



# LÄHIETÄISYYDELLÄ TOIMIVA HENKILÖSEURANTALAITTEEN PROTOTYYPPI

Hannu Kaunisto

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011  
Hyvinvointiteknologia YAMK  
Tampereen ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu, YAMK  
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma  
Hyvinvointiteknologia

KAUNISTO, HANNU: Lähietäisyydellä toimiva henkilöseurantalaitteen prototyyppi

Opinnäytetyö 40 sivua.  
Toukokuu 2011

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää prototyyppi seurantalaitteesta. Prototyypin tekniikka perustuu langattomaan tiedonsiirtoon. Lasten turvallisuus tulee päiväkodeissa päivittäin yhä tärkeämmäksi tekijäksi. Langattomalla tekniikalla voidaan parantaa lasten turvallisuutta. Mikäli lapsi kantaa paikannettavaa langatonta laitetta vaatteissa tai ranteessaan voidaan hänen liikkeitä seurata ja saada hälytys esimerkiksi katoamisesta. Tällaisella seurantalaitteella voidaan vaikuttaa myös päiväkodin henkilöstön hyvinvointiin.

Vanhusten määrä tulee lisääntymään nopeasti länsimaissa. Kunnallisen hoidon järjestäminen huonokuntoisille vanhuksille tulee kalliiksi. On tarkoituksenmukaista, että vanhukset voisivat elää kotonaan mahdollisimman pitkään. Tulevaisuudessa langattomalla tekniikalla ja tiedonsiirrolla voidaan tuoda uusia turvallisuutta parantavia ratkaisuja vanhusten koteihin.

Prototyyppi langattomasta seurantalaitteesta perustuu sulautettuun järjestelmään, joka sisältää elektroniikkaa ja ohjelmiston. Ensimmäinen tavoite oli kehittää, suunnitella ja valmistaa tällainen langattoman seurantalaitteen prototyyppi ja siihen soveltuva toimiva C-kielinen ohjelmisto. Keskeinen kysymys oli se, että kuinka voidaan kehittää tällainen prototyyppi.

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Porox Oy:n ja Seinäjoen ammattikorkeakoulun kanssa. Molemmilla osapuolilla on vahvaa osaamista elektroniikasta ja tällaisen prototyypin kehittämisestä. Prototyypin kehittämisessä elektroniikan suunnittelu ei ollut kovin vaikeaa. C-kielisen ohjelman kehittäminen oli haasteellinen tehtävä. Ongelmien ratkaisujen jälkeen saimme prototyypin toimimaan halutusti. Jatkokehityksen jälkeen voidaan tällainen laite tuoda lähitulevaisuudessa markkinoille.

---

Asiasanat: seurantalaitte, turvallisuus, prototyyppi

## ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences  
Master's Degree Programme in Wellbeing Technology

KAUNISTO, HANNU: Prototype of a Wireless Monitoring Solution

Master's thesis 40 pages.  
May 2011

---

The aim of the thesis was to build a prototype wireless positioning and monitoring solution. The concern of children's safety increases day by day. Ambient wireless technology is one solution to this problem. If a child is carrying a self-positioning wireless solution in a wristband or clothes their positioning and monitoring is possible. If a child is left alone too often, the childminder can take care of this situation before it becomes a visible problem. Also, the social relations can be monitored to check the welfare of children.

The number of old people is increasing fast in western countries. Institutional care of people with poor health is very expensive, so getting by at home as long as possible is very important in the future. Wireless technology has many solutions to arrange the homecare of old people. With the new features of the described ambient intelligence, the monitoring and controlling possibilities become more useful. An acceleration sensor installed into wireless devices gives some new information of behaviour. The sensor can measure and control when person falling down or sleeping.

The thesis was conducted in cooperation with the new companies Porox Oy and Seinäjoki University of Applied Sciences. Both have good experience of electronics manufacturing and they were keen to share their knowledge and technological know-how in order to develop and build the prototype.

The wireless monitoring and position prototype is based on an embedded system, which consists of electronics and the software controlling of the device. The first target of the thesis was to plan and design a new prototype of a wireless positioning and monitoring solution and secondly to become acquainted with software using C-language. The essential question was to find out whether it was possible to do this kind prototype.

To build the prototype as an electronic device was not so complicated whereas creating functional software in C-language was quite challenging. The problems were finally solved and the prototype was successfully built. After further designing, this device will be ready to be marketed in the near future.

---

Key words: wireless, monitoring, safety, prototype

SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET.....	6
3 OPINNÄYTETYÖN TEOREETTINEN TAUSTA.....	8
3.1 Päiväkotien tarpeet.....	9
3.2 Ikääntyneiden tarpeet.....	10
3.3 Tekniset apuvälineet ja turvallisuus.....	11
3.4 Turvapuhelin ja sen tekninen luotettavuus.....	12
3.5 Hyvinvointiranneke ja sen tekninen luotettavuus.....	14
3.6 Tekninen yhteenveto.....	16
4 KEHITTÄMISTYÖN TEKEMINEN.....	19
5 PROTOTYYPIN RAKENTAMINEN.....	21
5.1 Laitteen toiminnan määrittely ja suunnittelu.....	23
5.2 Prototyypin tekninen rakenne ja suunnittelu.....	26
5.3 Radiotaajuisen lähetin- ja vastaanottimen rakentaminen.....	27
5.3 Komponenttien ladonta.....	29
5.4 Ohjelmointilaite.....	31
5.5 RF napin ohjelmisto.....	32
5.6 Prototyypin käyttöliittymä.....	33
6 PROTOTYYPIN TOIMINNAN TESTAUS JA TULOKSET.....	34
7 POHDINTA.....	38
8 JATKOKEHITYS.....	40
LÄHTEET.....	41

## 1 JOHDANTO

Turvallisuutta voidaan parantaa erilaisilla teknisillä apuvälineillä. Toimintaympäristöjä, joissa turvallisuus tulee esille, ovat esimerkiksi päiväkodit ja vanhusten hoitokodit. Tässä kehittämistyössä kehitettiin seurantalaitteen prototyyppi, jota voitaisiin hyödyntää erilaisissa toimintaympäristöissä lähitulevaisuudessa. Tällainen apuväline lisää työntekijän hallintamahdollisuuksia suhteessa, sekä yksittäiseen asiakkaaseen, että asiakasryhmään ja näin vähentää työntekijän kuormitusta. Asiakkaan kannalta apuväline turvaa nopean havaitsemisen ja reagoinnin työntekijän taholta mahdollisiin riskitilanteisiin. Esimerkiksi mikäli vanhus poistuu määritellyltä alueelta, laite käynnistää hälytyksen.

Nykyään sekä päivähoidossa että sosiaali- ja terveysalalla taistellaan jatkuvan resurssipulan kanssa ja työn tehokkuusnäkökulma on nousemassa yhä enemmän esille. Apuväline ei vähennä työntekijän vastuuta eikä korvaa ammattitaitoisen työntekijän työpanosta. Se on kuitenkin yksi askel eteenpäin turvallisuusajattelussa. Muitakin turvallisuuteen liittyviä tekijöitä on olemassa ja nämä kaikki tekijät yhdessä ratkaisevat todellisen tason. Tarvetta prototyypin asiakaslähtöiselle jatkokehittelylle tulee varmasti lähivuosina olemaan.

Tässä kehittämistyössä kehitettiin prototyyppi lähietäisyydellä toimivasta langattomasta seurantalaitteesta. Prototyypillä tuodaan esille ja testataan teknistä mallia. Samalla tuodaan ratkaisumalli ongelmaan, joita kohdataan kun työskennellään erilaisissa toimintaympäristöissä. Kehittämistyö tehtiin uudelle juuri perustetulle Porox Oy:lle. Porox Oy tarjoaa innovaatioita ja sulautettuja järjestelmiä. Kehittämistyö voi osaltaan olla parantamassa yrityksen markkina-asemaa ja kilpailukykyä.

## 2 OPINNÄYTETYÖN TAVOITE, TARKOITUS JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Opinnäytetyön tavoitteena on hyvinvointiteknologian uusien mahdollisuuksien esille tuominen ja osaamisen kehittäminen hyvinvointiteknologian parissa. Tämän kehittämistyön kautta opinnäytetyö vastaa sosiaali- ja terveysalan tarpeisiin. Tavoitteena on, että innovaatioiden kautta ihmisten turvallisuutta ja hoitohenkilöstön hyvinvointia parannetaan.

Opinnäytetyön tarkoitus on valmistaa lähietäisyydellä toimivan seurantalaitteen prototyyppi. Tarkoituksena on lisäksi tuoda esille apuväline, joka mahdollisesti helpottaa henkilöstön kokemaa painetta toistuvasti kuormittavissa erityyppisissä valvontatilanteissa. Ajatuksena on, että kuormituksen tasainen väheneminen lisääisi henkilökunnan läsnäoloa ja vuorovaikutusta hoidettavien asiakkaiden kanssa parantaen molempien osapuolten hyvinvointia.

Tarkoituksena on myös tehdä sellainen sovellusympäristö ja prototyyppi, jonka toimintaa ja käytettävyyttä voidaan esitellä yrityksille, sekä asiakkaille asiakaslähtöisempää jatkokehitystä varten. Kehittämistyössä tuodaan esille myös muutamia valmiita apuvälineitä, joita on jo markkinoilla saatavilla.

Prototyypin tiedonkäsittely ja tiedonsiirto toimii tietokoneen USB liittimeen kytketyn erillisen tiedonkerääjän avulla. Tarkoituksena on se, että tämä prototyyppi on ohjattavissa tietokoneella ja siihen ladattavalla erillisellä ohjelmistolla. Tarkoituksena on myös se, että prototyypillä voidaan esittää ja testata apulaitteen ja ohjelmiston toimintaa. Tarkoituksena on myös tuoda esille langattoman tiedonsiirron edullinen ja avoin kehitysympäristö, sekä tällä tavalla luoda mahdollisuus erilaisille uusille hyvinvointiteknologian innovaatioille ja sovelluksille.

Tutkimuskysymykset:

Millainen seurantalaitte toimii lähietäisyydellä tarkoitetussa ihmisen paikannuksessa ?

Miten prototyyppiä voidaan hyödyntää?

Miten prototyyppiä voidaan testata ?

### 3 OPINNÄYTETYÖN TEOREETTINEN TAUSTA

Turvallisuuden tunne on Maslowin tarveteorian mukaan kaikkien ihmisten perustarve. Ihminen pyrkii tyydyttämään perustarpeensa ja ennen kaikkea oman turvallisuutensa. Se on myös tarve, joka tulee ottaa huomioon erityisesti silloin, kun ihminen ei pysty riittävällä varmuudella huolehtimaan itsestään tai ympäristönsä turvallisuudesta. Vuorinen & Tuunala (1997, 149) kuvaa Maslowin tarveteoriaa (kuvio 1).

Lapsilla, vanhuksilla ja sairailta on kohonnut riski joutua epätoivottuun tilanteeseen ja selviytyä niistä. Turvallisuutta tulee myös pyrkiä aktiivisesti kehittämään. Tavoitteena tulisi olla epätoivottuun tilanteeseen joutumisen riskin vähentäminen mahdollisimman pieneksi (Sonkin & Petäjäkoski-Hult, Rönkä & Södergård 1999, 51). Tulee myös pyrkiä tavoittelemaan jokaiselle ihmiselle mahdollisemman turvallinen ympäristö elää, tehdä työtä ja harrastaa haluamallaan tasolla (Sonkin & Petäjäkoski-Hult, Rönkä & Södergård 1999, 33).



KUVIO 1. Maslowin tarveteoria



### 3.1 Päiväkotien tarpeet

Turvallisuus on päivähoidon toimintayksiköistä ja niiden tiloista vastaavien, sekä lasten huoltajia käsittelevä asia (Saarsalmi A. 2008, 3). Turvallisudella päivähoidossa tarkoitetaan hoitoyksikössä annettavan kasvatustyön turvallista toteuttamista. Tarkastelun piirissä ovat hoitoyksikön henkilöstö, lapset, vierailijat ja ulko- sekä sisätilat. Tämän lisäksi tarkastellaan toimintavälineitä ja ympäristöä (Saarsalmi A. 2008, 7).

