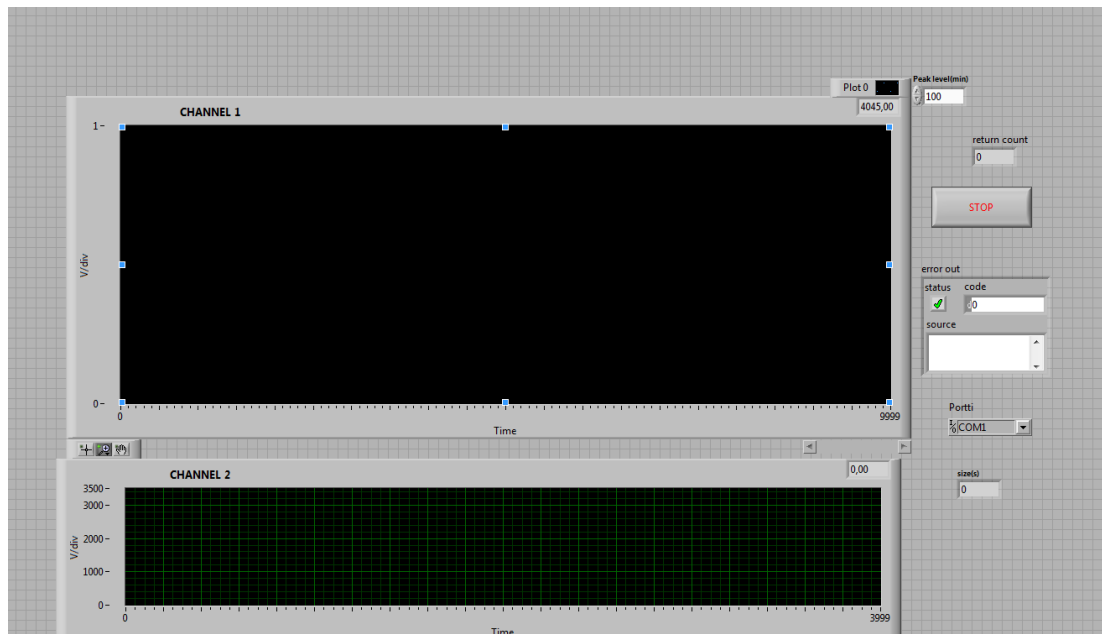
Insinööriyössä käytettiin Matlab-ohjelmointia vain sykkeen ja EKG-käyrän laskentaan. Itse käyttöliittymän suunnitteluun Matlabia ei käytetty, mutta tärkeä osa sillä oli oikeanlaisen mittaustuloksen saamiseen käyttäjältä.

## 4 TULOKSET

Tässä luvussa käsitellään insinööriyössä saadut tulokset. Aluksi esitellään langattoman huolimittarin alkuperäinen käyttöliittymä ja tämän jälkeen uusi käyttöliittymä. Tulokset-osiossa käsitellään myös käyttöliittymän testaus ja sen tulokset.

### 4.1 Langattoman huolimittarin alkuperäinen käyttöliittymä

Aikaisempi käyttöliittymä on tehty LabVIEW-ohjelmointikielellä. Alkuperäinen käyttöliittymä on kuvan 7 mukainen.

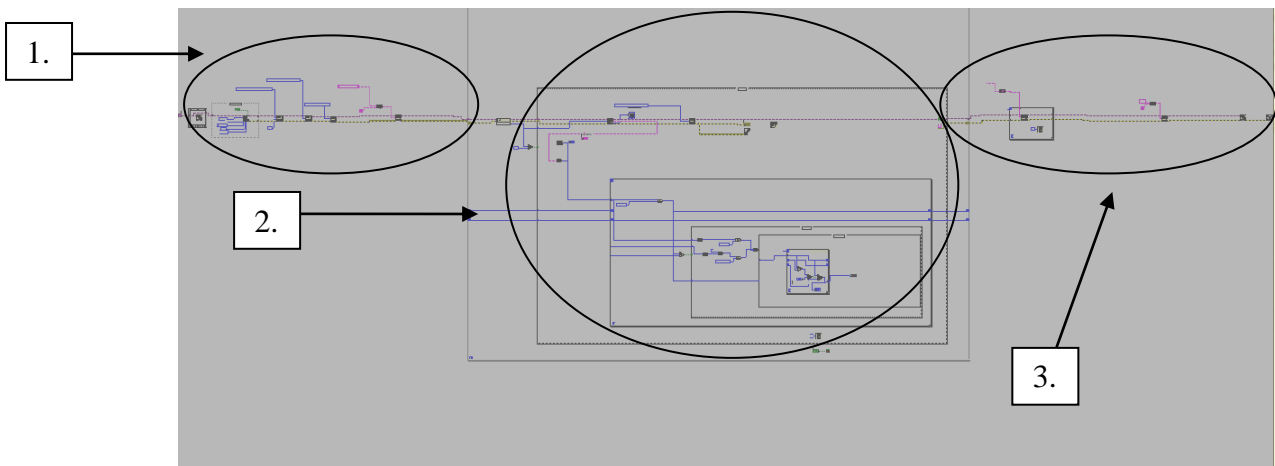


*KUVA 7. Langattoman huolimittarin alkuperäinen käyttöliittymä*

Alkuperäisestä käyttöliittymästä ei ole juuri hyötyä siihen tarkoitukseen, johon langaton huolimittari on suunniteltu. Käyttöliittymässä ei ole sykkeen ja EKG-käyrän laskentaa eikä se anna mitään muutakaan hyödyllistä tietoa käyttäjälle. Se on hyvin karkea ja yksinkertainen. Käyttöliittymän tarkoituksena on ollut todentaa langattoman huolimittarin oikeanlainen toiminta ja se on tarkoitettu vain testauskäyttöön, johon se soveltuu erinomaisesti.

Kuvassa 7 näkyvät näyttöruudut näyttävät reaaliajassa langattomalta huolimittarilta tulevan datan eri kanavilta. Alkuperäisen käyttöliittymän puutteet huomioon ottaen on todella tärkeää tehdä toimiva ja riittävän yksinkertainen uusi käyttöliittymä, joka vastaa käyttäjän tarpeita. Tämä tarkoittaa sitä, että uudesta käyttöliittymästä saadaan käyttäjän kannalta kaikki tarpeellinen näkyviin, esimerkiksi sykkeen ja EKG-käyrän laskenta riittävästä näytteiden määrästä.

Aikaisemman käyttöliittymän graafinen LabVIEW-ohjelmakoodi on kuvan 8 mukainen.



*KUVA 8. Langattoman huolimittarin alkuperäisen käyttöliittymän LabVIEW-ohjelmakoodi*

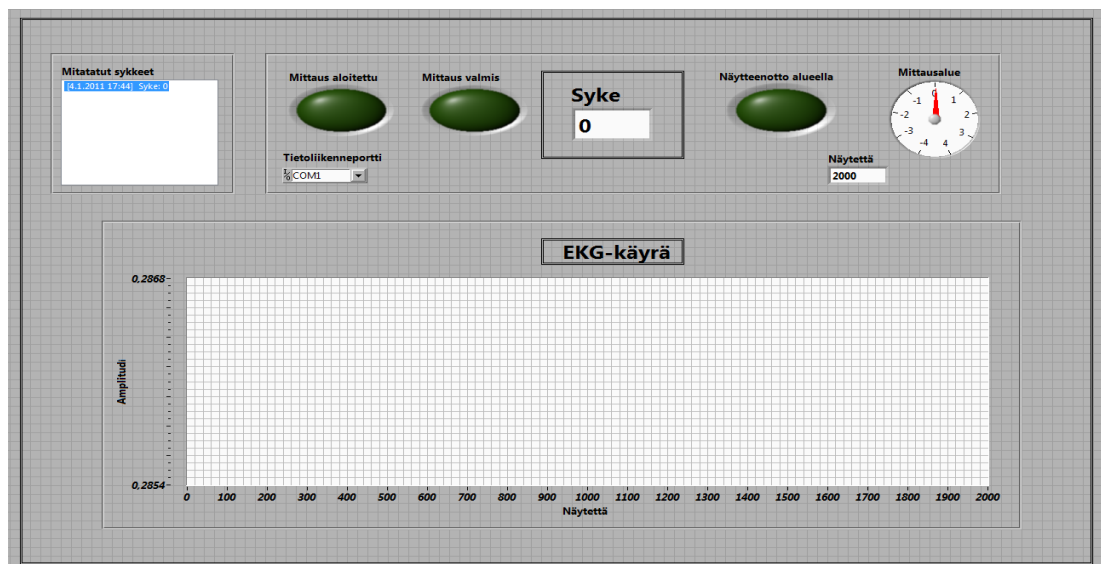
Alkuperäinen graafinen LabVIEW-ohjelmakoodi on hyvin pelkistetty. Siinä on vain kaikki tarpeellinen langattoman huolimittarin toiminnan todentamisen kannalta. Kuvan 8 kohdassa 1 tapahtuu yhteyden muodostaminen tietokoneeseen liitettävän langattoman huolimittarin vastaanotinyksikön ja langattoman huolimittarin välillä. Kuvan 8 kohdassa 2 tapahtuu bittien maskaaminen 16 bitistä 12 bittiin ja liian suurten signaalipiikkien eliminointi saapuvasta datasta. Kuvan 8 kohdassa 2 saatu datasiignaali viedään kuvan 7 mukaiselle näyttöruudulle, jossa se näkyy reaaliajassa. Kuvan 8 kohdassa 3 tapahtuu yhteyden katkaiseminen langattoman huolimittarin ja vastaanottimen välillä.

