



Sini Kiprianoff

**LASTEN YÖKASTELUN HÄLYTINHOITO – HÄLYTINLAITTEIDEN  
HÄLYTYSSHERKKYYKSIEN MITTAAMINEN JA  
VIRHEHÄLYTYSTEN ARVIOINTI**

**LASTEN YÖKASTELUN HÄLYTINHOITO – HÄLYTINLAITTEIDEN  
HÄLYTYSSHERKKYYKSIEN MITTAAMINEN JA  
VIRHEHÄLYTYSTEN ARVIOINTI**

Sini Kiprianoff  
Opinnäytetyö  
Syksy 2013  
Hyvinvointiteknologian koulutusohjelma  
Oulun seudun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu  
Hyvinvointiteknologia

---

Tekijä(t): Sini Kiprianoff

Opinnäytetyön nimi: Lasten yökastelun hälytinhoito – Hälytinlaitteiden hälytysherkkyyksien mittaaminen ja virrehälytysten arviointi

Työn ohjaaja(t): Jukka Jauhiainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi:

Sivumäärä: 49 + 2 liitettä

Syksy 2013

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää lasten yökastelun hoitoon tarkoitettujen hälyttimien hälytys- ja virrehälytysherkkyyttä. Työssä tutkittiin tilaajayrityksen Pedihealth Oy:n maahantuomia ja valmistamia vuode-, mini- ja langattomia hälyttimiä.

Tutkimusta varten etsittiin tietoa työssä käytettävistä yökasteluhälyttimistä, jota saatiin tilaajan antamista materiaaleista ja internetistä. Ennen mittausten tekemistä tutustuttiin hälyttimien toimintaperiaatteisiin ja tehtiin pieniä koemittauksia hälyttimien hälytysherkkyyksistä ja virrehälytyksistä.

Jokaiselle sensorille ja sensorialustalle määritettiin hälytysherkkyyksimittauksia varten mittauspisteiden lukumäärä, jonka perusteella valittiin mittauskohdat. Valituista mittauskohdista tutkittiin hälytysherkkyyks eli missä nestemäärässä hälytys aktivoituu. Virrehälytysarvioissa testattiin mahdolliset virrehälytystilanteet.

Hälytysherkkyyksimittausten tulokset ryhmiteltiin taulukoihin hälytintyyppin mukaan. Taulukoihin laskettiin mittaustulosten keskiarvo ja -hajonta. Myös virrehälytysarvioiden tulokset taulukoitiin ja analysoitiin.

Tutkimuksen tuloksena löydettiin herkimmin hälyttävät ja vähiten virrehälytyksiä antavat hälyttimet. Tuloksien perusteella yritys voi arvioida, mitä tuotteita kannattaa myydä.

---

ASIASANAT: YÖKASTELU, EHDOLLISTAMINEN, KASTELUHÄLYTIN

## **ALKULAUSE**

Tämä opinnäytetyö tehtiin Pedihealth Oy:lle. Haluan kiittää työn tilaajaa Seppo Similää, yliopettaja Jukka Jauhiaista työn ohjauksesta sekä Eija Mustosta kielenhuollosta.

Oulussa 5.11.2013

Sini Kiprianoff

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 LASTEN YÖKASTELUSTA	10
2.1 Esiintyvyys	10
2.2 Taustatekijät	11
2.3 Yökastelun diagnosointi	12
2.4 Yökastelun hoito	12
3 LASTEN YÖKASTELUN HÄLYTINHOITO	14
3.1 Hälytinhoidon periaate ja vaikutusmekanismi	14
3.2 Oireen ehdollistaminen	15
4 YÖKASTELUHÄLYTTIMET LASTEN TERVEYDENHUOLLOSSA	16
4.1 Vuodehälyttimet	17
4.1.1 ROE 70	17
4.1.2 Pedi-BedAlarm	18
4.2 Yökastelulakanat ja -alustat	19
4.2.1 ROE 70 -alusta	20
4.2.2 Pedi-kastelulakana	21
4.2.3 Pedihealth suomalainen kastelulakana	21
4.2.4 Pedi-EnuMat	23
4.3 Minihälyttimet	23
4.3.1 DRI Sleeper Excel	23
4.3.2 Wet-Stop 3	25
4.4 Langattomat hälyttimet	26
4.4.1 Enurad 400	26
4.4.2 DRI Sleeper Eclipse	27
4.4.3 Alarmvip VIP-201	28