Päiväkodin ammattihenkilöstön työntehokkuudesta menee osa seurannan ja valvonnan aiheuttamiin rutiineihin tai jatkuvasti uusien outojen tilanteiden selvittämiseen (Kaunisto V. 2011). Tekniset ratkaisut ja sovellukset ei aina toimi halutusti. Lumi, lehdet, aidan mataluus voi vaikuttaa turvallisuuteen oleellisesti. Tilanteet sisällä, wc:ssä käynnit aiheuttaa jatkuvaa huolta siitä että onko kaikki lapset turvallisesti paikalla. Katoamisia tapahtuu ajoittain ja se vaikuttaa ympäristöllä oleviin ihmisiin (Saarsalmi A. 2008, 69).

Päivähoidon toimintayksikön turvallisuustyön tulee olla määrätietoista ja järjestelmällistä turvallisuustoiminnan suunnittelua ja käytännön toteutusta. Päivähoidon turvallisuussuunnittelu koskee sekä henkilökuntaa että lapsia. Perustana ovat lakisääteiset ja muut turvallisuutta ja terveellisyttä koskevat suunnitelmat. Päivähoitolaki edellyttää toimintayksikköä huolehtimaan päivähoidon turvallisesta järjestämisestä (Saarsalmi A. 2008, 8).

Terveys- ja sosiaalialan koulutetun henkilöstön ammattijärjestö selvitti vuonna 2006 päivähoitokotien turvallisuutta, lapsiryhmien kokoa ja henkilöstömääriä. Kritiikkiä selvityksessä tuli piha-alueiden, aitojen ja välineiden kunnosta. Päiväkodin aidat saattaa olla liian matalia tai aidan alla olla isojakin aukkoja. Selvityksen mukaan porteissa on huonot salvat ja käyttävät saattavat jättää niitä auki (Honkalampi, T. Koskinen, M-K, Leppälampi, O. 2006, 44).

Pihojen valvonta on vaikeaa. Valaistus saattaa olla puutteellista, vesilätäköitä tai jäätyneitä kulkureittejä ei hoideta. Tieto pihojen ja välineiden kunnosta ei kulje kiinteistön huollosta vastaaville. Toiminta osoittaa välinpitämätöntä suhtautumista ja käytännössä vastuu seuraamuksista jää muulle ammattihenkilöstölle (Saarsalmi A. 2008, 9).

### 3.2 Ikääntyneiden tarpeet

Ikääntyminen kuuluu elämänkaareen ja on luonnollinen vaihe, joka koskettaa meitä kaikkia. Lähivuosisikymmeninä eläkeikäisten määrä lisääntyy, sekä hyvin vanhojen ihmisten osuus, että heidän lukumääränsä kasvaa oleellisesti (Rapo, M. 2010, 1)

Valtaosa ikääntyneistä haluaa asua kotonaan omaisten tai palvelujen turvin. Kodin lähiympäristö palveluineen on tuttu. Tutussa ja turvallisessa ympäristössä pärjää helpoimmin. Kotona tullaan viettämään enemmän aikaa ja sitä kautta erilaisten teknisten apuvälineiden merkitys myös kotona kasvaa.

Ikä lisää tapaturmavaaraa ja turvallisuudesta huolehtimalla vanhus voisi asua kotonaan pidempään. Vanhukset ovat aktiivisia, vireitä sekä valveutuneita. Voinnin heikettyä vanhus ei jaksaa hoitaa kaikkia asioitaan entiseen malliin. Ikäihmisen elämässä kaatuminen voi olla ratkaiseva käännekohta huonompaan. Kaatumisiin ja eriasteisiin murtumiin liittyy toimintakyvyn ja usein liikuntakyvyn huononemista. Kaatumisen pelko heikentää myös vanhuksen elämänlaatua. Toimintakyvyn ylläpito ja aktivoiminen parantavat ikäihmisen arkea ja selviytymistä. Hyvä toimintakyky lisää turvallisuutta ja luovat myös henkistä hyvinvointia (Söderholm, 2005, 25).

Kun ihmisen muisti alkaa pettää, diagnoosina tyypillisesti on Alzheimerin tauti. Sairaus saa alkunsa, kun aivojen muistikeskuksen hermosolut alkavat tuhoutua. Vuosittain Suomessa todetaan 12000 uutta tapausta. Tällaisien vanhusten määrä moninkertaistuu vuoteen 2050. Monet heistä selviytyvät avustettuna kotona tai laitoksessa mutta vaativat hoitajiltaan paljon tarkkuutta ja huolellisuutta kaikille osapuolille tulee taata turvallinen ympäristö (Soininen 2009, 60).

### 3.3 Tekniset apuvälineet ja turvallisuus

Tekniikan ja teknologian roolit ja niiden käyttö erilaisissa sosiaalialan palveluissa on vielä varsin harmaata aluetta. Eri tahoilta on tullut esille huonoja esimerkkejä tekniikan ja teknologian käytöstä asiakastyössä. Markkinoilla on paljon tekniikkaa eikä niiden asiakaslähtöiseen suunnitteluun ole riittävällä vakavuudella paneuduttu. Tekniikan käyttöönoton tavoitteet ovat monille epäselvät ja osin hämärän peitossa (Raapana & Melkas, 2009, 5).

Vanhuksilla erilaiset tekniset apuvälineet lisäävät mahdollisuuksia asua kotona pidempään. Apuvälineisiin liittyy helposti turhia ja kielteisiä asenteita. Elämänlaatu kohenee, kun pääsee liikkumaan kodissa ja kodin ulkopuolella sekä samalla pystyy hoitamaan ja saa hoitaa omia asioitaan. Monet kotona ja palvelutaloissa asuvat käyttävät erilaisia turvahälytysjärjestelmiä päivittäisen selviytymisen apuna (Söderholm, 2005, 25).

Turvahälytysjärjestelmän avulla pyritään ennaltaehkäisemään vakavia terveydellisiä haittoja ja vähentämään onnettomuuksista johtuvia kielteisiä seurauksia, sekä lisäämään vanhuksen sekä omaisen turvallisuuden tunnetta. Turvahälytysjärjestelmä olisi aina suunniteltava yksilöllisesti vanhuksen tarpeita vastaavaksi. Hälytysjärjestelmän tarpeen tulisi lähteä ensisijaisesti vanhuksesta itsestään, ei hoitohenkilökunnan tai omaisten tarpeista. Tällöin vanhus on myös motivoitunut järjestelmän käyttöön. Omaiset korostavat kotihoidon henkilökunnan ammattitaitoa, kun pohditaan, sopisiko vanhukselle esimerkiksi paremmin perinteinen turvapuhelin vai hyvinvointiranneke. Osa omaisista olisi halunnut osallistua vanhuksen turvahälytysjärjestelmää koskevaan päätöksentekoon (Törmä, 2001, 75).

### 3.4 Turvapuhelin ja sen tekninen luotettavuus

Turvapuhelin auttaa ikäihmistä saamaan tarvittaessa yhteyden turvapalveluun. Turvapuhelimella ikäihminen voi soittaa hälytyspuhelun ennalta ohjelmoituun numeroon nappia painamalla. Rannehälyttimellä ikäihminen voi hälyttää apua, kun ei pääse puhelimen luo. Turvapuhelin edellyttää vanhukselta kykyä arvioida oma tilanteensa ja tarvittaessa hälyttää apua (Söderholm, 2005, 28).

Turvapuhelin tarvitsee toimiakseen perinteisen lankapuhelinliittymän tai GSM (Global System for Mobile communications) verkkoa käyttävän modeemin ja GSM liittymän. Tämä tarkoittaa sitä että tiedonsiirto mahdollisuudet ovat tällä hetkellä kapeahkot. Laitteissa olevat tekniset valmistusvirheet aiheuttaa seuraavanlaisia ongelmia. Hälytys ei lähde, soittaa toistuvasti, puheyhteyttä ei muodostu (Lappi 2011).

Huonosti suojatut elektroniset laitteet voivat häiriintyä GSM verkon lähteistä. Häiriöt ilmenee esimerkiksi pörinisenä äänenä laitteiden kaiuttimista. Varotoimenpiteenä GSM laite tulisi pitää kaukana tällaisista laitteista. Erityisen tärkeää turvaetäisyys on sairaaloissa ja elintoimintoja ylläpitävien laitteiden läheltä (Penttinen, 2002, 282 ).

Turvapuhelin ei välttämättä kommunikoi asiakkaalla olevan lankapuhelin mallin kanssa ja samaan linjaan asennettava lankapuhelin menee jumiin. Turvapuhelin saattaa kyllä toimia mutta lankapuhelin ei tai sitten toisinpäin. Molempia ongelmia on havaittu (Lappi 2011).

Ratkaisuksi on mietitty, että asiakas hankkii uuden puhelinkojeen, mikäli lankapuhelinta haluaa käyttää. Muistisairaana kohdalla tämä tarkoittaa uuden oppimista. Tämä ei välttämättä tue enää vähäistäkään toimintakykyä, siis kykyä soittaa tai vastata puhelimeen. Yhteydenpito esimerkiksi kaukana asuviin omaisiin vähenee. Perinteinen turvapuhelin on kuitenkin melko luotettava väline, ellei puhelinlinjaan tule vikaa tai sähkökatko kestä pitkään (Lappi 2011).

Yhtenä turvapuhelimen ongelmana on automaattiset ilmoitukset. Esimerkiksi yhden kiinteistön kohdalla saattaa asukkaan turvapuhelin lähettää joka päivä ilmoituksen "akkujännite alhainen". On todettu että asunnon ilmastointi lähtee päälle ja aiheuttaa lyhyen sähköpiikin, joka aiheuttaa lähetyksen. Asiakkaan laite on vaihdettu useaan kertaan ja asiaa on tutkittu myös alan ammattilaisten toimesta ja muuta selitystä asialle ei ole löytynyt. Vanhentuneita malleja saattaa olla tarjolla ja kaikkiin ei ole saatavilla huoltoa (Lappi 2011).

Mikäli GSM modeemi korvaa lankapuhelinverkon. GSM verkossa esiintyvät häiriöt pudottavat hälytinpurkin pois käytöstä, eikä purkki lainkaan aina käynnisty yksin uudelleen. SIM kortista on muistettava poistaa PIN -kysely, muuten laite ei toimi. Voi myös käydä niin että omainen poistaa SIM kortin omiin tarkoituksiinsa. Kokeilumalleissa on ollut toimintavarmuudessa eroja. Lisävahvistimia ja antennia tarvitaan haja-asutusalueilla, joissa on GSM verkon katvealueita. GSM pöytäpuhelimissa on paljon näppäimiä ja käyttäjä ei opi soittamaan laitteella. GSM paikantimissa paikannuksen epätarkkuus on lähin linkki. GPS laitteet ei aina toimi luotettavasti rakennusten sisällä. On myös todettu että vanhemmat turvapuhelinmallit esimerkiksi antennin suunta ja sijainti vaikuttaa yhteyteen liikaa (Lappi 2011).

### 3.5 Hyvinvointiranneke ja sen tekninen luotettavuus

Hyvinvointiranneke on käden ranteessa pidettävä turvalaite. Laite seuraa jatkuvasti kantajansa vireyttä ja lähettää siitä tietoja tukiasemaan. Vireystilan poikkeavista muutoksista verrattuna käyttäjälle tavanomaisesta tilanteesta, lähettää ranneke automaattisen hälytyksen tukiaseman välityksellä hälytyksen vastaanottajalle. Vastaanottaja voidaan määrittää halutuksi ja yksilöllisesti (Vahtola M. 2004).

Hyvinvointiranneke tallentaa käyttäjänsä normaalin vireystilan neljän ensimmäisen käyttövuorokauden aikana. Hyvinvointiranneke mittaa mikro- ja makrotason liikettä, sekä ihon lämpötilaa. Järjestelmä lähettää automaattisen hälytyksen, jos se havaitsee rannekkeen olleen liikkumaton yli 30 minuuttia päivällä tai noin 60 minuuttia yöllä normaalia pidempään. Hyvinvointirannekkeen hälytystoimintoja voidaan valita yksilöllisesti tarpeen mukaan. Aktiivisuustason seuranta ja hälytykset toimivat vain noin 20–30 metrin etäisyydellä tukiasemasta. Hyvinvointiranneke vaatii toimiakseen jatkuvan ihokosketuksen (Vahtola M. 2004).