Alkuperäiseen käyttöliittymän graafiseen LabVIEW-ohjelmakoodin on tarkoitus lisätä tarvittavat ominaisuudet, joilla uudesta käyttöliittymästä saadaan välitettyä käyttäjälle kaikki tarvittava hyödyllinen tieto. Alkuperäinen graafinen LabVIEW-ohjelmakoodi on hyvä pohja uuden käyttöliittymän kehittämiseksi, koska siinä on tarvittavat perusominaisuudet valmiina. Perusominaisuuksilla tarkoitetaan yhteyden muodostamista ja yhteyden sulkemista langattoman huolimittarin ja tietokoneeseen liitettävän vastaanottimen välillä. Myös bittien maskaaminen ja ylimääräisten signaalipiikkien suodattaminen ovat hyödyllisiä ominaisuuksia uutta käyttöliittymää suunniteltaessa.

## 4.2 Langattoman huolimittarin uusi käyttöliittymä

Uusi käyttöliittymä tehtiin LabVIEW-ohjelmointikielellä. Uusi käyttöliittymä sisältää kaksi ohjelmaa. Nämä ovat pääkäyttöliittymä ja painonapille tehty käyttöliittymä.

Huolimittarin käyttöliittymän pääkäyttöliittymä on kuvan 9 mukainen.



KUVA 9. Langattoman huolimittarin pääkäyttöliittymä

Uusi käyttöliittymä (kuva 9) eroaa huomattavasti alkuperäisestä käyttöliittymästä (kuva 7). Uudessa käyttöliittymässä on EKG-käyrälle yksi graafinen näyttö, josta selviää näytteiden määrä ja amplitudin arvo näytehetkellä. EKG-



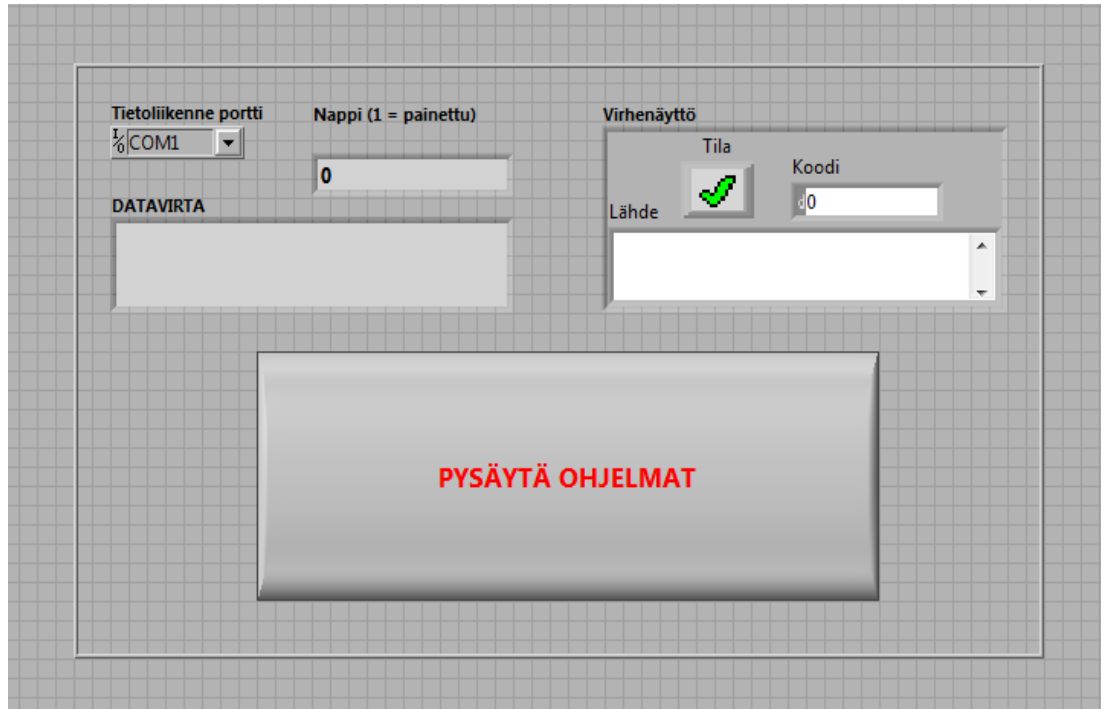
käyrän näytöstä voidaan tutkia EKG-käyrää ja mitatusta EKG-käyrästä voidaan tehdä tarvittavat diagnoosit käyttäjän terveydentilasta. Käyttöliittymän vasemmassa yläreunassa näkyvässä taulukossa näkyvät mitatut sykkeet (kuva 9). Taulukkoon mahtuu 11 mittauksen sykkeen arvot, minkä jälkeen taulukon arvot alkavat täyttyä alusta entisten mittausten päälle. Taulukosta selviää myös mitatun sykkeen päivämäärä ja aika.

Uudessa käyttöliittymässä ylhäällä keskellä on sykkeen näyttö. Näytöstä näkee mittauksen valmistuttua käyttäjältä lasketun sykkeen. Sykkeen näytön vasemmalla puolella on mittauksen aloituksen merkkivalo ja mittauksen valmistumisen merkkivalo. ”Mittaus aloitettu” -merkkivalo ilmaisee mittauksen aloittamisen. Merkkivalo palaa sinisenä merkinä mittauksen aloittamisesta. ”Mittaus valmis” -merkkivalo ilmaisee mittauksen valmistumisen ja se palaa sinisenä noin 2 sekuntia mittauksen valmistuttua. Sykenäytön oikealla puolella on ”Näytteenotto alueella” -merkkivalo, joka palaa sinisenä silloin, kun ollaan näytteenottoalueella. Merkkivalojen väri on sininen sen takia, että sillä vältetään punavihersokeudesta aiheutuva värien tunnistamisen häiriö.

Uuden käyttöliittymän oikeassa ylänurkassa on ”Mittausalue”-näyttö, joka näyttää, millä amplitudialueella liikutaan. Mittausalue on säädetty välille  $-1,0-1,0$  voltia, koska näin saadaan oikeanlainen mittaustulos aikaiseksi mitattavasta signaalista. Käyttäjistä saatavan signaalin ollessa oikealla mittausalueella ”Näytteenotto alueella” -merkkivalo loistaa sinisenä merkiksi oikeasta näytteenottoalueesta. Tämä merkitsee sitä, että käyttöliittymä aloittaa näytteiden ottamisen sykkeen ja EKG-käyrän laskentaa varten.

”Mittausalue”-näytön vasemmalla alhaalla on näytemäärän näyttö, joka näyttää reaaliajassa otettavien näytteiden määrää. Uusi käyttöliittymä on ohjelmoitu ottamaan 2000 näytettä, josta lasketaan mitattavan henkilön syke ja EKG-käyrä. ”Mittaus aloitettu” -merkkivalon alapuolella on tietoliikenneportin valinta- ja näyttöruutu, joka näyttää valitun tietoliikenneportin. Valitun tietoliikenneportin on oltava se portti, johon on liitetty langattoman huolimittarin vastaanotin.

Uuteen käyttöliittymään kuuluu myös langattoman huolimittarin painonapille tehty oma käyttöliittymä, jota tarvitaan itse pääohjelman käynnistämiseen. Painonapille tehty käyttöliittymä voidaan laittaa pois näkyvistä ensimmäisen käynnistyksen jälkeen, jos sitä ei haluta pitää esillä. Kuvassa 10 esitetään painonapille tehty käyttöliittymä.