5 MITTAUSJÄRJESTELYT	30
5.1 Yökasteluhälyttimien hälytysherkkyysmittausten protokolla	30
5.1.1 Vuodehälyttimet ja yökastelualustat/lakanat	31
5.1.2 Langattomat hälyttimet	31
5.1.3 Minihälyttimet	33
5.2 Yökasteluhälyttimien virrehälytysarvioiden tekeminen	34
6 MITTAUSTULOKSET	35
6.1 Yökasteluhälyttimien hälytysherkkyysmittausten tulokset	35
6.2 Yökasteluhälyttimien virrehälytysarvioiden tulokset	40
7 POHDINTA	43
8 YHTEENVETO	45
LÄHTEET	47
LIITTEET	

## SANASTO

<b>Anamneesi:</b>	Potilaan antamat esitiedot sairauden kulusta, joita tarvitaan diagnoosin tekoa varten.
<b>Etiologia:</b>	Taudin syyt.
<b>Kausaalisuhde:</b>	syy-seuraussuhde
<b>Kosteusilmaisin:</b>	Osa, joka aktivoituu nesteen tai kosteuden vaikutuksesta.
<b>Kromosomi:</b>	Kromosomeihin on pakattu ihmisen geenit, joita on jokaisessa solussa 46. Puoletromosomeista on äidiltä ja puolet isältä.
<b>Patofysiologia:</b>	Sairaalan elimistön toimintaa tutkiva tiede.
<b>Sensori:</b>	Tarkoittaa anturia, joka mittaa fysikaalista tai kemiallista suuretta.
<b>Vuotovirta:</b>	Laitteessa, laiteosissa ja potilaspiirissä kulkevia eitaroituksellisia virtoja, jotka muodostuvat sähkövirran "vuotamisesta" laitteen virtapiireistä ja johtimista muihin laiteosiin.

# 1 JOHDANTO

Tämän työn lähtökohtana on selvittää Pedihealth Oy:n maahantuomia ja valmistamia yökastelun hälytinhoitoon tarkoitettujen välineiden hälytysherkkyyksiä ja virrehälytyksiä. Hälytysherkkyydellä tarkoitetaan nestemäärää millimetreinä, josta hälytys aktivoituu. Virrehälytyksillä tarkoitetaan puolestaan ei-toivottuja, käytössä ilmeneviä hälytyksiä.

Yökastelu on yleinen ja kiusallinen vaiva, jota esiintyy isolla osalla lapsista. Tämän vuoksi yökastelun hoitoon on kehitetty lukuisia erilaisia menetelmiä, joista tehokkaimpiin hälyttimet kuuluvat. Hälytinlaitteet toimivat siten, että kosteutta mittaava sensori indikoi vuoteen/housujen kastumista, lähettää viestin hälyttimelle ja hälytin soi. Tämä perustuu klassiseen behaviorismiin eli ehdollistamiseen. Ideana on, että heräämällä kastumisen hetkellä mekaanisesti lapsi oppisi lopulta heräämään virtsaamistarpeeseensa myös luonnollisella tavalla.

Tilaaaja halusi tutkimuksen avulla saada selvyuden hälytysherkkyydestä eli siitä, missä nestemäärässä hälytinmallit hälyttävät, ja minkälaisia eroja eri kasteluhälyttimien välillä on. Tämän selvittämiseksi tässä työssä suoritettiin yhdeksästä hälytinmallista käytännön tutkimuksia, joissa tiputettiin suolaliuosta hälyttimen sensorille/sensorialustalle. Kun hälytin aktivoitui, mittaustulos merkittiin ylös. Tällä tutkimuksella pyrittiin selvittämään jokaisen hälyttimen sensorin tai sensorialustan hälytysherkkyytulos ja sen keskihajonta.

Toinen tilaajaa kiinnostava tutkimuksen kohde olivat hälyttimien antamat virrehälytykset, joista asiakkaat ovat joidenkin mallien kohdalla reklamoineet. Virrehälytykset ovat siis satunnaisesti ilmeneviä hälytyksiä, joita ei aiheuta yökastelu. Niiden syyt haluttiin selvittää, jotta asiakkaille voidaan kertoa, mitkä tekijät voivat lisätä virrehälytysten syntymistä.