Hyvinvointiranneketta käyttävän aktiivisuutta voidaan haluttaessa valvoa ja seurata myös aktiviteettikäyrän avulla. Tällainen aktiviteettikäyrä antaa tietoja esimerkiksi päivärytmistä, sekä yönun kestosta ja niiden laadusta. Hyvinvointirannekkeeseen voidaan liittää erilaisia lisälaitteita, kuten kulunvalvonta ja lääkekiekko (Vahtola M. 2004).

Ennakkoluuloja ja pelkoja saattaa esiintyä turvahälytysjärjestelmiä kohtaan, eivätkä kaikki halua käyttää uutta teknologiaa. Haasteeksi nouseekin hyvä perehdyttäminen turvahälytysjärjestelmään. Ohjauksessa tulisi lähteä liikkeelle asiakaan tarpeista. Käyttäjät haluavat tietoa turvahälytysjärjestelmiin liittyvistä kustannuksista. Asiakkaille tulee kertoa, mitä kuukausimaksuihin sisältyy ja joutuvatko he maksamaan tarpeettomista hälytyksistä. Käyttäjiä tulee myös ohjata turvahälytysjärjestelmään liittyvän laskun tulkitsemisessä (Mäki, 2000).

Hyvinvointiranneke palvelutaloissa ja kotona aiheuttaa monia erilaisia toimia. Ranneke on ladattava ja asiakkaat eivät välttämättä itse suoriudu lataamisesta. Palvelutaloihin on tehtävä kaapeloinnit ja myös laajakaistayhteys vaaditaan. Lisäksi rakennuksen rakenteet vaikuttaa langattomaan tiedonsiirtoon ja tarvitaan mahdollisesti useita tukiasemia. Kulunvalvonnan herkkyydensäätö saattaa olla haastavaa erilaisista asiakkaista johtuen. Sähkökatkojen varalle tulee suunnitella varajärjestelmä. Hyvinvointiranneke voidaan yhdistää laajakaista tai puhelinlinjaan (Lappi, 2011).

Kaikki hälytyskeskukset eivät pysty vastaanottamaan hälytyksiä erilaisista hälytinlaitteista. Rajoituksia on mm. liittyen IST- hyvinvointiranneke hälytysten vastaanottoon ja aktiviteettikäyrätietojen vastaanottoon. Jossakin voidaan ottaa vastaan vain painikehälytykset ja kulunvalvonta ilmoitukset, mutta ei mahdollisesti asiakaskohtaisesti ohjelmoitavia automaattihälytyksiä tai ilmoituksia (Lappi, 2011).

### 3.6 Tekninen yhteenveto

Turvallisuutta parantavia elektronisia seurantalaitteita ja järjestelmiä on tarjolla useita. Tällaisten laitteiden ja järjestelmien tekninen vertailu on tehty asiakkaalle vaikeaksi. Mikäli halutaan vertailla tuotteiden teknisiä ominaisuuksia, sekä niiden laatua olisi ne avattava ja tehtävä kilpailija-analyysi raportti. Tällaisia tutkimuksia ja selvityksiä tekeviä yrityksiä on tarjolla mutta selvitykset ovat varsin hintavia.

Tämän lisäksi tulisi selvittää laitteissa olevien komponenttien valmistajat, sekä niiden laadukkuus. Moniin nykyisiin valmistettaviin elektronisiin tuotteisiin valitaan komponentit ainoastaan hinnan perusteella. Tämä valinta kertoo usein siitä, että laitteiden elinikä, sekä ominaisuudet saattavat muuttua, kun laite vanhenee tai on käytössä (Lehto 2011).

Ympäristön lämpötilan nopeat muutokset, kosteus ja muut mekaaniset rasitukset vaikuttaa laitteen toimintaan. Muutokset aiheuttavat tyypillisesti toimimattomuutta sekä vikoja. Lähes kaikki komponenttien ja materiaalin ominaisuudet muuttuvat lämpötilan ja kosteuden mukaan ja käyttöympäristö vaikuttaa suuresti laitteiden elinikään. Mikäli seurantalaitetta halutaan käyttää suihkussa tai saunassa niin olisi varmistettava se, että antaako valmistaja toimintatakuuta laitteelle ja onko laite testattu näissä ympäristöissä.

Hyvä-ikä messuilla 30.9.2010 oli tarjolla seurantaan liittyviä laitteita. Teknisiä, sekä niihin liittyvien ohjelmistojen ominaisuuksia pääsi käytännössä näkemään messuilla. Messuilla tuli esille, että laitteet ja ohjelmistot vanhenevat nopeasti. Päivityksiä tulee niin elektroniikkaan kuin ohjelmistoihin, eikä asiakkaat tai käyttäjät pysy kehityksessä mukana, jolloin helposti syntyy epätietoisuutta käyttäjissä.

Monet olemassa olevat laitteet antavat vaikutelman varsin huonosta toimivuudesta, sekä myös suunnittelusta. Laitteet olivat isoja, ohjelmistot hankalia käyttää ja päivityksiä tulee liian usein. Laitteiden käyttökustannukset olivat myös korkeat. Taulukossa vertaillaan kehittämistyössä syntyvän prototyypin ominaisuuksia muutamien tunnettujen laitteiden ominaisuuksiin (taulukko 1).



TAULUKKO 1. Laitteiden vertailu

Valmistaja	Porox /Proto	Soneco	Vivago	Miratel	SmartCare
Tyyppi	Nappi/Koru	Kannettava	Ranneke	Ranneke	Ranneke
Hätäviesti	Tulossa	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Valmiusaika	ei tiedossa	72h	4-5kk	5-10 vuotta	ei tiedossa
Kosteus	Tulossa	Ei kestä	Roiskevesi	Vesitiivis	Roiskevesi
Lämpötila (sauna)	Tulossa -15- 80 C	Ei tiedossa	Ei Kestä	Ei tieoa	Ei tietoa
Kiihtyvyyssmittaus	Kyllä	Ei	Kyllä	Ei	Ei
Akun seuranta	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Etäisyyden seuranta	Kyllä	Ei	Ei	Ei	Kyllä
Paikannettavissa (tarkka)	Ei	Ei	Ei	Ei	Ei
Kantavuus	50m (verkkolla km)	GSM kuuluvuus	Ei tiedossa	30-50m	GSM kuuluvuus
Tekniikka	2.4 GHz (ISM)	GSM 900/1800	Ei tiedossa	869.200-869.250MHz	Ei tiedossa
Hinta	Rf- nappi 5-20eur /ilmaisohjelma	29,50eur kk+liittymä	35eur kk + laite 90eur	25,20eur/kk 343 krt maksu	38eur /kk + liittymä

Taulukossa tyyppi kertoo minkä tyyppisestä laitteesta on kysymys. Rannekemallit laitetaan kellon lailla kiinni ranteeseen. Kannettava malli on isompi kokonaisuus ja voidaan kiinnittää vaatteisiin kuten vyöhön. Nappi ja koru on piilotettavissa tai korumainen, jolloin tuotteen pitäminen ei aiheuta ulkoista eroavaisuutta. Hätäviestillä tarkoitetaan sellaista toimintoa, jossa käyttäjä voi hälyttää apua painamalla hätäpainiketta. Valmiusaika tarkoittaa sitä aikaa jonka laite voi toimia ilman paristojen vaihtoa tai lataamista.

Kosteuden kestäminen on monissa laitteissa jaettu siten että laite ei kestä kosteutta yhtään, kestä hieman tai sitten on täysin vesitiivis. Tämän tyyppiset seurantalaitteet tulisi olla täysin vesitiiviitä. Kiihtyvyyssmittaus kertoo, että laitteella voidaan havaita liikkeitä ja liikkumista. Tyypillisesti tällä ominaisuudella halutaan saada tieto nopeasti esimerkiksi kaatumisesta. Akun ja pariston seuranta havaitsee ja hälyttää siitä että laite vaatii huoltoa.

Etäisyyden seuranta ja hälytyksen antaminen ovat ominaisuuksia, joita tässä kehittämistyössä kehitetään. Erilaiset tekniikat antavat mahdollisuuksia toteuttaa seuranta ja hälytyksiä monella eri tavalla ja tarkkuudella.

Tekniikan valinta vaikuttaa myös oleellisesti tuotteen seurannan kantavuuteen, joka voi olla metreistä kymmeniin kilometreihin. Muutamissa näissä tuotteissa on käytössä matkapuhelinverkon taajuudet, joka tarkoittaa että laitteessa on SIM kortti, näissä kantavuus on pidempi. Tämä samalla tarkoittaa suurempia kuluja käyttäjälle ja mahdollisissa ääriolosuhteissa toiminnan huonoa laatua. Näissä vaaditaan myös suurempia tehoja, joka tekee laitteesta enemmän sähköä vievän. Tarkkaa paikannettavuutta tarvitaan, mikäli halutaan seurata laitteen sijaintia erityisen tarkasti.

Tämän protolaitteen tekninen lähtökohta on se, että suunnittelussa ja tekemisessä on otettu vahvasti huomioon kestävän kehityksen, sekä käytettävyyden näkökulma. Kehittämistyöhön on valittu komponentteja ja ratkaisuja, jotka mahdollistavat pitkäikäisen tuotteen tekemisen. Tulevaisuuden ratkaisut tulee suunnitella ja tehdä ympäristö- ja käyttäjäystävällisiksi, sekä pyrkiä myös siihen että tuote on laaja-alaisesti hyödynnettävissä ja edullinen käyttää. Tuote tulee olla tehtävissä kauniiksi ja huomaamattomaksi. Tämän lisäksi sen tulee olla helppokäyttöinen, kestävä, ympäristöystävällinen ja edullinen käyttää. Opinnäytetyön yhtenä keskeisenä tavoitteena on valmistaa prototyyppi, jolla voidaan testata ja esittää tällaisen sovelluksen toimintaa.