*KUVA 10. Langattoman huolimittarin uuden käyttöliittymän painonapille tehty käyttöliittymä*

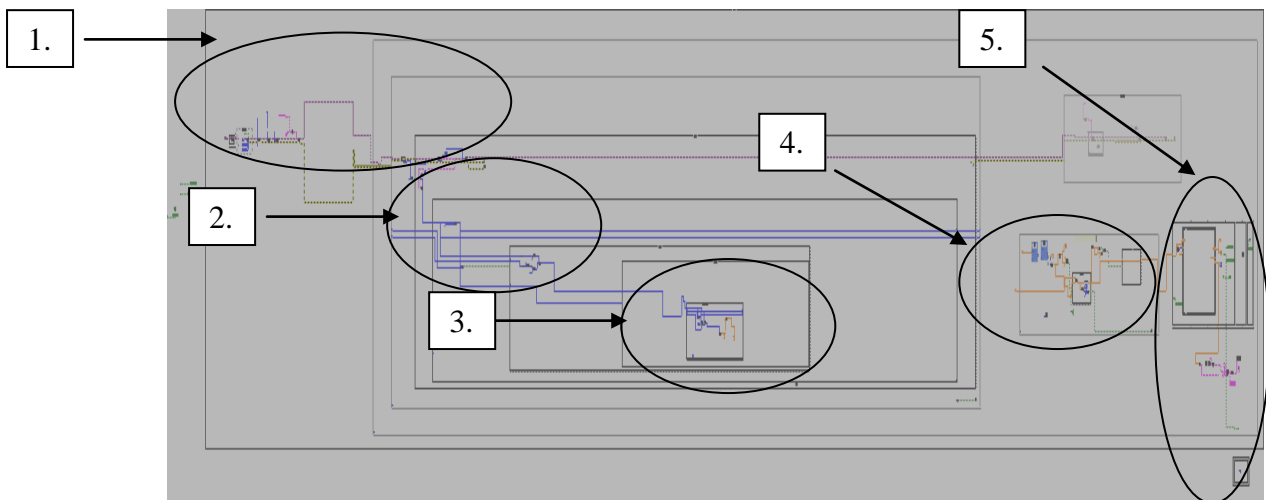
Painonapille tehty käyttöliittymä on hyvin yksinkertainen ja vähän toimintoja sisältävä. Keskellä ruutua on "Pysäytä ohjelmat" -painike, jolla voidaan pysäyttää koko käyttöliittymä. Tämän painikkeen painaminen keskeyttää myös langattoman huolimittarin datan lähettämisen vastaanottimelle. "Datavirta"-ruudusta näkee tietoliikenteen tietokoneen ja langattoman huolimittarin välillä.

"Virhenäytöstä" selviää tieto, jos ajon aikana on tapahtunut jonkinlainen virhe. "Tietoliikenneportti"-kohdasta voidaan valita tietoliikenneväylä, johon käyttäjä on langattoman huolimittarin vastaanottimen yhdistänyt.

”Nappi”-kohdasta selviää, onko huolimittarin painonappia painettu. Jos näin on tehty, näytölle ilmestyy lukema 1.

### 4.3 Uuden käyttöliittymän graafinen LabVIEW-ohjelmakoodi

Uuden käyttöliittymän graafinen LabVIEW-ohjelmakoodi on kuvan 11 mukainen. Kuvasta 11 selviää pääpiirteittäin, miten ohjelma on toteutettu ja mistä mikäkin käyttöliittymän elementti on muodostunut.



*KUVA 11. Langattoman huolimittarin uuden pääkäyttöliittymän graafinen ohjelmakoodi*

Kuvassa 11 ympyröidyssä kohdassa 1 tapahtuu yhteyden muodostaminen tietokoneeseen liitettyyn langattoman huolimittarin vastaanottimeen. Kuvassa 11 kohdan 2 ympyrän keskellä tapahtuu bittien maskaaminen 16 bitistä 12 bittiin. Kuvassa 11 kohdassa 3 kanavaan yksi viedään vastaanotettu data, missä vastaanotetusta datasiignaalista eliminoidaan turhat häiriöpiikit pois piikkieliminaattorin avulla. Nämä toiminnot ovat siis samat kuin alkuperäisessä käyttöliittymässä.

Kuvan 11 kohdassa 3 tapahtuu myös datasiignaalien muuntaminen analogiseen muotoon. Tämä tarkoittaa sitä, että digitaalinen signaali muunnetaan analogiseen muotoon siihen tarkoitettulla graafisella ohjelmointi kuvakkeella. Tulevalle digitaalisignaalille asetetaan myös seuraavat arvot: offset  $-2$  ja

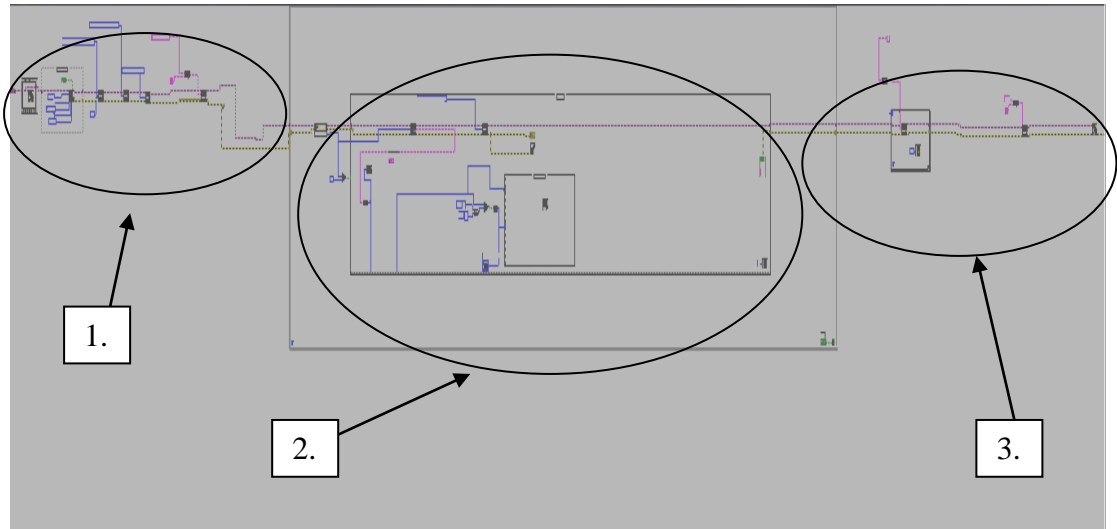
scale 0,0012. Näin tehdään siksi, että digitaalisignaali saadaan muutettua oikein analogiseen muotoon. Signaalin muunnoksen jälkeen analogiselle signaalille voidaan tehdä tarvittavat suodatukset signaalin laadun parantamiseksi ja häiriöiden poistamiseksi.

Kuvan 11 kohdassa 4 tapahtuu datasiignaalin suodattaminen, jossa turhat häiriöt suodatetaan pois analogisesta signaalista kahden eri suodattimen avulla. Ensimmäinen suodatin on kaistanestosuodatin, joka on säädetty seuraavasti: alarajan leikkaustaajuus on 45 Hz:n kohdalla ja ylärajan leikkaustaajuus on 55 Hz:n kohdalla. Toinen suodatin on kaistanpäästösuodatin, joka on säädetty seuraavasti: alarajan leikkaustaajuus on 3 Hz:n kohdalla ja ylärajan leikkaustaajuus on 40 Hz:n kohdalla. Kuvan 11 kohdassa 4 tapahtuvat myös näytteenotto- ja mittausalueen määrittämiset ja näytemäärän rajaaminen. Näytteitä otetaan 2000 kappaletta ja oikea mittausalue on määritetty välille  $-1,0-1,0$  voltia.

Kuvan 11 kohdassa 5 tapahtuu sykkeen ja EKG-käyrän laskenta ja tulostaminen käyttöliittymän näyttöruutuun. Kuvan 11 kohdassa 5 ohjataan myös käyttöliittymän merkkivalojen toimintaa ja tallennetaan käyttäjältä mitatut sykkeet sille varattuun taulukkoon.