Ensiksi jokaisen hälyttimen sensorista tai sensorialustasta mietittiin teoreettinen virrehälytysmahdollisuus, joka testattiin suolaliuoksella tai nihkeällä



sormenpäällä. Tuloksen perusteella tehtiin arvio siitä, millainen voisi olla käytössä ilmenevä virrehälytystilanne. Tutkimuksessa pyrittiin saamaan tietoa siitä, mitkä asiat voivat vaikuttaa virrehälytysten syntyyn.

Hälytinhoitolaitteita on syytä tutkia, sillä niiden tarve on universaali ja markkinat suhteellisen pysyvät. Yökastelua ilmenee joka puolella maailmaa kulttuurista ja biologisista ominaispiirteistä riippumatta, jolloin yökastelevien lasten määrä pysyy suhteellisen vakiona. Hälytinhoito on luonnonmukaisempi hoitokeino kuin myös usein käytetty hormonihoido, jonka vuoksi iso osa perheistä päätyy käyttämään nimenomaan hälyttimiä.

## 2 LASTEN YÖKASTELUSTA

Lasten yökastelu on yleisimpiä lapsuusajan vaivoja, ja sitä ilmenee, jos lapsi ei ole oppinut yökuivaksi 4–5-vuotiaana. Lapsen kasvuun ja kehitykseen kuuluu kuivaksi oppiminen, joka yleensä tapahtuu 2–4 vuoden iässä. 5–6-vuotiaana lapsella on edellytykset hallita virtsarakon toiminta täydellisesti. Kuitenkin kuivaksi oppiminen on hyvin yksilöllistä ja toisilla se tapahtuu muita hitaammin. Yökastelu on toistuvaa, unenaikaista ja tahatonta virtsan karkaamista eli lapsi ei herää virtsaamistarpeeseen. Se ei ole sairaus tai psyykkisen kehityksen häiriö. (7, s. 2119.)

1980-luvulle asti lasten yökasteluun kiinnitettiin vähän huomioita, mutta sen jälkeen tutkimuksia on tehty enemmän ja siten saatu uutta tietoa yökastelun etiologiasta ja patofysiologiasta. Terveystieteiden tutkimuskeskus on ollut myös enemmän kiinnostunut yökastelusta, ja hoitomuodot ovatkin vakiintuneet. (14, s. 7) Aina yökastelun hoitoon ei vaadita hoitoa, vaan se voi hävitä ajan kuluessa. 15 % kastelevista lapsista oppii kuivaksi ilman hoitoa. (12, Yleistä yökastelusta.)

Kuitenkin pitkään jatkuva hoitamaton yökastelu voi aiheuttaa itsetunto- ja sosiaalisia ongelmia lapselle (14, s. 15). Onkin siis tärkeää, että yökastelu hoidetaan ajoissa ja asianmukaisesti.

### 2.1 Esiintyvyys

Tiedot yökastelun esiintyvyydestä vaihtelevat, mutta sitä esiintyy kaikissa kulttuureissa ja roduissa. Erään artikkelin mukaan maailmanlaajuisesti sitä esiintyy 5-vuotiaista pojista 7 %:lla ja tytöistä 3 %:lla. 10-vuotiailla sitä esiintyy pojista 3 %:lla ja tytöistä 2 %:lla, kun taas 18-vuotiaista se on todettu miehillä 1 %:lla ja naisilla alle 1 %:lla. (2.) 7-vuotiaista lapsista lähes 10 % kastelee satunnaisesti ja noin 3 % säännöllisesti (7, s. 2119.). Vastaavasti Suomessa on

arvioitu, että 5–17-vuotiaiden ikäryhmästä 30 000–50 000 lapsella on tarvetta saada hoitoa yökasteluun (7, s. 2120.).

## 2.2 Taustatekijät

Yökastelun tarkkaa syytä ei tiedetä, mutta tutkimuksien mukaan sen taustalla voi olla monia eri tekijöitä. Yleisimmät yökasteluun vaikuttavat tekijät ovat perimä ja viivästynyt elimien kypsyminen. (5, s. 21.)