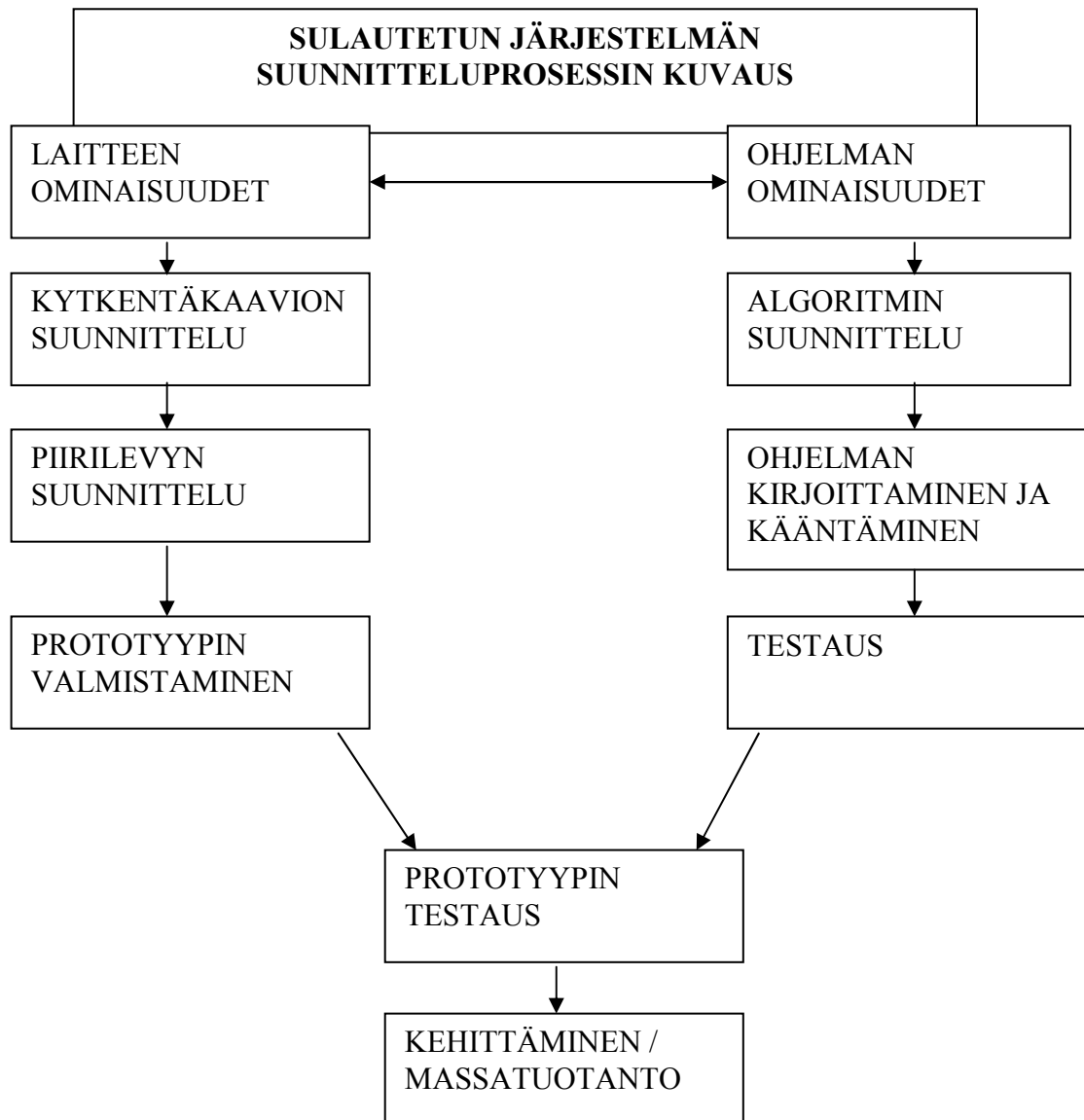
#### 4 KEHITTÄMISTYÖN TEKEMINEN

Kehittämistyö oli pitkä ja monivaiheinen prosessi. Huolellinen valmistelu sekä taustatyö on erittäin tärkeää, jotta pysytään asetetuissa aikarajoissa. Prototyypin saaminen valmiiksi toimivaksi kokonaisuudeksi oli onnistuttava löytämään oikeat sulautetun järjestelmän elektroniikan kytkennät ja komponentit sekä niiden arvot. Tämän lisäksi pitää pystyä kehittämään ohjelmisto ja käyttöliittymä, joka toimii halutulla tavalla.

Aikaa ja voimavaroja meni alussa, kun yritimme etsiä ratkaisua myös matkapuhelin sovellukselle. Päädyimme yhteistyöhön Seinäjoen ammattikorkeakoulun kanssa. Seinäjoen ammattikorkeakoululla oli pitkään tutkittu langatonta tekniikkaa. Heillä oli tutkittu ja käytössä muutamissa projekteissa tähän työhön soveltuva radiotekniikan komponentti ja tekemisen sekä kehittämisen ideologia hyvin avointa.

Suunnittelupalavereissa asetimme työlle lopulliset tavoitteet ja määrittelimme rajaukset. Samalla teimme työnjakoa ja sovimme tapaamisista ja alustavista aikatauluista. Palaverissa laadittiin myös tulevan uuden prototyypin alustava tekninen toimintamalli ja sovittiin, että toimivalle prototyypille tehdään testausta laboratorioympäristössä. Testausvaiheen jälkeen sovittiin, että tarkastellaan tuotteen spesifikaatiota uudelleen ja tehdään siihen tarvittavat parannukset. Sovittiin myös että nämä muutokset eivät kuulu tämän työn piiriin. Aikataulusta sovittiin, että prototyyppi tulee olla valmiina keväällä 2011. Porox Oy maksaa prototyyppiin liittyvät kustannukset. Tällainen sovellus on tyyppillinen sulautettu järjestelmä ja kehittämistyön tekeminen etenee prosessin mukaan (kuvio 2).

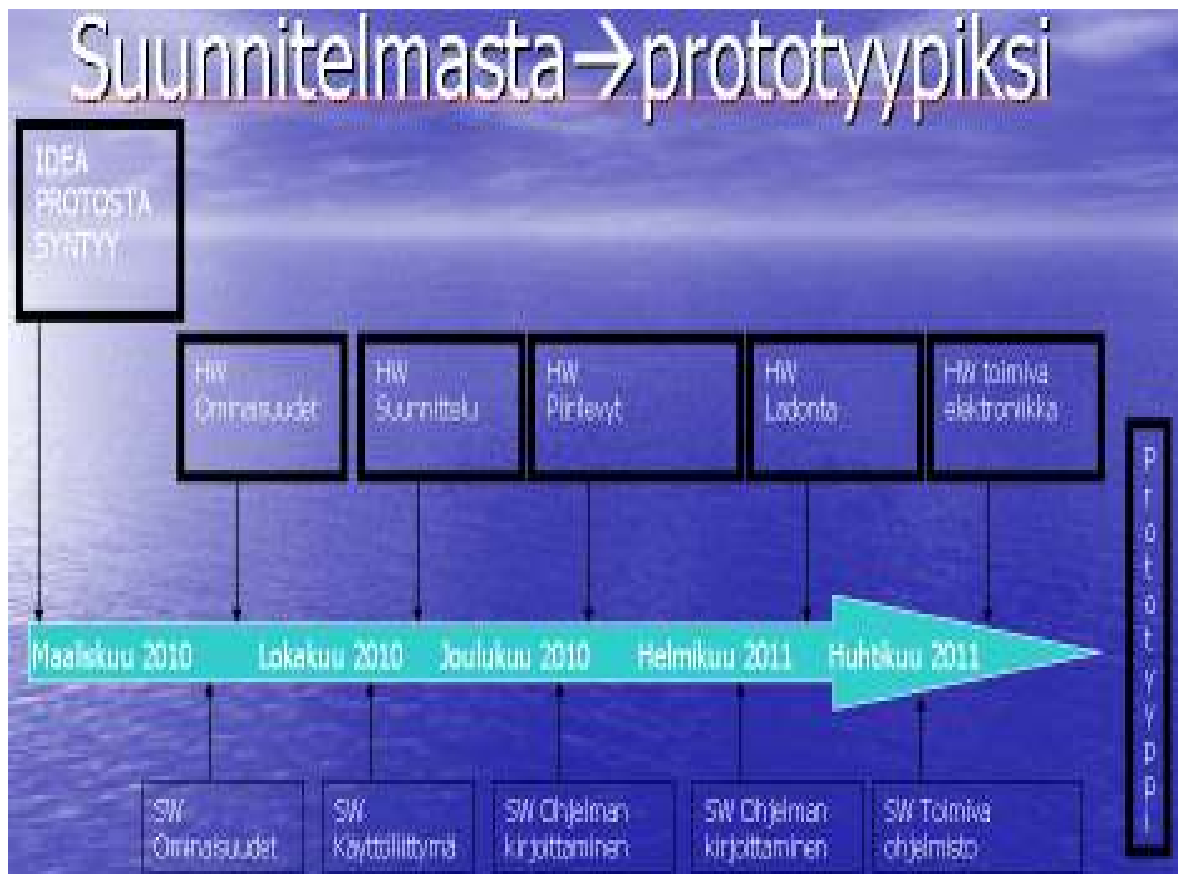
Tällaisissa kehittämistöissä ja asiakasratkaisun välissä on usein sovellus- tai protovaihe, jossa ideasta rakennetaan tavallaan mahdollisuus. Oli sitten kyse prototyypistä, pilottihankkeesta tai olemassa olevan tuotteen päivityksestä, uudella teknologiaratkaisulla haetaan yleensä tiedossa olevien haittavaikutusten minimointia. Testattu ja hyväksi havaittu teknologia muotoutuu kehittämistyön jälkeen myös moneen uuteen käyttötarpeeseen.



KUVIO 2. Suunnitteluprosessin kuvaus

## 5 PROTOTYYPIN RAKENTAMINEN

Varsinaisen prototyypin rakentaminen alkoi syksyllä 2010. Ensimmäisenä tuli selvittää ja hankkia prototyypin rakentamiseen tarvittavat materiaalit ja ohjelmistot. Tämän lisäksi piti aikatauluttaa työn tekeminen ja niiden eri vaiheet (kuvio 3).



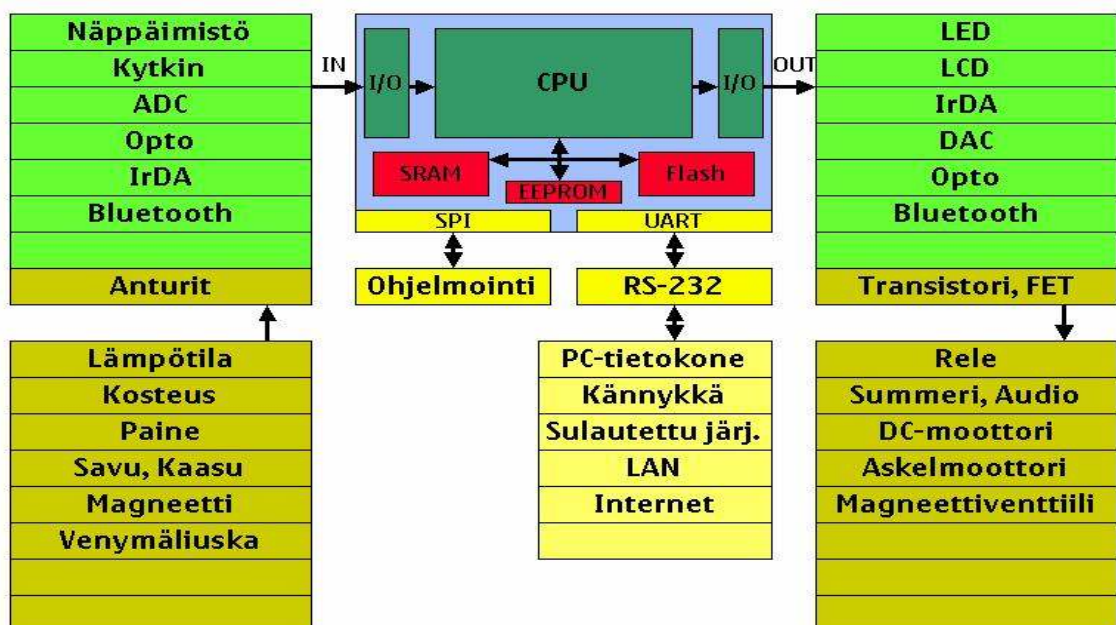
KUVIO 3. Aikataulun ja kehityksen eteneminen

Seinäjoen ammattikorkeakoulussa oli jo pitkään tutkittu langatonta tiedonsiirtoa ja sieltä löytyi osaamista tällaisen prototyypin tekemiseen. Seurantalaitteen prototyyppi on tyypillinen sulautettu järjestelmä, jossa yhdistetään laajalti elektroniikkaa, sekä ohjelmistoja.

Tyypillisesti sulautetussa järjestelmässä mikro-ohjain ohjaa ulkopuolisia toimilaitteita ohjelman ja ulkoisten antureiden sekä kytkimien mukaan. Pyykinpesukone ja kaupassa oleva vaaka on tyypillisiä sulautettuja järjestelmiä. Näissä käyttäjä määrittelee kytkimien avulla haluamansa ohjelman ja kone tai tulostin toteuttaa halutun prosessin.

Sulautetussa järjestelmässä voi olla useita erilaisia sisäänmenoja (kuvassa in). Usein anturit sisään menossa mittaa fysikaalista suuretta, kuten lämpötilaa tai kosteutta. Mikro-ohjain toteuttaa ohjelman ja laskutoimituksien jälkeen toiminnan esimerkiksi summerille (kuvassa out) hälytyksen liian korkeasta lämpötilasta (kuvio 4).

Tässä työssä ei suunniteltu mekaniikkaa vaan rakenne toteutettiin piirilevyllä, joka tässä työssä määritteli prototyypin mekaaniset mitat. C-kielinen ohjelmisto kirjoitettiin ja käännettiin internetistä ladattavalla ilmaisella AVR-Studio ohjelmalla.