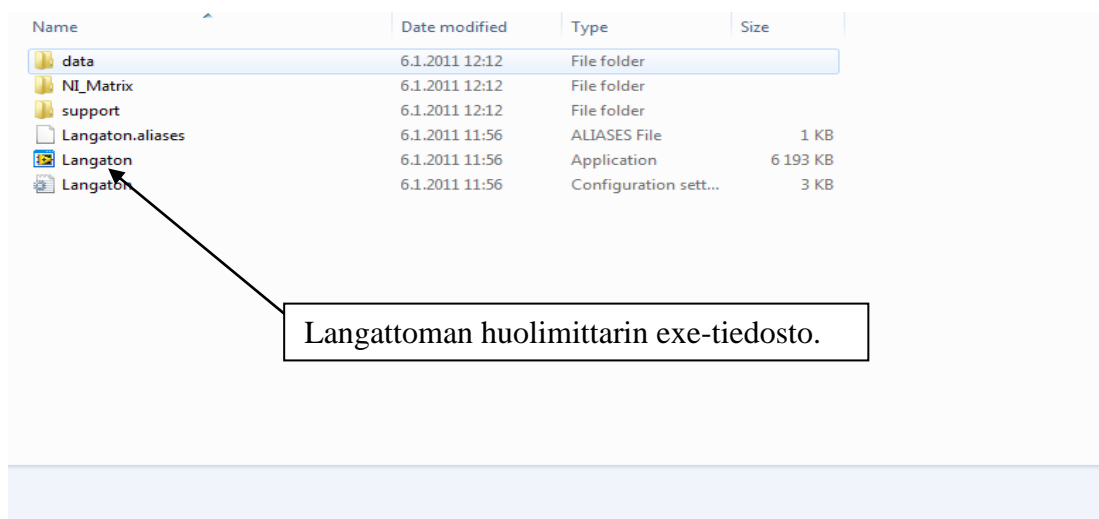
Kuvassa 12 esitellään painonapille tehdyn käyttöliittymän graafinen LabVIEW-ohjelmakoodi. Ohjelmakoodi on melko yksinkertainen ja suppea.

Kuvan 12 kohdassa 1 tapahtuu yhteyden muodostaminen tietokoneeseen liitettyyn langattoman huolimittarin vastaanottimeen. Kuvan 12 kohdassa 2 tapahtuu langattoman huolimittarin painonapin ”tarkastelu” eli onko painonappia painettu vai ei. Jos painonappia on painettu, siirrytään suorittamaan pääohjelmaa (kuva 9), jossa tapahtuu itse mittaus. Kohdasta 2 löytyy myös ”Datavirta”-näyttö käyttöliittymässä. Kuvan 12 kohdassa 3 tapahtuu yhteyden katkaiseminen langattoman huolimittarin ja vastaanottimen välillä.



*KUVA 12. Langattoman huolimittarin uuden käyttöliittymän painonapille tehty graafinen ohjelmakoodi*

Langattoman huolimittarin käyttöliittymä saadaan LabVIEW-ohjelman avulla muutettua suoritettavaksi exe-tiedostoksi (kuva 13). Tämä helpottaa käyttöliittymän käyttämistä, koska suoritettava ohjelma voidaan ajaa missä tahansa ilman, että LabVIEW-ohjelmaa on asennettu käyttäjän tietokoneelle. Exe-tiedoston käynnistyessä käyttäjälle avautuu kaksi lehteä. Päällimmäiseksi avautuu kuvan 9 mukainen ruutu ja alimmaisena avautuu kuvan 10 mukainen ruutu.

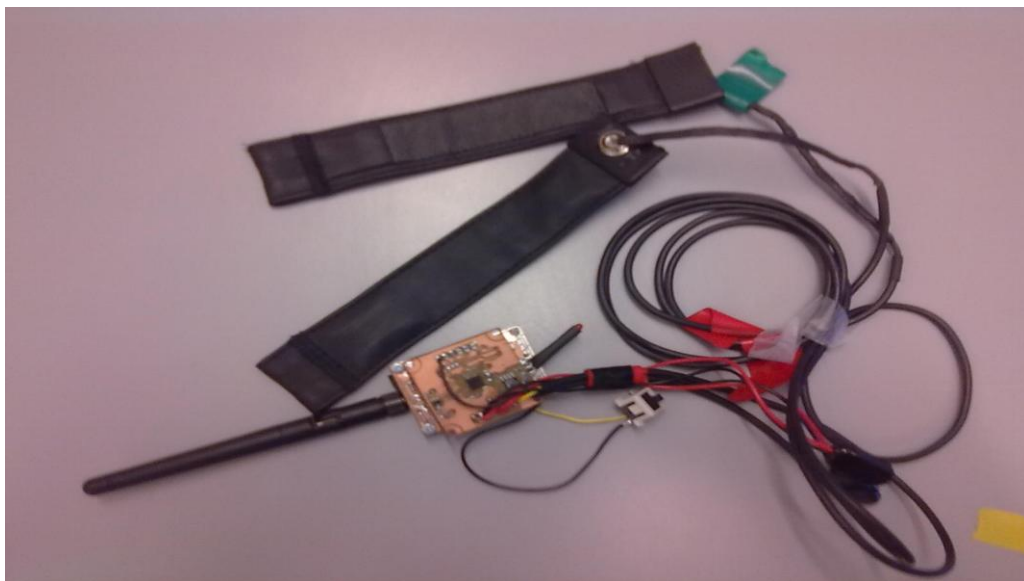


*KUVA 13. Langattoman huolimittarin uuden käyttöliittymän exe-tiedosto*

## 4.4 Käyttöliittymän testauskoonpano

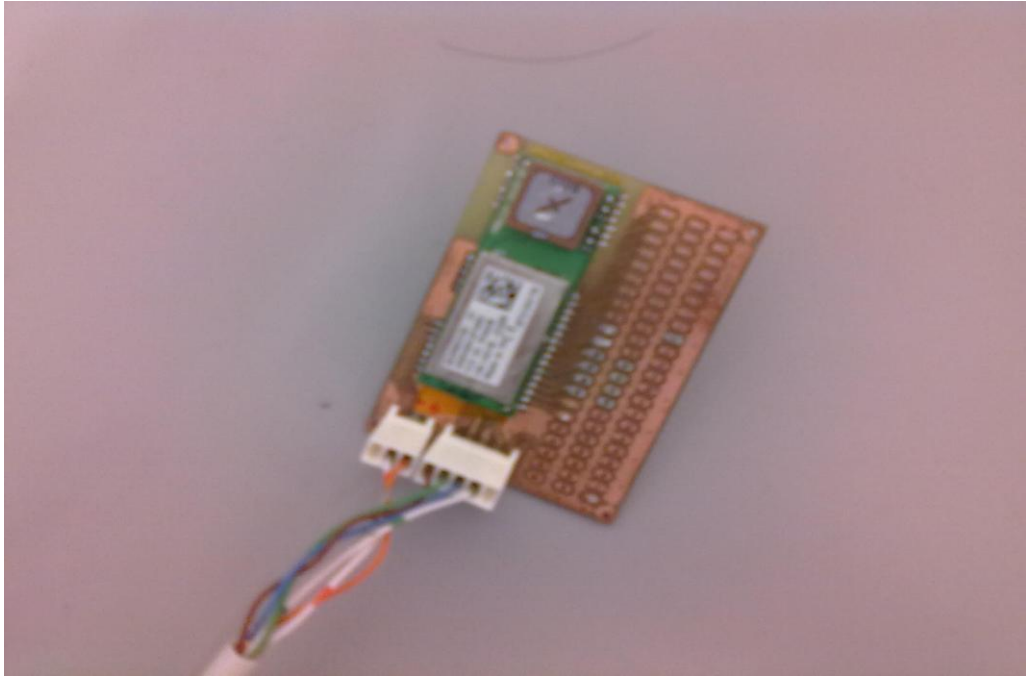
Testauskoonpanon langaton huolimittari on vasta prototyyppi ja siitä ollaan tekemässä uutta versiota, jossa piirilevyt ovat uudet ja koko paketti on kompaktimmassa muodossa. Tämä ei kuitenkaan vaikuta käyttöliittymän testaukseen, koska käyttöliittymä toimii myös uudella langattoman huolimittarin versiolla.

Testauskoonpano on kuvan 14 mukainen. Kuvassa 14 näkyvät langattoman huolimittarin piirilevyt ja lähetin. Siihen on kytketty painonappi, ledi ja nauhaelektrodit. Siitä lähtee myös johdot käyttöjännitteelle. Käytettävä käyttöjännite (max. 12 V ja min. 7 V) on kaksipuolinen ja se toimii esimerkiksi kahdella 9 V:n paristolla.



*KUVA 14. Langattoman huolimittarin testauskoonpano*

Langattoman huolimittarin tietokoneeseen liitettävä vastaanotin on kuvan 15 mukainen Ezurio-bluetooth-vastaanotin. Se vastaanottaa langattomasta huolimittarista lähetettävän datan ja tuo sen käsiteltäväksi tietokoneelle, johon on asennettu huolimittarin käyttöliittymä.