Lapsella on esimerkiksi 11-kertainen riski yökasteluun, jos molemmat vanhemmat ovat olleet yökastelijoita lapsena. Tilastojen mukaan yökastelijoiden äideistä 25 %:lla ja isistä 40 %:lla on ollut yökastelua neljän vuoden iässä (5, s. 16). Lisäksi yli puolella kastelevista lapsista ainakin toinen vanhemmista, yleensä isä, on ollut yökastelija lapsena (8, Mistä yökastelu johtuu?). Taustalla ei ole periytyvää sairautta, vaan yökastelu on tavanomainen suvussa kulkeva ominaisuus. Toisilla suvuilla kuivaksi oppiminen on nopeampaa kuin toisilla. Yökasteluun on yhdistetty geenit ENUR1 kromosomista 13, ENUR2 kromosomista 12 ja ENUR3 kromosomista 22. Geeni voi olla myös kromosomissa 8. (12, Yleistä yökastelusta.)

Toinen yökasteluun vaikuttava tekijä on elimien viivästynyt kasvu ja kypsyminen. Yökastelijoilta puuttuu plasman vasopressiinipitoisuuden vuorokausivaihtelu, joten vasopressiinipitoisuuden erityis on matalalla. Vasopressiini eli antidiureettinen hormoni (ADH) on virtsan eritystä säätelevä aivolisäkkeen tuottama hormoni. Vähäisen vasopressiinin erityksen vuoksi virtsamäärät ovat suuria ja rakon maksimitilavuuden ylittäviä yön aikana. Lapsi ei herää, kun virtsaamistarve tulee unen aikana. Rakon venyessä vasopressiini eli ADH-taso nousee, joten kehityksen edetessä lapsi herää rakon täyttymiseen. On myös tutkittu, että yökastelijalapset ovat syväunisempia kuin kuivaksi oppineet lapset. (14, s. 10–17)

Muita mahdollisia tekijöitä, joiden on todettu lisäävän yökastelun esiintyvyyttä, ovat miessukupuoli, ADHD, alhainen sosioekonominen asema, vanhempien alhainen koulutustaso, huono koulumenestys, eronneet vanhemmat, lisääntynyt sisarusten määrä, makuuhuoneen jakaminen ja unihäiriöt. (2, Enuresis – an unattended comorbidity of childhood obesity.)

### **2.3 Yökastelun diagnosointi**

Yökastelun toteaminen kuuluu perusterveydenhuollon piiriin ja se todetaan neuvolakäyntien yhteydessä. Yökastelun todentamiseksi tehdään tarkka anamneesi, kliininen tutkimus sekä muut tutkimukset, kuten virtsanäytteen otto. Erikoissairaanhoidon arvio tarvitaan, jos lapsella esiintyy urogenitaali alueen rakenteellisia poikkeavuuksia, neurologisia oireita tai psyykkisiä häiriöitä. (3, Lasten kastelu.)

### **2.4 Yökastelun hoito**

Kolme tutkimuksin osoitettua tehokasta yökastelun hoitomuotoa ovat desmopressiini lääkitys, kasteluhälytinhoito ja edellä mainittujen yhdistelmähoito. Hoito kannattaa aloittaa viiden vuoden iässä. Silloin lapsen on myös mahdollista saada KELA:n hoitotukea. (4, Yökastelijan opas.)

Lääkityshoidossa käytetään desmopressiiniä, joka on elimistön oman hormonin vasopressiinin vastine, eli se säätelee virtsan eritystä. Desmopressiini on hyvin siedetty, mutta sen teho on parempi, mitä kehittyneempi lapsen oma hormonituotanto on. Lääkitystä käytetään, kunnes lapsi on kuiva. Tämän vuoksi hoito saattaa kestää useita vuosia. (4, s. 7–8.)

Toinen hoitomuoto on hälytinhoito, joka perustuu oireen eli yökastelun ehdollistamiseen. Tästä hoitomenetelmästä ei tule fyysistä haittaa lapselle.

Hälytinhoidon käyttö johtaa todennäköisemmin kuivana pysymiseen kuin desmopressiinilääkityshoito. (4, s. 9.)