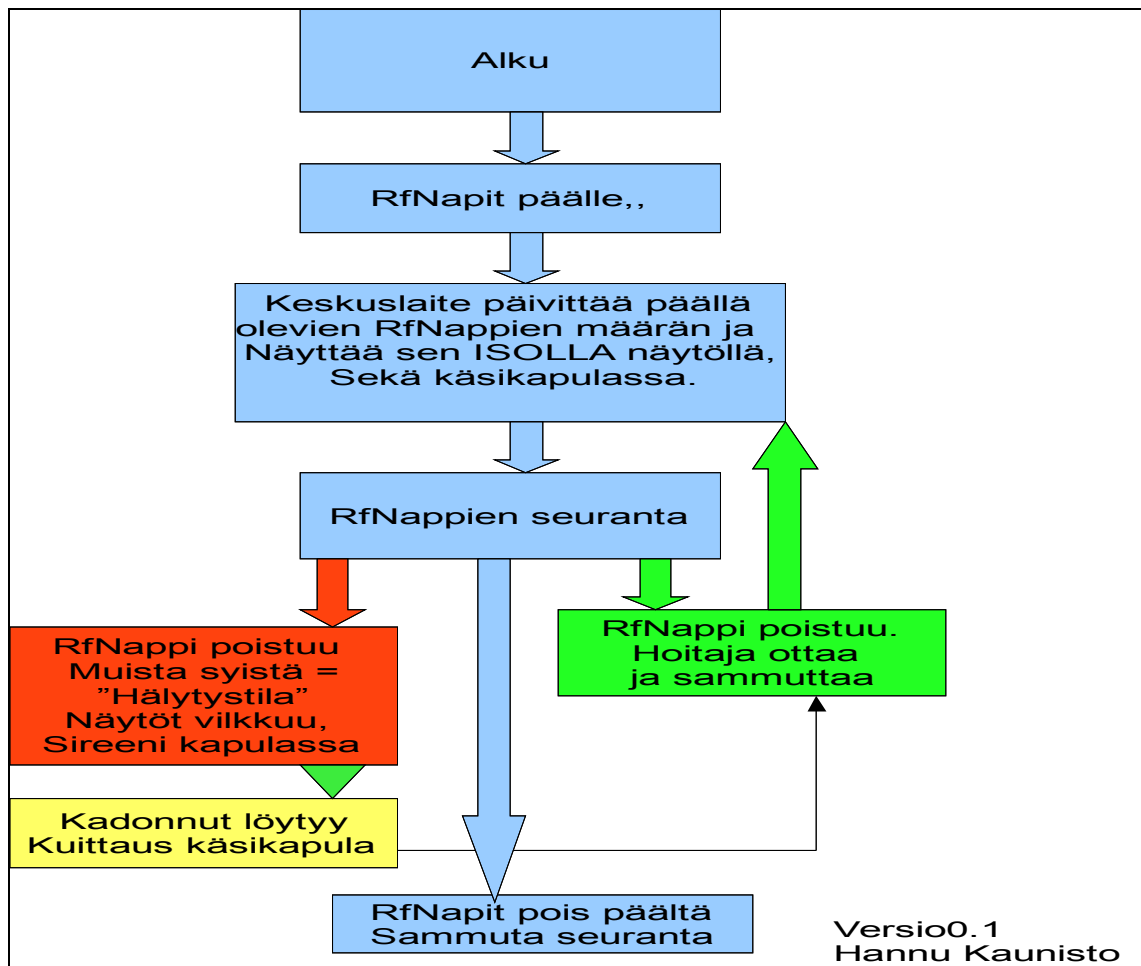
KUVIO 4. Sulautetun järjestelmän lohkokkaavio (Vahtera 2004, 5)

## 5.1 Laitteen toiminnan määrittely ja suunnittelu

Prototyypin toiminta määriteltiin kokemusten, sekä haastattelujen pohjalta. Aikataulusyistä jouduttiin heti aluksi luopumaan käsilaitteen tekemisestä. Tämän vuoksi määriteltiin käsilaitetta vastaavat toiminnot toimivaksi tietokoneen USB liittimen kautta. Esimerkiksi käsilaitteen virransyöttö, sekä siihen liittyvät tekniset ratkaisut olisi helposti ollut oman kehitystyön arvoinen tehtävä.

Ensimmäisessä suunnitteluprosessivaiheessa tehtiin protolaitteen toiminnasta vuokaavion. Vuokaavion avulla saa kuvan kokonaisuudesta ja sen ominaisuuksista. Tämä toiminnan vuokaavio syntyi saatujen päätelmien pohjalta ja oli helpottamassa heti kehittämiproessin alkuvaiheessa. Prototyypin vuokaavio voi muuttua myös kehitystyön aikana. Usein siihen vaikuttaa monet tekijät, kuten komponenttien saatavuus, ohjelmiston ja haluttujen toimintojen muuttuminen kehittämistyön aikana.

Tarkoituksena on, että kun alkutilassa RF napit ei ole päällä ei tietokoneessa oleva seurantaohjelmisto reagoi mihinkään toimintoon. RF napit päällä tilassa ohjelmisto heti reagoi nappeihin ja kerään niiden tiedot tietokoneelle tai käsikapulaan. Ohjelma seuraa nappien liikkeitä ja etäisyyttä. Punainen linja vastaa tilannetta, jolloin RF nappi katoaa seuratulta alueelta. Punaisen linjan toiminto aiheuttaa hälytyksen, joka voidaan aktivoida pois päältä vasta, kun RF nappi löytyy. Vihreä linja vastaa toimintaa, jolloin seurattava RF nappi poistuu luvan kanssa (kuvio 5).



KUVIO 5. Vuokaavio laitteen toiminnasta

Prototyyppi sisältää tietokoneen USB liittimeen asennettavan keskuslaitteen, jossa on kiinni radiotaajuinen lähetin/ vastaanotin nappi. Prototyyppissä on myös ohjelmisto, joka ladataan tietokoneelle. Näiden lisäksi tarvitaan seurattavia radio nappeja. Radionapit sisältävät seurantalaitteessa vaaditut komponentit ja ohjelmistot. Kun laite on toiminnassa radionapit ovat langattomasti yhteydessä USB liittimeen asennettavan keskuslaitteen kanssa. Ohjelmisto kommunikoi ja suorittaa hälytyksen mikäli radionappi joutuu liian kauaksi halutulta alueelta. Seurantalaitteen ohjelmiston halusin mahdollisimman tutuksi ja käyttöliittymän helpoksi käyttää sekä edulliseksi ilman hienouksia. Käyttöliittymä näyttää excel ohjelmalta (kuvio 6).





KUVIO 6. Kuva kokonaisuudesta

## 5.2 Prototyypin tekninen rakenne ja suunnittelu

Tekninen rakenne prototyypissä kuvaa parhaiten laitteen näkyviä osia tai komponentteja. Teknistä rakennetta pyritään uusissa laitteissa pienentämään, jotta laitteet saataisiin mahtumaan pienempään mekaniikkaan ja niiden käytettävyys parantuisi. Protovaiheessa usein joudutaan tekemään kompromisseja mekaniikan suhteen ja niissä haetaan enemmänkin toiminnallisuuden ja jatkokehitystyöhön tuloksia esimerkiksi käytettävydestä, soveltuvuudesta, tuotannollisuudesta.

Tässä työssä käytössä oleva mikropiiri toimii taajuusalueella (2.4GHz), joka taajuutena on vapaasti kaikkien käytettävissä. Mikropiirin valmistaja (Nordic Semiconductor) tarjoaa edullista ja avointa kehityspakettia, johon on saatavilla myös kehitystukea. Sama mikropiiri on käytössä esimerkiksi Suannon urheilukellon mallissa, sekä monissa muissa terveysteknologian langattomissa ratkaisuissa. Tämän mikropiirin sisälle on integroitu myös usein vaaditun mikro-ohjaimen, joka monissa muissa sovelluksissa on erillinen komponentti. Mikropiiri on kooltaan myös hyvin pieni ja saadaan toimimaan vähäisellä virralla.

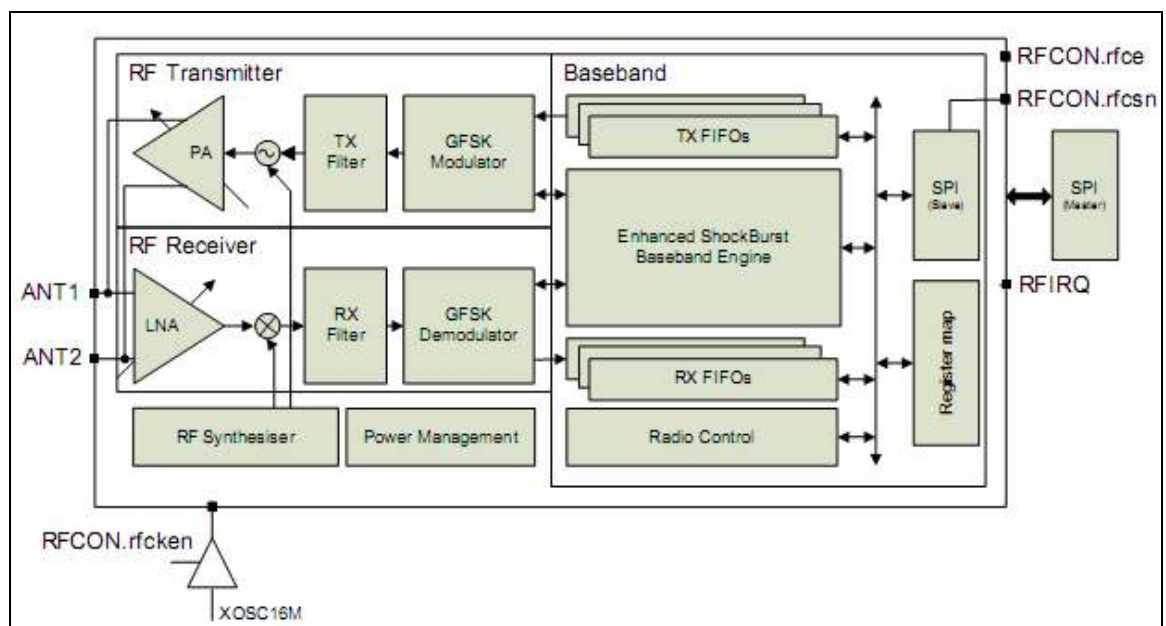
Integroidun piirin edut verrattuna erilliskomponentein rakennettuun kytkentään ovat halpuus, pieni koko, luotettavuus, suorituskyky, toiminnan nopeus ja tasalaatuisuus. Luotettavuutta parantaa se että koko piiri tehdään kerralla, ei erillisiä liitoksia. Tiedonsiirron ja toiminnan nopeuteen vaikuttaa fysiikan lait, integroidussa piirissä komponenttien etisyydet ovat pienet. Tasalaatuisuus syntyy kun sisäiset komponentit päästään valmistamaan samaan aikaan ja samoilla menetelmillä (Eklöf, Arto, Kaarlo, Railo, Vermasvuori 2004, 71).

Piirien valmistajat saattavat antaa myös valmiin testatun mallikytken, jolla esimerkiksi piirin toimintaa on testattu laboratorio olosuhteissa. Tämä nopeuttaa ja samalla helpottaa sovellus ja ohjelmistosuunnittelijoiden työtä. Tällä tavalla tuotekehitysinsinöörit pääsevät kehittämään omaa tuotettaan. Tässä prototyypissä on hyödynnetty valmistajan mallikytkenä.