*KUVA 15. Langattoman huolimittarin vastaanotin*

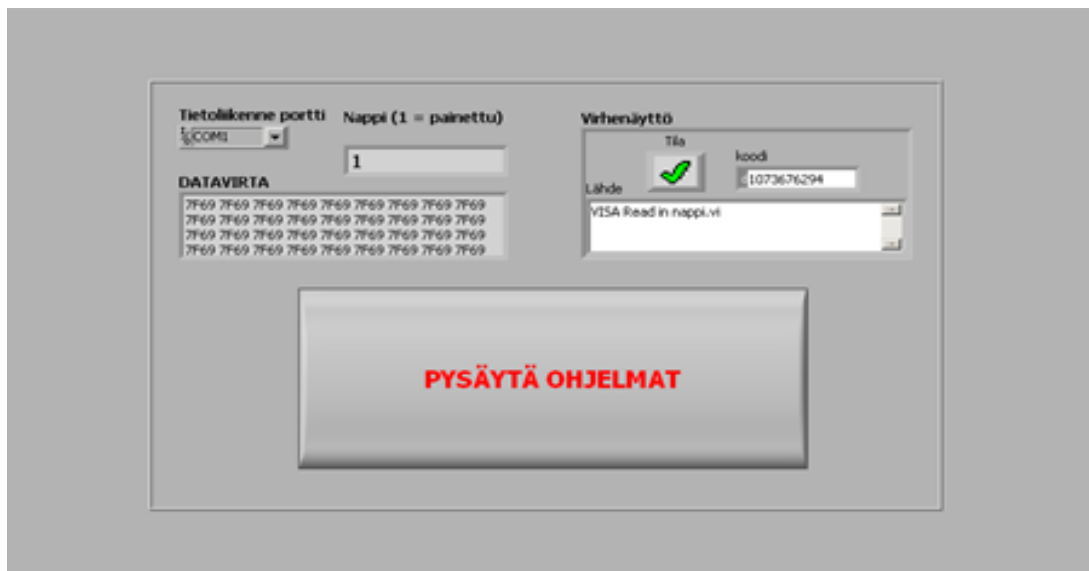
#### **4.5 Käyttöliittymän testaus**

Testin tarkoituksena oli todentaa langattoman huolimittarin käyttöliittymän oikeanlainen toiminta käyttötilanteessa. Testaus suoritettiin siten, että langattoman huolimittarin vastaanotin (kuva 15) oli kiinnitetty tietokoneen tietoliikenneporttiin 1. Langattoman huolimittarin (kuva 14) molemmille puolille kytkettiin 9 V:n käyttöjännite, minkä jälkeen avattiin tietokoneeseen asennettu langattoman huolimittarin käyttöliittymä.

Käyttöliittymän testaaminen suoritettiin seuraavasti: Testissä toimi testihenkilö, joka piti nauhaelektrodeja niin, että vasemmanpuoleinen nauhaelektrodi oli vasemmassa kädessä ja oikeanpuoleinen nauhaelektrodi oli oikeassa kädessä. Seuraavaksi käyttöliittymä käynnistettiin. Aluksi käynnistyi huolimittarin painonapille tehty käyttöliittymä (kuva 10) niin kuin oli tarkoitettukin. Ohjelman käynnistyessä painonapille tehty käyttöliittymä muodosti yhteyden vastaanottimen ja langattoman huolimittarin välille. Tämä tarkoitti sitä, että tiedonsiirtoyhteys sen ja vastaanottimen välillä oli aukaistu. Kuvasta 16 nähdään datavirta, josta ilmenee, että liikenne toimii langattoman huolimittarin ja

vastaanottimen välillä. Kun dataliikenne haluttiin katkaista sen ja vastaanottimen välillä, painettiin ”Pysäytä ohjelmat” -painiketta. Tällöin myös käyttöliittymä pysähtyi. ”Pysäytä ohjelmat” -painiketta painettaessa tapahtui juuri niin kuin pitikin eli käyttöliittymän suorittaminen pysähtyi ja yhteys katkesi langattoman huolimittarin ja vastaanottimen välillä.

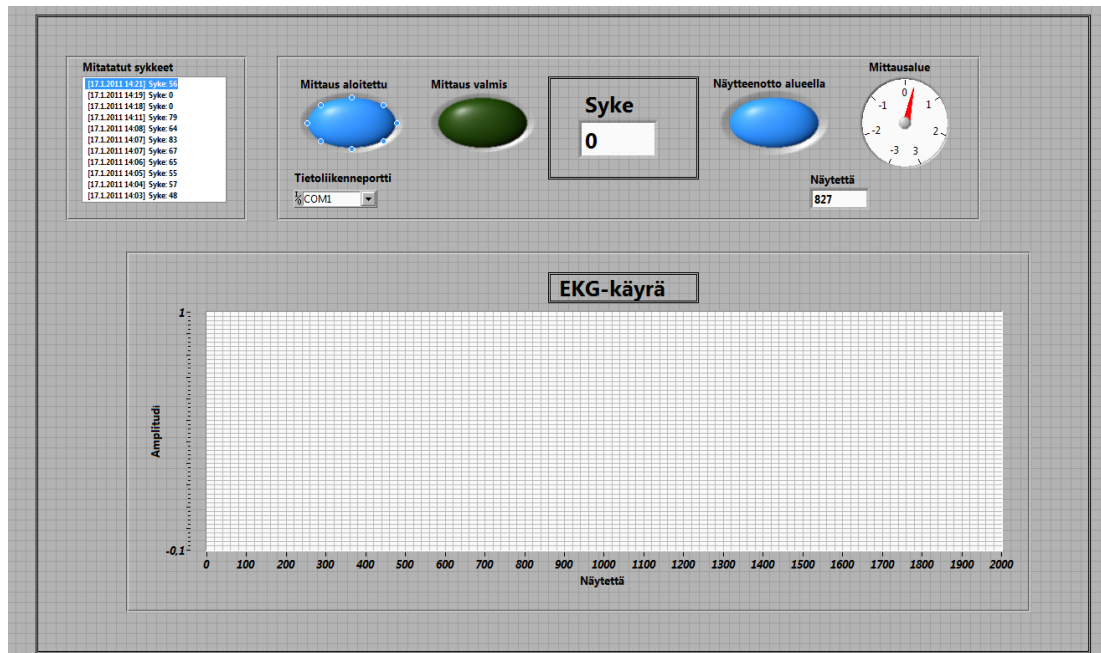
Käyttöliittymän pysäyttämisen jälkeen käyttöliittymä käynnistettiin uudelleen ja testiä jatkettiin. Painettaessa langattoman huolimittarin painonappia ”Nappi”-näyttöön tuli näkyviin lukema yksi, joka tarkoitti sitä, että painonappia oli painettu. Tämä näkyy kuvassa 16. Kun painonappia oli painettu, siirtyi käyttöliittymä suorittamaan pääkäyttöliittymää, jossa tapahtui sykkeen ja EKG-käyrän mittaaminen ja laskenta.



*KUVA 16. Painonapille tehty käyttöliittymä toiminnassa*

Kuvassa 17 pääkäyttöliittymä näkyy toiminnassa. Kun mittaus aloitettiin, syntyi ”Mittaus aloitettu” -merkkivalo palamaan sinisenä. Mittauksen alkaessa koehenkilö piti nauhaelektrodeja kädessään ja istui mahdollisimman rentoutuneena tuolilla.