Lisäksi yhtenä mahdollisena hoitomuotona voidaan käyttää lääkitys- ja hälytinhoidon yhdistelmää. Tästä hoitomuodosta on saatu parhaimpia tuloksia. Usein hoito aloitetaan desmopressiinillä, ja ellei tänä aikana lapsi ole oppinut kuivaksi, hoitoa jatketaan hälytinlaitteella. Hälytinlaitehoito kestää 2–3 kuukautta, mutta jos lapsi ei ole vielä yökuiva, tämän ajan jälkeen hoitoa jatketaan desmopressiinillä. (4, s. 10.)

### **3 LASTEN YÖKASTELUN HÄLYTINHOITO**

Yökastelun hälytinhoitoon on olemassa erilaisia hälytinlaitteita, jotka ovat kaksiosaisia. Hälytinlaitetekonaisuudessa on hälytin sekä kosteuden tunnistava anturiosa. Kosteusanturi voi olla vuoteeseen asetettava sensorialusta/-lakana tai pikkuhousuissa oleva sensori. Kun sensori kastuu, hälytys aktivoituu.

Hälytinhoitolaitteen voi lainata kunnallisesta terveyskeskuksesta, jolloin henkilökohtaiset osat ostetaan itse. Vaihtoehtoisesti hälytinlaitteen voi hankkia itse valmistajalta tai maahantuojalta. (7, s. 2121.)

#### **3.1 Hälytinhoidon periaate ja vaikutusmekanismi**

Ennen hälytinhoidon aloittamista on selvitettävä perhetilanne, jotta hoitomuoto soveltuu perheelle. On tärkeää, että koko perhe on motivoitunut lapsen yökastelun hoitoprosessiin. Hälytintä ei kannata käyttää, jos lapsi kastelee useita kertoja yössä ja perhe kokee, että yöllinen herääminen rasittaa liikaa. Hälytinhoito voidaan aloittaa, jos lapsi on terve ja täyttänyt 5 vuotta. Hälytinhoidon kesto on 2–3 kuukautta ja hälytinlaitetta on käytettävä joka yö kyseisenä aikana. Hoidon alkaessa tai aikana ongelmana voi olla, että lapsi pelkää nukahtamista hälyttimen äänen takia. Lisäksi hälytinääni voi häiritä muiden perheenjäsenten nukkumista, joten on erityisen tärkeää, että perhe on täysin sitoutunut hoitoon. (7. s. 2120–2121.)

Hälytinlaitteen yksinkertainen periaate on se, että sensorin kostuessa hälytin menee päälle. Hälytinääneen herääminen keskeyttää virtsanerityksen. Jos lapsi herää itse, hän sammuttaa hälyttimen ja menee WC:hen. Kaikki lapset eivät herää hälytinääneen, jolloin joku perheenjäsenistä käy herättämässä lapsen, sammuttaa hälyttimen ja käyttää häntä WC:ssä. Muiden perheenjäsenten tulee varmistaa, että lapsi herää hälytinääneen, jotta hoito toimii. Hoidon aikana lapsi

ehdollistuu ja oppii yökuivaksi. Hoito on oppimistapahtuma. (13, Yökastelun hoito.)

Kastelupäiväkirjan pito on osa hälytinhoitoa, jonka avulla seurataan hoidon tehoa ja kuivaksi oppimista (liite 1). Päiväkirjan tarkoituksena on pitää kirjaa, oliko yö kuiva vai märkä. Lisäksi siitä ilmenee mahdollinen päiväkastelu. Päiväkirjaan merkitään myös käytetty hoitomuoto. (4, s. 11.)

Pidemmistä hoitoajoista ei ole todettu olevan hyötyä, joten jos lapsi ei ole oppinut kuivaksi 2–3 kuukauden aikana, hoito voidaan uusia aikaisintaan muutaman kuukauden kuluttua. (7, s. 2121.)