### 5.3 Radiotaajuisen lähetin- ja vastaanottimen rakentaminen

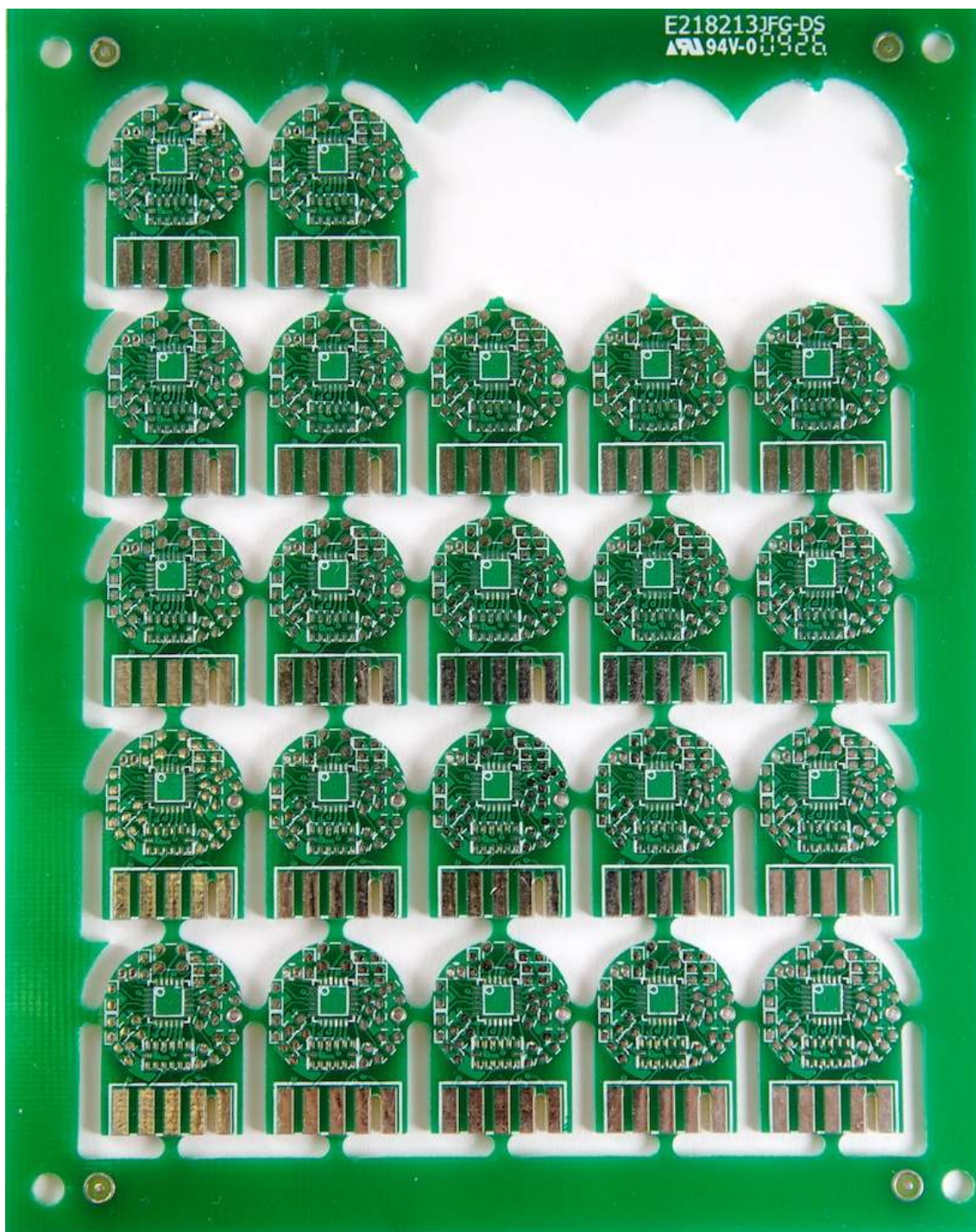
Keskeisenä ydinkomponenttina tässä työssä käytettiin Nordic Semiconductorin mikropiiriä nRF24LE1, johon on sisäänrakennettuna radiotaajuisen tiedon lähettämiseen, sekä vastaanottamiseen vaaditut ominaisuudet (RF Transmitter & RF Receiver ). Radiopiirissä käytetty lähetinvastaanotin käyttää maailmanlaajuisesti vapaassa käytössä olevaa 2,4GHz:n ISM- taajuusaluetta. (ISM, Industrial, Scientific and Medical. Maailmanlaajuinen radiotaajuuskaista, jonka käyttö ei vaadi erillistä lupaa).

Tähän prototyyppiin valittujen komponenttien ja piirien valmistajien teknisten ominaisuuksien tiedot ovat vapaasti saatavilla. Esimerkiksi tässä työssä käytetyn radiopiirin (nRF24LE1) englanninkieliset tiedot on vapaasti saatavilla valmistajan internetsivuilta. Piiri soveltuu todella hyvin pienen virrankulutuksen laitteisiin. nRF24LE1-radiopiirin lähetinvastaanottimen antennisovitus on toteutettu niin että samalla antennilla voidaan sekä lähettää että vastaanottaa tietoa (Nordic Semiconductor 2009, 16). Piirin hinta yksittäin ostettuna on muutamia euroja ja myös siksi soveltuu hyvin käytettäväksi monissa erilaisissa langattomissa ratkaisuissa. Tämä myös tukee sitä että piirin käyttö tulevaisuudessa tulee olemaan laajaa. Lohkokaaviosta selviää tärkeimmät lähetinvastaanottimen radio, sekä tiedonkäsittelylohkot (kuvio 6).



KUVIO 6. Piirin sisäinen lohko-kaavio. (Nordic Semiconductor 2009, 17.)

Piirilevyn suunnittelussa tuli ottaa huomioon jo alkuvaiheessa esille tulleet mahdollisesti myöhemmin halutut lisäominaisuudet. Yksi tavoite oli se että napista tulisi kooltaan mahdollisimman pieni ja olisi sopiva ja ohjelmoitavissa Seinäjoella suunnitellulla ohjelmointiympäristöllä (kuvio 7).

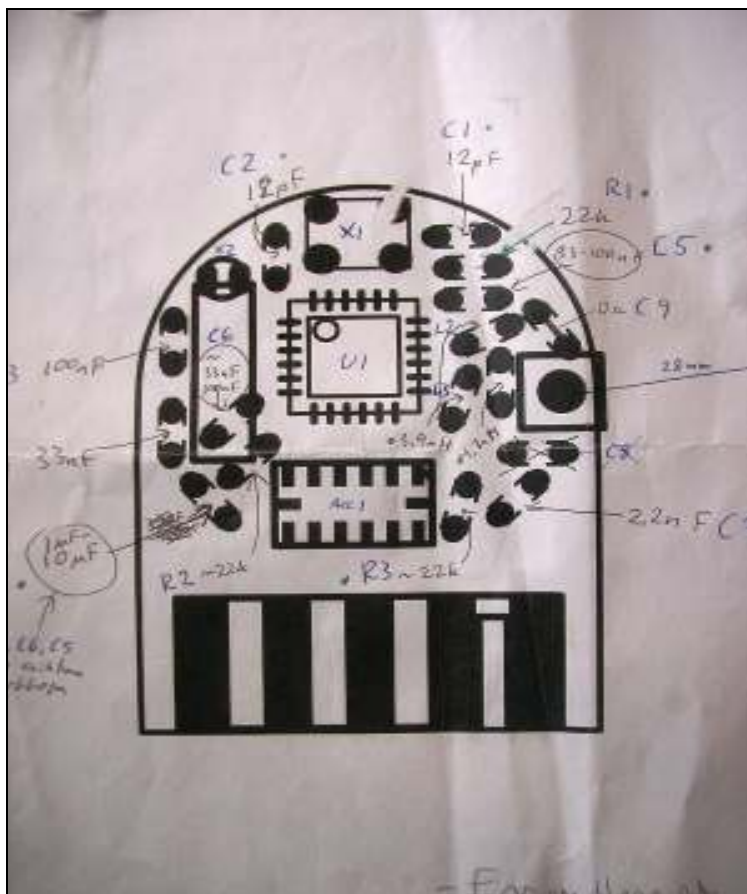


KUVIO 7. Piirilevyt

### 5.3 Komponenttien ladonta

Komponenttien ladonta prototyypin piirilevylle oli erittäin haastava ja aikaa vievä vaihe. Pienet komponentit, sekä piirilevyn pienuus aiheutti haasteita kiinnittää komponentit käsin juottamalla kaikkiin levyihin. Tässä aikataulussa tehtiin vain kaksi RF nappia, joiden kanssa päästiin testaamaan ohjelmistoa ja laitteen toimintaa. Nappien koneladonta olisi ollut yksi mahdollisuus, mutta ratkaisuna liian kallis ja valmiita levyjä olisi ollut saatavilla vasta kesän jälkeen.

Komponenttien ladonnan, sekä työn helpottamiseksi tuli tehdä suurennettu kuva piirilevystä. Ladonnalla ja työjärjestyksellä tarkoitetaan järkevää komponenttien ladontajärjestystä. Komponentit ovat erittäin pieniä ja juotoksen onnistumiseksi tuli käyttää mikroskooppia, kirurginveistä, pinsettejä ja soveltuvaa tinaa. Juotostäplät ovat erittäin pieniä ja komponenttien asettelussa sekä niiden juottamisessa oikosulkujen vaara on suuri (kuvio 8).



KUVIO 8. Suurennus piirilevystä

Juotostäplille tuli aluksi laittaa juoksutetta. Juoksute helpottaa juottamista oleellisesti ja estää oikosulkujen syntymisen. Aluksi tulee juottaa tinaa piirilevylle halutun komponentin juotostäpliin ja sitten vastaava komponentin jalka kiinni. Kohdistuksen ja juotoksen laatu tarkistetaan mikroskoopilla tai suurennuslasilla (kuvio 9).

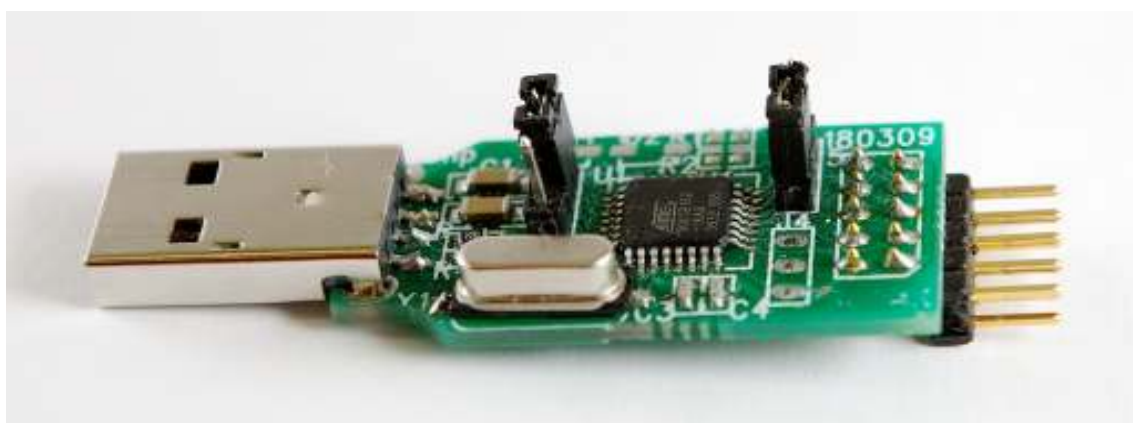


KUVIO 9. Valmis RF nappi (Kuva: Mauri Heinonen 2011)

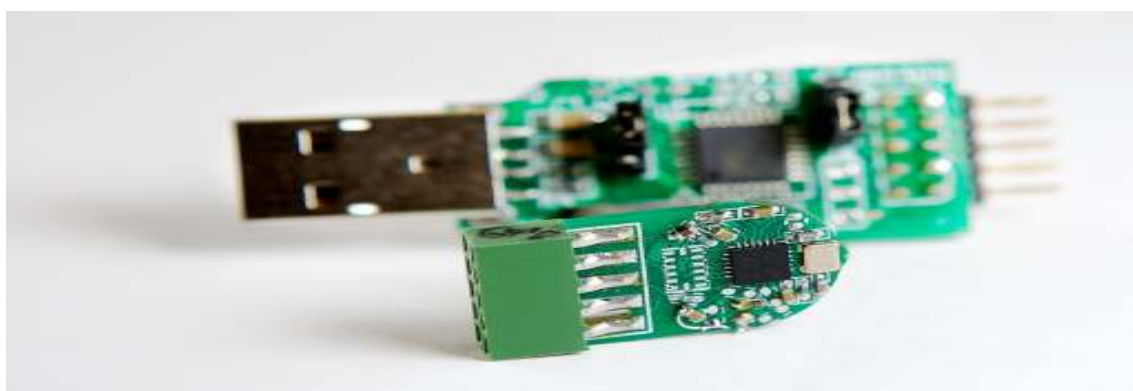
## 5.4 Ohjelmointilaite

Seinäjoen ammattikorkeakoulussa oli jo aikaisemmin rakennettu opiskelijavoimin ohjelmointiympäristö tässä työssä käytetylle Nordic Semiconductorin pienelle ja älykkäälle nRF24LE radio-ohjaimelle. Ohjelmointiympäristön elektroniikka sisältää Atmelin AT90USB162 mikro-ohjaimen, joka tarvitsee vain muutamia oheiskomponentteja toimiakseen ohjelmointiin soveltuvana ohjelmointilaitteena.