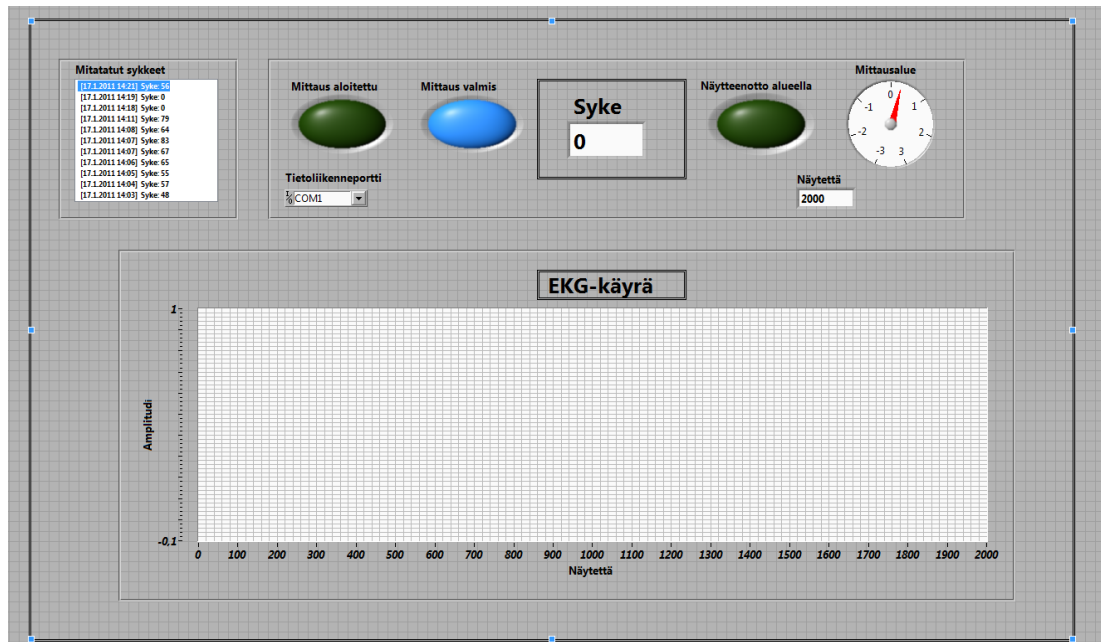


KUVA 17. Langattoman huolimittarin pääkäyttöliittymä toiminnassa

Mitattavan henkilön pidellessä nauhaelektrodeista kiinni käyttöliittymä haki oikeaa mittaustasoa, jolla voitiin suorittaa oikeanlainen sykkeen laskenta. Oikea mittausalue näkyi käyttöliittymässä siten, että ”Näytteenotto alueella” -merkkivalo paloi sinisenä ja vieressä oleva ”Mittausalue”-mittari näytti, millä amplitudiarvolla liikuttiin. Käyttöliittymässä mittausalueeksi on säädetty lukema  $-1,0-1,0$  voltia, eli kun tällä alueella pysytään, ohjelma suorittaa näytteistystä. ”Näytteet”-näytöstä nähtiin, kuinka monta näytettä oli ehditty kerätä. Näytteiden keräys edellyttää oikeaa näytteidenottoaluetta. Testissä näytteitä otettiin 2000 kappaletta, josta laskettiin mitattavan henkilön syke ja EKG-käyrä.

Kun ei oltu oikealla mittausalueella (alle  $-1,0$  tai yli  $1,0$  voltia), sammui ”Näytteenotto alueella” -merkkivalo ja ”Näytteet”-näyttö nollaantui. Kun taas päästiin oikealle mittausalueelle (välillä  $-1,0-1,0$  voltia), ”Näytteenotto alueella” -merkkivalo syttyi uudestaan ja näytteistys alkoi alusta.

Kuvassa 18 nähdään käyttöliittymän toiminta hetkellä, jolloin mittaus oli valmistumassa.

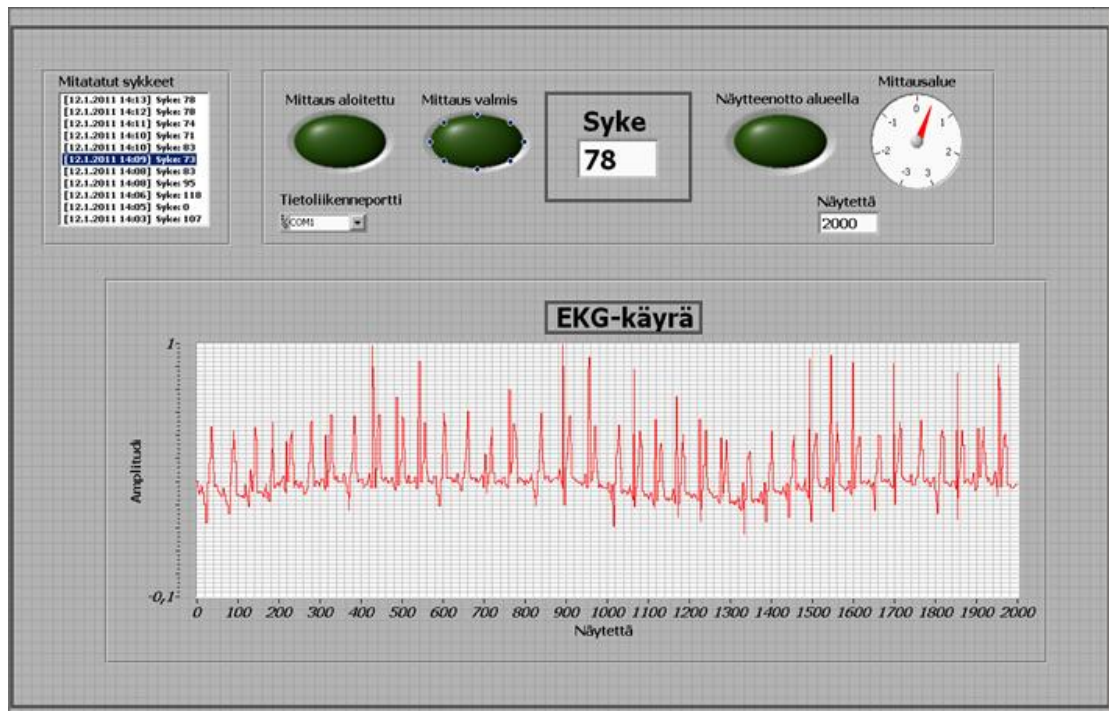


KUVA 18. Langattoman huolimittarin pääkäyttöliittymän mittaus valmistu-  
massa

Mittauksen ollessa valmis sininen "Mittaus valmis" -merkkivalo paloi noin 2 sekuntia. Muut merkkivalot olivat sammuksissa. Mittauksen ollessa valmis käyttöliittymä laski henkilön sykkeen ja näytti mitatun EKG-käyrän (kuva 19). Mittauksen valmistuttua jokainen mitattu syke tallentui "Mitatut sykkeet" -taulukon. Taulukon on määritelty 11 mitatun sykkeen tallennuskapasiteetti. Tämän jälkeen taulukkoa aletaan täyttää entisten, mitatuiden sykkeiden päälle. Testissä käyttöliittymä toimi juuri niin kuin pitikin ja ongelmia ei tässäkään kohtaa ilmennyt.

Mittauksen valmistuttua käyttöliittymä siirtyi suorittamaan painonapille tehtyä käyttöliittymää (kuva 16). Painonapille tehdyn käyttöliittymän ei tarvitse olla näkyvillä, sillä sen tehtävään kuuluu painonapin painamisen "tarkastelu" ja käyttöliittymän pysäyttäminen. Painonapille tehty käyttöliittymä voitiin siis jättää toimimaan taustalle, josta se otettiin esille aina tarvittaessa. Aina kun painonappia painettiin, siirtyi käyttöliittymä suorittamaan pääkäyttöliittymää ja mittauksen valmistuttua painonapille tehtyä käyttöliittymää.

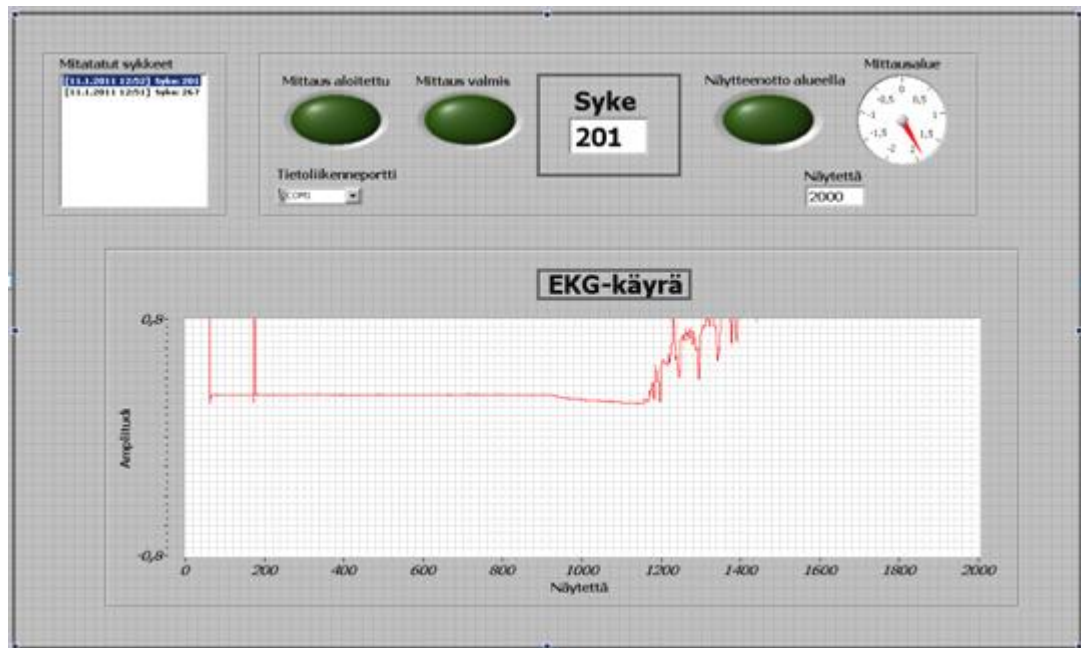
Kuvassa 19 nähdään onnistunut mittaus langattomalla huolimittarilla. Kuvan 19 EKG-käyrä on piirretty käyttäjältä mitatusta 2000 näytteestä.