### **3.2 Oireen ehdollistaminen**

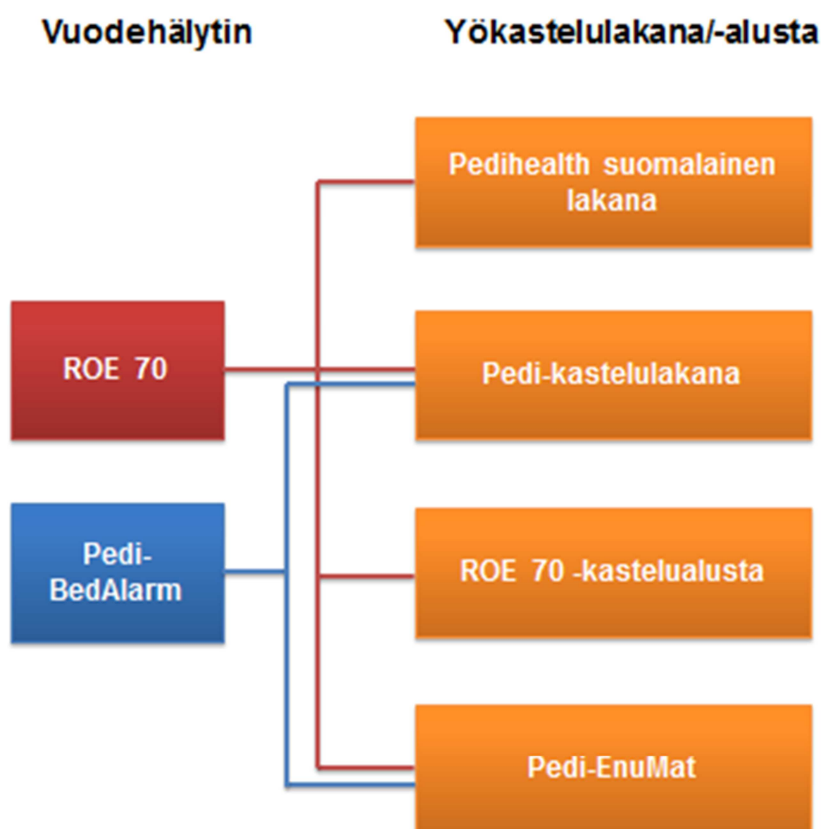
Ehdollistaminen perustuu kausaalisuhteen luomiseen kahden eri tapahtuman välille. Venäläisen psykologin Ivan Pavlovin tutkimuksessa havaittiin vuonna 1927, että ehdollistaminen voidaan tehdä myös keinotekoisesti, kunhan kahden asian välille saadaan luotua toistuva kausaalisuhde koehenkilön näkökulmasta. Ivan Pavlov teki havainnon ehdollistettuaan koiran haluamaan ruokaa kellon avulla: tarpeeksi usein toistettu kellon kilitäminen ja ruuan tarjoaminen peräkkäin muodosti koiralle ajatuksen siitä, että kellon ja ruuan välillä vallitsee syy- ja seuraussuhde. (9, Classical conditioning.)

Voidaan siis olettaa, että lasten yökastelun ehdollistamisessa on kyse täysin samasta periaatteesta: kun lapsi oppii syy- ja seurausyhteyden kastumisen ja unesta virkoamisen välillä, hänen toivotaan oppivan itse heräämään virtsaamistarpeeseensa. Alitajunta yhdistää virtsaamistarpeen tuntemuksen heräämiseen, joten vähitellen lapsi oppii reagoimaan hälytykseen herkemmin. Lopulta lapsi herää ennen virtsan tuloa. Ehdollistamisen tarkoituksena on nopeuttaa rakon pidätyskyvyn luonnollista kypsymistä.

## 4 YÖKASTELUHÄLYTTIMET LASTEN TERVEYDENHUOLLOSSA

Yökastelun hälytinhoitoon on markkinoilla pääasiassa kolme erilaista hälytintyyppiä eli erilaisten sensorien ja hälyttimien yhdistelmiä. Hälytintyyppiä on kolme: vuodehälyttimet, langattomat hälyttimet ja minihälyttimet. Yökasteluhälyttimet tulee varustaa CE-merkinnällä eli valmistaja vahvistaa, että laite tai tarvike täyttää sitä koskevat vaatimukset (10, Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista).

Tässä työssä käytettyjä vuodehälyttimiä voidaan liittää eri yökastelulakanoihin ja -alustoihin, jotka on esitetty kuvassa 1.