Tietokoneen USB liitimeen liitettävän ohjelmointitikun ja siihen liitettävän tiedonkerääjän tehtävä on kaksijakoinen. Ohjelmointitikun avulla voidaan ohjelmoida kaikki käytössä olevat ja seurattavat RF napit. Tämän lisäksi ohjelmointikuun tulee tässä prototyypissä kiinnittää yksi tiedonkerääjä RF nappi, jotta tiedonsiirto RF nappien osalta olisi mahdollista. Tällaisia tiedonkerääjiä voi tietokoneessa olla käytössä vain yksi kerrallaan (kuvio 10 ja 11).



KUVIO 10. Ohjelmointitikku (Kuva: Mauri Heinonen 2011)



KUVIO 11. Ohjelmointitikku ja RF nappi (Kuva: Mauri Heinonen 2011)

## 5.5 RF napin ohjelmisto

Tällaisen sulautetun laitteen tuotekehityksen vaiheet etenevät usein siten, että ensin on määrittelyvaihe, jossa määritellään laitteen haluttu toiminta tai toiminnot. Seuraavaksi tulee miettiä ohjelmiston ja elektroniikan työnjako. Tässä työssä kehitettiin elektroniikkaa ja ohjelmistoja samanaikaisesti. Tällaisella menetelmällä päästään nopeasti reagoimaan mahdollisiin ongelmakohtiin. Lopuksi yhdistettiin toimiva C-kielinen ohjelma ja elektroniikka toimivaksi kokonaisuudeksi. Radionappiin liittyvä C-kielinen ohjelma.

### Radionapin nRF24LE1 IO-bittien vastaanotto

```
#include <stdio.h> //Kirjastofunktio
#include "reg24le1.h" //Kirjastufunktio
#include "nRF24LE1.h" //Kirjastofunktio
void main(void) //Pääohjelma
{
    unsigned char rx[32]; //vastaanottopuskuri
    unsigned int timeout;
    P0DIR = 0b0000000; //kaikki nastat lähtöjä
    P0CON = 0x06;
    initRF(1,0); //RF -alustus: oma osoite=1, aliverkko=0
    EA = 1; //salli keskeytykset
    inputON(); //salli vastaanotto
    RFCON |= 0x04; //käynnistä RF-kello
    IEN1 |= 0x02; //salli RF-keskeytys
    timeout=60000; //
    while(1)
    {
        if(fifoRX()) //jos sanoma vastaanotettu
        {
            inputRF(rx)
            P0 = rx[0]; //ohjaa lähdöt
            timeout = 60000;
        }
        if(timeout--==0) //jos ei sanomaa ajoissa
        {
            P0 = 0; //ohjaa kaikki lähdöt pois
            timeout = 60000;
        }
    }
} //while 1
} //main
```



## 5.6 Prototyypin käyttöliittymä

Tavoitteena oli että ohjelmisto näyttää excel ohjelmalta ja on heti tutun oloinen ja helposti lähestyttävissä. Kaikki mahdolliset RF napit ovat eri tunniste numerolla ja niille voidaan määritellä eri nimiä tai tarkoituksia. Kun ohjelman käynnistää hakee se automaattisesti tietokoneen USB porttiin kytketyn keskuslaitteen ja päivittää heti kantamalla olevat nimetyt RF napit.

Päivitys painikkeella voidaan ohjelma myös manuaalisesti päivittää. Päivitys hakee kaikki RF napit ja niiltä saatavat tiedot. Seurantaohjelmiston ollessa päällä seuraa se jatkuvasti nimettyjen RF nappien etäisyyttä. Etäisyysarvo muuttuu ja myös palkin väri muuttuu riippuen RF napin etäisyydestä keskuslaitteeseen. Kun RF nappi poistuu tai katoaa liian kauaksi menee käyttöliittymän palkki punaiseksi ja seurantaohjelmisto antaa hälytyksen. Kadonneen napin nimikyltti tulee näkyville hälytyksessä.

Pariston jännitearvo kertoo pariston tilan ja palkki menee punaiseksi kun pariston tila heikkenee. Varsinaista hälytystä pariston jännitteen alenemisesta ei prototyypissä tule. Liikkuvuusarvolla kuvataan RF napin liikkeitä ja kolahduksia. Palkin väri ja arvo muuttuu mutta tälle ominaisuudelle ei tässä prototyypissä ole annettu hälytysrajaa. Ohjelman yläosaan tuli yrityksen logo ja merkintä demo products (kuvio 12).



KUVIO 12. Ohjelmiston käyttöliittymä

## 6 PROTOTYYPIN TOIMINNAN TESTAUS JA TULOKSET

Seurantalaitteen prototyypin osat ja komponentit ovat avoimia ja osin myös irrallisia kytkentöjä, joiden toimintaan vaikuttavat monet ulkoiset tekijät. Laite saattaa esimerkiksi hyvin helposti saada jännitepiikkejä heikon maadoituksen ja irrallisten johtojen ja signaalijohtimien vuoksi. Tällöin laitteen toiminta häiriintyy ja menee alkutilaan tai ohjelmisto jumittuu. Testausvaiheessa prototyypin paristonpidike oli kiinnitetty suoraan piirilevyllä olevaan ohjelmointiliittimeen ja pariston voi vahingossa kytkeä väärinpäin, tällöin laite saattaa rikkoutua.

RF napissa olevien antennilankojen muoto ja pituus aiheutti epätarkkuutta napin radiotaajuisen yhteyden hyvyyden mittaukseen. Testausvaiheessa toiminnan kannalta oleellista oli se, että antennit olivat esteettömät ja sijaitsevat mahdollisimman lähellä piirilevyä. Mikäli antenni sijaitsee liian kaukana piirilevystä tai esimerkiksi metallinen levy on estämässä antennin toimintaa saattaa tämä aiheuttaa todellinen mittaustuloksen huomattavaa poikkeamaa. Tämä taas vaikuttaa yhteyden katkeamiseen ja hälytyksen saapumiseen. Prototyyppi ei myöskään kestä mekaanisia tärinöitä, kolhuja tai tönäisyjä.

Prototyypin toiminta edellyttää, että C-kielinen ohjelma toimii. Ohjelman tulee olla virheetön ja standardin mukainen. Prototyypivaiheessa mitataan yhteyden hyvyyden lisäksi, pariston napajännitettä sekä kiihtyvyyssanturin antamaa arvoa. Prototyypillä voidaan myös testata RF nappien ”seurustelu/ juoru” ominaisuutta. RF nappeihin on myös jo valmiiksi tehty seurustelu ominaisuus. On suunniteltu, että napit voivat siirtää tietoja keskenään, tällä tavalla voidaan kantama saada kilometreihin. Voidaan siis luoda RF nappien verkkoja, jotka siirtävät tietoa keskusyksikölle.

Prototyyppiä testattiin erilaisissa ympäristöissä. Luokkatilassa, laboratoriossa ,sekä niiden käytävillä, että myös kotona. Prototyypissä testattiin kahta seurattavaa RF nappia. RF napeille annettiin nimet Aapeli ja Jaakko. Molemmissa RF napeissa olivat alkuvaiheessa uudet paristot ja antennina johdinlenkki.

Keskeinen testaus oli RF nappien yhteyden (etäisyyden) mittaaminen. Yhteyttä mitattiin keskuslaitteessa olevaan kerääjään, jossa oli kiinni tietoa vastaanottava RF nappi. Koulussa isossa luokkatilassa kantama RF napeilla riitti hyvin eikä napin katoamisesta hälytyksiä tullut. Laboratoriossa oli myös hyvä etäisyyden arvo, eikä mittauksissa ilmennyt poikkeamaa. Kantamaan saattaa vaikuttaa seinät ja rakenteet sekä maasto. Lopullinen testaus ja arvojen säätäminen tulee aina tehdä asiakaskohteessa.

Testasin laitetta kymmenen kertaa erilaisilla käytävillä ja kahden napin verkossa. RF napit olivat jonossa käytävällä, kaukana toisistaan ja laitteiden välinen kantama oli n. 30m. Kun testissä RF nappi nimeltään (Aapeli) oli selvästi kantaman ulkopuolella se lähetti mm. pariston jännitetietoa RF napin nimeltään (Jaakko) kautta.

Paristokäyttöisissä laitteissa on usein ongelmana se, että pariston tilaa ei varmuudella tiedetä. Tämä aiheuttaa riskin siitä, että laite ei toimi tai toiminta vastaa tarkoitustaan. Tehdyssä prototyypin käyttöliittymäohjelmassa pariston jännitteen aleneminen näkyy jännitearvona, sekä se myös ilmoittaa punaisella palkilla pariston vaihtoajasta. Jännitearvo vaikuttaa myös RF napin etäisyyden kantamaan. Testasin pariston jännitearvon muuttumista asentamalla RF nappiin uusia ja vanhoja paristoja. Pariston mittaaminen ja arvon muuttuminen, sekä ohjelmiston toiminta oli vakaata kaikilla kerroilla.

Prototyyppiin optioksi laitetulta kiihtyvyyssanturilta saatu liikkuvuustietoa ei tässä työssä käsitellä vaan se on suunniteltu jatkokehitystä varten. Testauksessa voimme todeta, että kiihtyvyyden arvon mittaus toimii ja hyvät valmiudet kehittämiseen ovat olemassa. Kiihtyvyyden mittauksella voidaan tulevaisuudessa toteuttaa aktiivisuuteen tai kaatumiseen liittyviä hälytystoimintoja. Liikkuvuusarvo muuttui joka testauksen aikana.

Prototyyppiä testattiin muutamia kertoja myös kotiympäristön pihapiirissä asentamalla kahden lapsen taskuun seurattavat RF napit. Keskuslaite oli sisällä ja lapset touhusivat pihalla omia touhujaan. Yhteyden hälytysraja oli ohjelmallisesti asetettu hälyttämään katoamisesta 30 metrin jälkeen. Pihapiirissä ei hälytystä napin katoamisesta kuitenkaan tullut. Kun toinen lapsista poistui polkupyörällä nopeasti pois pihapiiristä saatiin laitteeseen hälytys RF napin katoamisesta.

Testausvaiheessa tuli esille muutamia ongelmia. RF napit päivittivät tietojaan kahden sekunnin välein. Mitä useammin napit lähettävät tietoja keskusyksikölle sen enemmän kuluu virtaa ja pariston elinikä laskee. Testauksen aikana napin jännite laski liian nopeasti ja ohjelmallisesti asetettu 2,7 V:n raja-arvo tuli kahden päivän testauksen jälkeen vastaan. Ohjelmisto antaa punaisen palkin merkiksi siitä että paristo RF napissa tulisi vaihtaa uuteen (kuvio 13).

ID	Nimi	Yhteys	Jännite	Liikkuvuus	Siirtä ID
2	Aapeli	76	2,35 V	0,05 G	2
1	Jaakko	82	2,7 V	0,96 G	1

KUVIO 13. Testauksen arvoja

Pariston jännitetietoa eikä liikkuvuustietoa tarvitse päivittää jatkuvasti ja muutimme prototyypin C- kieliseen ohjelmaan tietojen päivitysajan. Liikkuvuuden seurannan muutettiin ohjelmassa sellaiseksi, että hälytys tulisi vasta kovasta iskusta. Tällä tavalla saatiin pariston helposti kestävästi huomattavasti pidempään. Tietojen päivitysnopeus ja päivitysaika on ohjelmallisesti melko helposti muutettavissa ja tämä myös mahdollistaa asiakaslähtöisen jatkokehittelyn.