KUVA 19. Langattoman huolimittarin käyttöliittymän onnistuneen mittauksen tulos

Mitatun sykkeen oikeellisuus tarkistettiin niin, että koehenkilö mittasi itseltään sykkeen, joka oli mittaushetkellä noin 70. Tämän jälkeen tehtiin peräjälkeen mittauksia, jossa samalla todettiin käyttöliittymän oikeanlainen toiminta. Kuvassa 19 näkyvä mittaus todistaa sen, että sykkeen laskennassa on hieman parantamisen varaa, eli tasan oikeaan sykkeeseen ei päästy, mutta lähelle kuitenkin.

Kuvassa 20 nähdään epäonnistunut mittaus langattomalla huolimittarilla. Epäonnistuneella mittauksella ei tarkoiteta käyttöliittymän yleisen toiminnan virhettä vaan sykkeen laskussa tapahtunutta virhettä. Ohjelma toimi muilta osin oikein, mutta sykkeen ja EKG-käyrän laskenta epäonnistui.



KUVA 20. Langattoman huolimittarin epäonnistuneen mittauksen tulos

Kuvassa 20 näkyvä epäonnistunut mittaus johtui siitä, että LabVIEW-ohjelmakoodissa oli pieni virhe, jonka takia laskentaa ei voitu suorittaa oikein. Virhe ei johtunut myöskään koehenkilön toiminnasta vaan todellakin käyttöliittymän virheestä.

Uuden käyttöliittymän testaamista oli tehty koko käyttöliittymän kehittämisen ajan, joten sitä oli ennen testiäkin testattu useasti. Testaaminenhan on aina tärkeää käyttöliittymän oikeanlaisen toiminnan todentamisen kannalta.

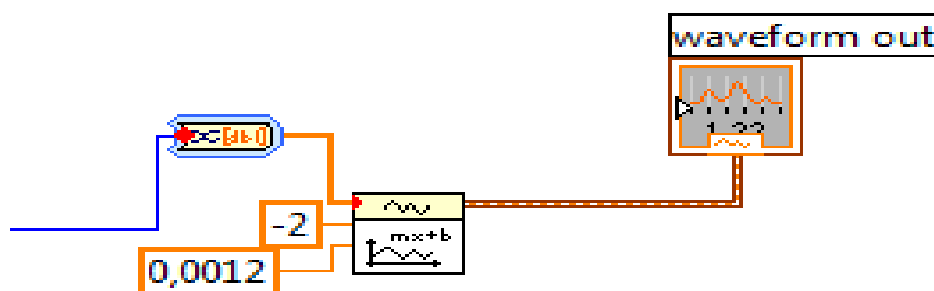
Testin päätarkoituksena oli todentaa langattoman huolimittarin käyttöliittymän oikeanlainen toiminta, missä myös onnistuttiin. Tarkempia testejä, esimerkiksi sykkeen laskennan testausta, voidaan tehdä myöhemminkin. Käyttöliittymän yleisen toiminnan todentaminen oli tärkeämpää insinööriyössä, joten keskityin enemmän käyttöliittymän toiminnan seuraamiseen ja virheiden etsimiseen. Vaikka käyttöliittymälle tehdyssä testissä ei testaushetkellä ilmennyt virheitä, on aikaisemmissa käyttöliittymän testeissä ilmennyt virheitä, joita on sitä mukaan korjailtu. Yleensä virheen on aiheuttanut esimerkiksi langattoman huolimittarin toiminnan virhe. Toiminnan virheellä tarkoitetaan

esimerkiksi langattoman huolimittarin lähettimen takkuilua, jolloin datavirta ei ole toiminut oikein.

#### 4.6 Uuden käyttöliittymän testaustulokset ja kehitysehdotukset

Testauksen tulokset olivat insinööriyössä hyvät ja niistä ilmeni, että oli onnistuttu luomaan toimiva käyttöliittymä langattomalle huolimittarille. Hyvää oli myös se, että testauksen aikana langattoman huolimittarin käyttöliittymä ei kaatunut kertaakaan eli ohjelma toimi oikein niin kauan kuin testausta suoritettiin.

Ensimmäisillä testauskerroilla ilmeni ongelmiamittauksien oikeellisuudessa (kuva 20). Tämä ongelma saatiin kuitenkin ratkaistua pienen pohdinnan jälkeen. LabVIEW-ohjelmakoodissa oli pieni virhe signaalin muuntamisessa analogiseen muotoon, joten signaali ei tullut sykkeen ja EKG-käyrän laskentaan asti oikein. Ongelma saatiin korjattua LabVIEW-ohjelmakoodiin kuvan 21 mukaisella ratkaisulla. Korjauksen jälkeen langattoman huolimittarin käyttöliittymä toimi täysin oikein.

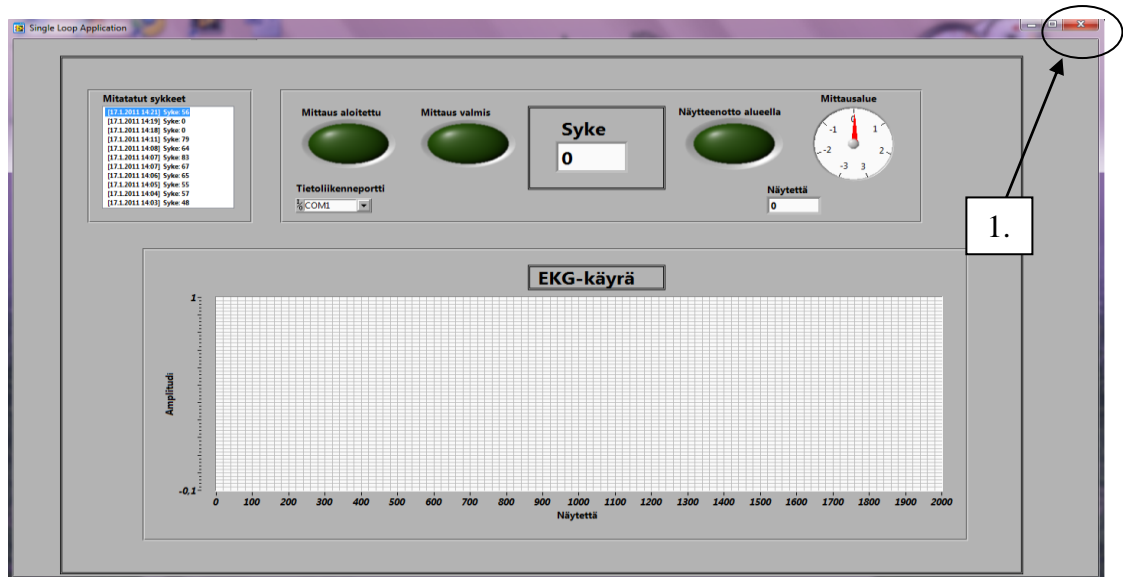


KUVA 21. Langattoman huolimittarin käyttöliittymän LabVIEW-ohjelmakoodin korjaus

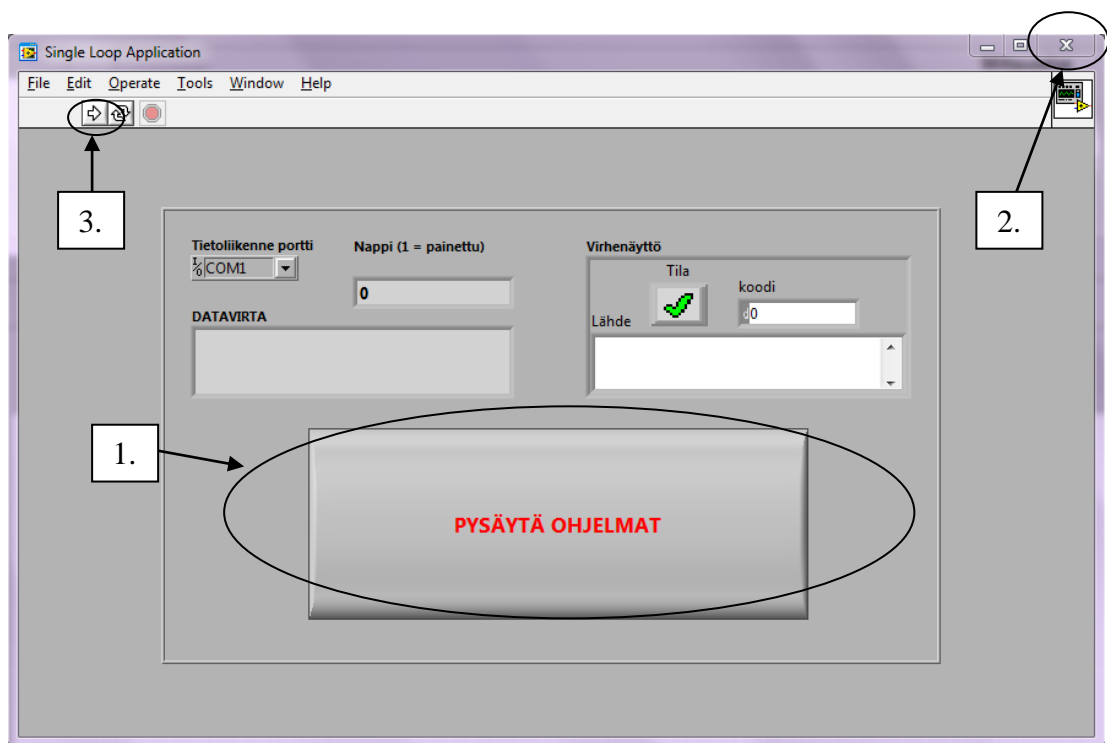
Testauksessa ilmenneet muut epäkohdat liittyivät suurimmaksi osaksi sykkeen laskennan oikeellisuuteen. Tämä tarkoitti sitä, että mitattu syke ei vastannut täysin koehenkilön oikeaa sykettä. Sykkeen mittauksissa ilmeni välillä suuriakin heittoja, esimerkiksi käyttäjän sykkeen oikeasti ollessa 70 laski langattoman huolimittarin käyttöliittymä sykkeeksi yli 90. Tätä ongelmaa pyrittiin korjaamaan sykkeen laskennan Matlab-koodia parantelemalla. Tarkoituksena oli päästä lähemmäksi oikeaa sykettä. Tässä onnistuttiin suurimmalta osalta, mutta parantamisen varaa jäi silti. Esimerkiksi eri koehenkilöllä sykkeen mittaustulos saattoi olla hieman ylä- tai alakanttiin.