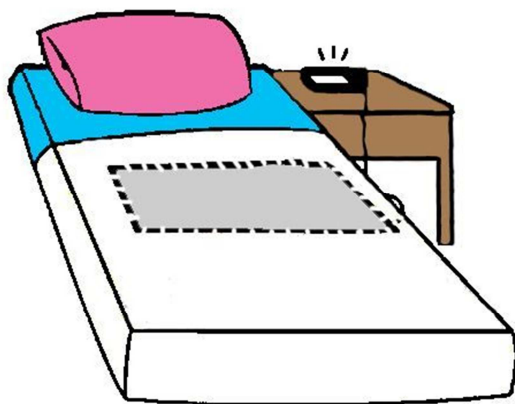


KUVA 1. Vuodehälyttimiin liitettävät yökastelulakanat ja -alustat



## 4.1 Vuodehälyttimet

Tyynyliinan kokoisesta alustasta/lakanasta ja hälytinlaitteesta koostuva vuodehälytin on yleisin hälytintyyppi. Vuodehälyttimiä pystytään liittämään neppari kiinnityksellä erilaisiin markkinoilla oleviin sensorialustoihin ja -lakanoihin. Alusta asetetaan mallista riippuen vuoteeseen lantion kohdalle joko lakanan alle tai päälle (kuva 2). Alustaan kytketään hälyttimen johto neppari kiinnityksellä. Kosteusalusta/-lakana havaitsee kosteutta, kun virtsaa on vuotanut sen päälle, jolloin se lähettää signaalin hälyttimelle. Vuodehälytin vaatii enemmän virtsaa kuin mini- tai langaton hälytin ennen kuin se hälyttää. Kuitenkin vuodehälytin voi olla parempi vaihtoehto muihin hälyttimiin verrattuna, jos lapsi ei halua kiinnittää vaatteisiin mitään ylimääräistä yön ajaksi (15, Bedwetting.)



*KUVA 2. Vuodehälyttimen yökastelualusta tai -lakana asetetaan joko tavallisen lakanan alle tai päälle*

### 4.1.1 ROE 70

ROE 70 on saksalaisen Irmtraud Schienage:n valmistama vuodehälytin (kuva 3). Vuodehälytin on standardien EN 60601-1:1990 + A1:1993 + A2:1995 (Medi-

cal Electrical Equipment - Part 1: General Requirements for Basic Safety and Essential Performance) ja EN 60601-1-1-2:1993 (Medical Electrical Equipment - Part 1: General Requirements for Safety - Section 2: Collateral Standard - Electromagnetic Compatibility - Requirements and Tests) mukainen. (11, s. 11.)

ROE 70 -hälytin tarvitsee toimiakseen yhden 9 V pariston, joka on IEC 6F22 -standardin mukainen (11. s, 10). Liityntäosan tyyppi on BF eli potilasliityntäosa on eristetty, joten laitteessa esiintyvissä vikatilanteissa sallitaan potilasliitynnästä korkeintaan 0,5 mA vuotovirta (23, s. 5). ROE 70 -hälytin voidaan yhdistää myös muihin yökastelualustoihin ja -lakanoihin neppariliitännällä.



*KUVA 3. ROE 70 -yökasteluhälytin*

#### **4.1.2 Pedi-BedAlarm**

Pedi-BedAlarm on Shanghai Shininess Co Ltd:n valmistama hälytin, jonka Pedihealth Oy on räätälöinyt soveltumaan yökasteluhälyttimeksi (kuva 4). Hälyttimen koko on 6,0 x 7,0 x 2,8 cm ja johdon pituus 1,90 cm. Hälytin tarvitsee toimiakseen kaksi AA eli 1,5 V paristoa.



*KUVA 4. Pedi-BedAlarm -yökasteluhälytin*

#### **4.2 Yökastelulakanat ja -alustat**

Yökastelualusta tai -lakana asetetaan poikittain vuoteen keskelle, ja sen tulee sijaita nukkuvan lapsen lantion kohdalla. Vuodehälytin kytketään alustaan tai lakanaan neppariliitännällä.

Vuodehälyttimen käytössä oletetaan, että lapsi nukkuu alustan päällä koko yön ajan. Tämä voi muodostua ongelmaksi, jos lapsi liikkuu paljon yön aikana.