Testaustuloksena voidaan pitää myös laitteen hintaa. Tavoite oli että valmis laite tulisi olla todella edullinen valmistaa ja myös käyttää. Prototyypin RF nappien hinta tuli olemaan muutaman euron ja massatuotteena tehtynä päästään alle euroon. Tämän lisäksi maksaa ohjelmisto sekä laitteen mekaniikka. Piirilevyt tulivat Kiinasta ja pienissä prototyyppien erissä niihin tulee hintaa kymmeniä euroja. Massatuotteena päästään kokonaisuudessa noin 20 euron hintaan, jolloin olisi myytävissä perustason laite ohjelmistoineen.

## 7 POHDINTA

Erilaisiin langattomiin sovelluksiin siirtyminen on lähitulevaisuudessa yksi keskeinen asia. Ihmisen ja ympäristön tilaa voidaan tulevaisuudessa valvoa langattomasti. Uusia erilaisia sovelluksia tulee olemaan markkinoilla useita, eikä vielä voida tietää niiden soveltuvuutta tai niiden kaikkia heikkouksia. On selvää, että laitteissa tulee esiintymään runsaasti teknisiä ongelmia ja niiden käytettävyydessä sekä luotettavuudessa on eroja. Tällaisten laitteiden käyttäjät tai käytön opastajat ovat tyypillisesti sosiaalipuolen työntekijöitä tai lähimaisia ja tämä tulee ottaa huomioon, kun uusia laiteita tai järjestelmiä suunnitellaan. Laitteet koskettavat ihmisiä ja heidän toimintaa ja tällöin pitää ottaa huomioon myös ympäristö ja eettiset näkökulmat.

Opinnäytetyön kautta onnistuttiin kartoittamaan markkinoilla olevat seurantalaitteiden tekniset ominaisuudet. Tässä prototyypissä on jo nyt sellaiset ominaisuudet mitattavissa ja testattavissa mitä ei löydy kaikista markkinoilla olevista. Kehitetyn prototyypin käyttöliittymä on erittäin helppo käyttää ja siksi kilpailijoitaan huomattavasti helpompi lähestyä. Prototyypin mekaaninen koko on jo nyt pieni ja jatkokehityksen jälkeen esimerkiksi piilotettavissa moniin erilaisiin paikkoihin.

Prototyypin muutamat osat ja komponentit ovat irrallisia kytkentöjä, näiden toimintaan vaikuttavat monet ulkoiset tekijät. Laite saattaa esimerkiksi hyvin helposti saada jännitepiikkejä heikon maadoituksen ja irrallisten antennijohtojen ja paristopitimen vuoksi. Tällöin laitteen toiminta häiriintyy ja se menee alkutilaan. Lopullisessa laitteessa antenni ja paristopidin tulee sijaitsemaan suoraan piirilevyllä. Prototyyppi ei kestä mekaanisia tärinöitä, kolhuja tai tönäisyyttä.

Prototyypin toiminta edellyttää, että C-kielinen ohjelma toimii. Ohjelman tulee olla täysin virheetön ja standardin mukainen. Käyttöliittymän osalta etäisyyden raja-arvoja joudutaan tarkastelemaan uudestaan. Prototyyppivaiheessa testaustuloksiin ei vaikuta esimerkiksi ajateltu korumainen rakenne, eikä täten tulokset välttämättä vastaa todellista tilannetta.

Kehittämistyön työstäminen suunnitteluvaiheesta loppuvaiheeseen oli mielenkiintoista. Olen kiitollinen yhteistyökumppaneilleni. Kaikki olivat koko projektin ajan mukana aktiivisesti ja myös hyvin joustavia yhteistyössään. Mielenkiinto työn valmiiksi saattamiseen pysyi yllä varmaankin sen takia, että ajattelen voivani hyödyntää oppimiani asioita työskennellessäni myöhemmin hyvinvointiteknologian alalla.

Prototyyppi oli myös kiitollinen tehdä, koska työn edistyminen vaiheittain antoi uskoa ja innostusta jatkaa eteenpäin. Tällaisen projektin läpikäymisestä voi hyötyä myös tulevaisuudessa. Varmaankin tulee mieleen myöhemmin uusia innovaatioita, jotka odottavat vain toteutusta. Opin, että suunnittelulla ja aikataulujen miettimisellä on tällaisissa projekteissa tärkeä sijansa. Myös huomionarvoista on miettiä etukäteen, minkälaisissa tiloissa innovaation toteuttaminen ja työstäminen tulee tehdä, jotta se parhaiten etenisi. Asioiden saaminen paperille on minulle aina ollut vaikeaa ja projektin yksi vaikeimmista asioista oli mielestäni opinnäytetyön kirjallisen osuuden rajaaminen oikein.

## 8 JATKOKEHITYS

Jatkokehitykselle luotiin hyvät edellytykset jo heti alkuvaiheessa. Prototyypin suunniteltiin ja toteutettiin muutamia idea-asteella olevia teknisiä valmiuksia. Kiihtyvyyssanturilta saatavaa tietoa voidaan jatkossa käyttää monenlaisiin uusiin sovelluksiin. Kiihtyvyyssanturilla voidaan mitata mm. värinää, aktiivisuutta, putoamista ja kaatumista. Kiihtyvyyssanturin avulla voidaan myös toteuttaa erilaisia muita toimintoja, kuten laitteiden tai kuntouttavien pelien ohjausta.

Prototyypin voidaan kiinnittää helposti lämpötilaa, kosteutta ja valoa seuraava anturi. Tällä tavalla voidaan tulevaisuudessa nähdä esimerkiksi lämpötilan muutoksista asiakkaan tila tai sijainnin lämpötila. Kosteusmittauksella nähdään esimerkiksi se, että onko asiakas suihkussa ja kuinka kauan. Valaisun muuttumisesta voidaan nähdä onko asiakas hereillä tai mennyt yöllä vaikka vessaan.

Hengitystä ja sen seuranta voidaan suorittaa, kun laitteeseen kytketään herkkä mikrofoni ja soveltuva ohjelmisto. Prototyypin voidaan lisätä helposti monia erilaisia antureita ja niistä saatua tietoa voidaan langattomasti siirtää päätelaitteille. Myös pariston korvaamiseksi ollaan suunnittelemassa ekologisempaa vaihtoehtoa.

Tällä prototyypillä ja sovelluksella on rajattomat mahdollisuudet toteuttaa edullisia ja asiakaslähtöisiä ratkaisuja. Kehitetty protolaitte ja ohjelmisto on joustava ja avoin ratkaisu kaikille kehittäjille. Prototyypistä ollaan jo tekemässä uutta versiota, johon otetaan mukaan mekaniikkasuunnittelua ja muotoilua. Laitte on mahdollista tehdä myös hyvin kauniiksi koruksi, jolloin laitteen markkinointi helpottuu.



## LÄHTEET

Eklöf, K., Arto M., Railo I, Vermasvuori J. 2004. Radiotekniikan perusteet, 1-1.painos. Vantaa 2004. Dark Oy.

Honkalampi, T. Koskinen, M-K. Leppälampi, O. 2006. Tehyn päivähoitoselvitys, Silmät selässäkin. Julkaisusarja B: Selvityksiä 5/2006. Luettu 12.12.2010. [http://www.slal.fi/doc/Julkaistu\\_207706\\_Silmat\\_selassakin.pdf](http://www.slal.fi/doc/Julkaistu_207706_Silmat_selassakin.pdf).

Kaunisto V. Lastentarhan opettaja. 2011. Haastattelu 14.3.2011. Haastattelija Kaunisto H.

Lappi, P. 2011. Sosionomi AMK, Mikkelin kaupungin kotihoito. Turvapuuhelinpalvelut. Hyvinvointiteknologian palvelumallin kehittäminen. Tiedonanto sähköpostitse.

Lehto, T. 2011. Elektroniikka hajoaa kumman nopeasti. Luettu 10.05.2011. <http://blogit.tietokone.fi/tietojakoneesta/2011/03/elektroniikka-hajoaa-kumman-nopeasti/>

Mäki O. 2000. Elämänlaatu ja teknologia - esimerkkinä multimediasovellus. [http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/ammattilliset\\_urapalvelut/julkaisut/sairaanhoitaja-lehti/2\\_2006/muut\\_artikkelit/turvahalytysjarjestelma\\_vanhukse/](http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/ammattilliset_urapalvelut/julkaisut/sairaanhoitaja-lehti/2_2006/muut_artikkelit/turvahalytysjarjestelma_vanhukse/)

Nordic Semiconductor. 2009. nRF24LE1 piirin spesifikaatio. Luettu 10.12.2010. <http://www.nordicsemi.com/eng/Products/2.4GHz-RF/nRF24LE1>

Penttinen, J. 2002 GSM tekniikka. Järjestelmän toiminta ja kehitys kohti UMTS aikakautta. 3.-4.painos. Vantaa: WSOY.

Raapana, A. & Melkas, H. 2009. Teknologian hallittu käyttö vanhuspalveluissa. Opas teknologiapäätösten ja teknologian käytön tueksi. Lappeenrannan teknillinen yliopisto

Rapo, M. 2010. Tilastokeskus, Suomen virallinen tilasto. Väestörakenne 2010. Luettu 12.12.2010. [http://www.stat.fi/til/vaerak/2010/vaerak\\_2010\\_2011-03-18\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/vaerak/2010/vaerak_2010_2011-03-18_tie_001_fi.html).

Saarsalmi A. 2008. Päivähoidon turvallisuussuunnittelu, Sosiaali- ja terveysministeriö, stakes, luettu 23.01.2011. [http://www.stm.fi/c/document\\_library/get\\_file?folderId=39503&name=DLFE-7915.pdf](http://www.stm.fi/c/document_library/get_file?folderId=39503&name=DLFE-7915.pdf)

Soininen, H. 2009. Lehti tieteestä, teknologiasta ja liiketoiminnasta. Valtion teknologian tutkimuskeskus. Tietotekniikasta terveyttä 3.2009. [http://moriarty.tech.dmu.ac.uk:8080/pebble/repository/files/publications/VTT%20IMPULSSI\\_3\\_09\\_LR.pdf](http://moriarty.tech.dmu.ac.uk:8080/pebble/repository/files/publications/VTT%20IMPULSSI_3_09_LR.pdf)

Sonkin, L. & Petäjäkoski-Hult, T. & Rönkä, K. & Södergård, H. 1999. Seniori 2000, Ikääntynyt Suomi uudelle vuositukselle: Suomen itsenäisyyden juhlarahasto Sitra 233. Luettu 08.11.2010. <http://www.sitra.fi/Julkaistu/sitra233.pdf>.

Söderholm, M. 2005. Arkea helpottavat välineet. Opas ikäihmisille. Sosiaali- ja terveysministeriön opas 2005:25. Helsinki 2005.

Tulevaisuusvaliokunta Teknologian arviointeja 7. Eduskunnan kanslian julkaisu 4/2001.

Törmä S., Nieminen J. & Hietikko M. 2001. Ikääntyvien itsenäistä suoriutumista tukevan teknologian arviointi käyttäjänäkökulmasta. Turvahälytysjärjestelmät.

Vahtera, P. Microsalo Oy 2005.

WWW-dokumentti. [http://www.microsalo.com/avr\\_io2.jpg/](http://www.microsalo.com/avr_io2.jpg/). 14.6 2005

Vahtola M. 2004. Hyvinvointiranneke. Kotona asuvien vanhusten ja heidän omaistensa näkökulma. Luettu 6.1.2011.

[http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/ammattilliset\\_urapalvelut/julkaisut/sairaanhoitaja-lehti/2\\_2006/muut\\_artikkelit/turvahalytysjarjestelma\\_vanhukse/](http://www.sairaanhoitajaliitto.fi/ammattilliset_urapalvelut/julkaisut/sairaanhoitaja-lehti/2_2006/muut_artikkelit/turvahalytysjarjestelma_vanhukse/)

Vuorinen, R. & Tuunala E. 1997. Psykologian perusteet, Aivot ja psyyke, s. 149: Otava