Testeissä ilmeni myös tärkeä asia langattoman huolimittarin käyttöliittymän käytöstä. Käyttöliittymää ei voi ns. sulkea oikein, kun mittaus on kesken. Tämä tarkoittaa sitä, että käyttöliittymää ei voi pysäyttää painonapille tehdystä ohjelmasta ”Pysäytä ohjelmat” -painikkeesta. Tämä johtuu siitä, että mittauksen aikana suoritettava pääkäyttöliittymä on ajossa ja painonapille tehty käyttöliittymä ei ole ajossa. Tämä ei sinänsä ole mikään vika, koska onhan tärkeää, että kesken mittauksen käyttöliittymää ei voida pysäyttää.

Käyttöliittymän voi sulkea kokonaan kesken ajon klikkaamalla hiiren oikealla näppäimellä ylänurkassa sijaitsevaa rastia (kuva 22 kohta 1). Jos näin tehdään, langattoman huolimittarin ja vastaanottimen välille jää kuitenkin yhteys päälle. Siis on tärkeää sulkea käyttöliittymä oikein ”Pysäytä ohjelmat” -painikkeesta (kuva 23 kohta 1). Oikein pysäyttämisen jälkeen käyttöliittymä voidaan halutessa sulkea normaalisti oikealla ylänurkassa sijaitsevalla rastipainikkeella (kuva 22 kohta 1 ja kuva 23 kohta 2).



KUVA 22. Langattoman huolimittarin pääkäyttöliittymä



KUVA 23. Langattoman huolimittarin painonapille tehty käyttöliittymä

Käyttöliittymän oikein pysäyttämisen jälkeen painonapille tehtyyn käyttöliittymään ilmestyy nuoli, jota painamalla langattoman huolimittarin käyttöliittymä käynnistyy uudelleen (kuva 23 kohta 3). Näin ohjelmaa ei tarvitse käynnistää kokonaan uudelleen käyttöliittymän asennushakemistosta.

## 5 POHDINTA

Insinööriyön tarkoituksena oli luoda langattomalle huolimittarille toimiva käyttöliittymä, josta käyttäjä saisi kaiken tarvittavan informaation esille. Insinööriyössä päästiin tavoitteisiin ja onnistuttiin luomaan toimiva käyttöliittymä langattomalle huolimittarille. Uuden käyttöliittymän suunnitteluun käytettiin hyvinvointiteknologian alan koulutuksessa saatuja oppeja. Erityisesti Käyttöliittymäsuunnittelun perusteet-, Käytettävyyden arviointi- ja Käyttäjakeskeisyys suunnittelussa -kursseista on ollut hyötyä insinööriyön toteuttamisessa. Insinööriyössä käytettiin apuna myös Matlab-tietokoneohjelmaa ja LabVIEW-kehitysympäristöä, joilla käyttöliittymä saatiin toteutettua.

Käyttöliittymän suunnittelussa käytettiin teoriaosassa esiin tulleita neuvoja hyvän käytettävyyden aikaansaamiseksi. Esimerkiksi käyttöliittymässä pyrittiin käyttämään neutraalia värimaailmaa, koska ohjelma on tarkoitettu pitkäaikaiseen päivittäiseen käyttöön. Sen elementit aseteltiin niin, että ne ovat heti käyttäjän näkökentässä. Näin käyttöliittymää ei tarvitse selata ylös- tai alaspäin. Elementit pyrittiin asettelemaan käyttöliittymässä siten, että ne ovat tasapainossa keskenään. Merkkivalojen värillä pyrittiin myös omalta osalta vaikuttamaan käytettävyyteen. Käyttöliittymän merkkivalot loistavat sinisenä, mikä helpottaa punavihersokeiden käyttäjien ohjelman käyttöä. Painikkeiden määrä pyrittiin pitämään myös minimissä, jottei käyttäjän tarvitse opetella painamaan monia erilaisia painikkeita.

Aivan virheetön ei uusi käyttöliittymä kuitenkaan ole. Langattoman huolimittarin käyttöliittymää ei ole vielä testattu suurella joukolla käyttäjiä, joten on vaikea sanoa, mitä kaikkea käyttöliittymässä voisi vielä mahdollisesti parantaa. Testauksien aikana ilmeni ainakin muutamia parannus- ja kehitysehdotuksia, joita voidaan harkita tulevaisuudessa tehtävän.

Uuden langattoman huolimittarin käyttöliittymässä voisi olla tulevaisuudessa esimerkiksi mitattujen EKG-käyrien tallentuminen, josta käyttäjä voisi sitten tarkastella aiempia ottamiaan EKG-käyriä. Tämä vaatii kuitenkin hyvin paljon kehitystyötä, koska EKG-käyrien tallentaminen ei ole kovin yksinkertainen



asia. Sykkeen laskennan Matlab-koodia voi myös tulevaisuudessa parantaa siten, että sykkeen laskenta antaisi lähes aina oikeita tuloksia käyttäjän sykkeestä. ”Lähes” -sanalla tarkoitetaan sitä, että käyttöliittymän laskemassa ja käyttäjän oikeassa sykkeessä on kymmenen mittauksen sarjassa heittoa noin viisi sydämen lyöntiä.

Kaiken kaikkiaan insinööriytyö oli tarpeeksi haastava ja mielenkiintoinen. Oli hienoa nähdä, että ponnistelut olivat tuottaneet valmiin käyttöliittymän langattomalle huolimittarille. Valittu opinnäytetyön aihe sopi erinomaisesti insinööriytyöksi. Insinööriytyö opetti tärkeitä asioita käyttöliittymän suunnittelusta ja siinä oppi soveltamaan erilaisten ohjelmien käyttöä hyvin. Työssä käytetyistä ohjelmista on varmasti hyötyä tulevaisuudessakin. Kokonaisuudessa opinnäytetyössä päästiin haluttuun lopputulokseen ja uudesta käyttöliittymästä on varmasti suurta hyötyä langattoman huolimittarin kehityksessä ja sen mahdollisessa kaupallistamisessa. Insinööriytyössä saatu arvokas työkokemus auttaa varmasti tulevaisuudessa työelämässä.

## LÄHTEET

Kuutti, Wille 2003. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Helsinki: Talentum Media Oy.

LabVIEW. 2010. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>. Hakupäivä 22.12.2010.

Matlab. 2010. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/MATLAB>. Hakupäivä 3.2.2011.

NI LabVIEW. 2010. Saatavissa: <http://digital.ni.com/worldwide/finland.nsf/b63ef100ab4b5df486256425006883b7/b5545223dff9b7318025707d00554d4f?OpenDocument>. Hakupäivä 22.12.2010.

Sinkkonen, Irmeli - Kuoppala, Hannu - Parkkinen, Jarmo - Vastamäki, Raino 2006. Käytettävyiden psykologia. Helsinki: Edita / IT Press.

Väestön ikääntyminen on suhteellista. 2003. Saatavissa: [http://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta\\_05\\_03\\_nieminen.html](http://www.stat.fi/tup/tietoaika/tilaajat/ta_05_03_nieminen.html). Hakupäivä 1.2.2011.

Wiio, Antti 2004. Käyttäjystävällisen sovelluksen suunnittelu. Helsinki: Edita / IT Press.