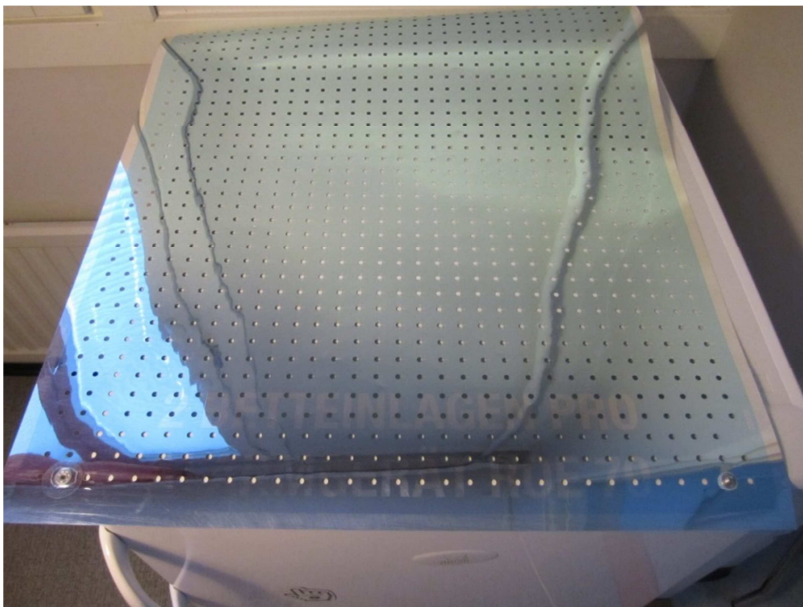
Markkinoilla on erilaisia yökastelualustoja ja -lakanoita, joista tässä työssä käytettiin neljää erilaista mallia. Yökastelualustojen ja -lakanoiden mitat ja materiaalit on esitetty taulukossa 1.

*TAULUKKO 1. Yökastelualustojen ja -lakanoiden mitat ja materiaalit*

Yökastelualusta/ -lakana	Koko	Kosteustunnistin- osan koko	Sähköjohtimien välinen etäisyys	Materiaali
ROE 70	65 cm x 50 cm	61 cm x 46 cm	1–1,5 cm	metalli
Pedi-kastelulakana Suomalainen	76 cm x 46 cm	61 cm x 34 cm	3 cm	100 % puuvilla
kastelulakana	150 cm x 46 cm	56 cm x 46 cm	3,5 cm	100 % puuvilla
Pedi-EnuMat	65 cm x 47 cm	58 cm x 40 cm	1–2 cm	polyuretaani

#### 4.2.1 ROE 70 -alusta

ROE 70 -alusta on Irmtraud Schienagel:n valmistama metallinen kastelualusta (kuva 5). Kastelualustaan on porattu tasaisin väliajoin reikiä, joista hälytys aktivoituu. Käyttötilanteessa alustan päälle tulee asettaa tavallinen lakana, jolla ehkäistään virrehälytykset ja lisätään käyttömukavuutta. (11.)



KUVA 5. ROE 70 -yökastelualusta

#### 4.2.2 Pedi-kastelulakana

Pedi-kastelulakana on Pedihealthin Kiinassa valmistettu lakana (kuva 6). Lakanan päälle on ommeltu hopealangalla sähkölankavastusverkosto. Pedi-kastelulakanaa käytettäessä tulee sen päälle asettaa tavallinen lakana virrehälytyksien ehkäisemiseksi. (16, Pedi-kastelulakana.)



*KUVA 6. Pedi-kastelulakana*

Kastelulakanaan yhdistetään vuodehälytin, josta tulee 1,5–9,0 V tasajännite. Kastelualustassa olevalla hopealankaverkostolla on sähköjohtokyky, joten hopealangat toimivat sähköjohtimina (16, Pedi-kastelulakana). Hopealankojen ompelutyö on toteutettu siten, että joka toisella langalla on eri merkinen varaus. Kun elektrolyyttipitoinen neste kuten virtsa yhdistää kaksi eri varauksellista hopealankaa, sähköä pääsee kulkemaan johtimien läpi, jolloin elektronit virtaavat negatiivisesta navasta positiiviseen napaan (27, s. 38). Hälytin aktivoituu, kun positiivinen ja negatiivinen liitin on yhdistetty toisiinsa virtapiirillä eli tulee oikosulku (27, s. 59).

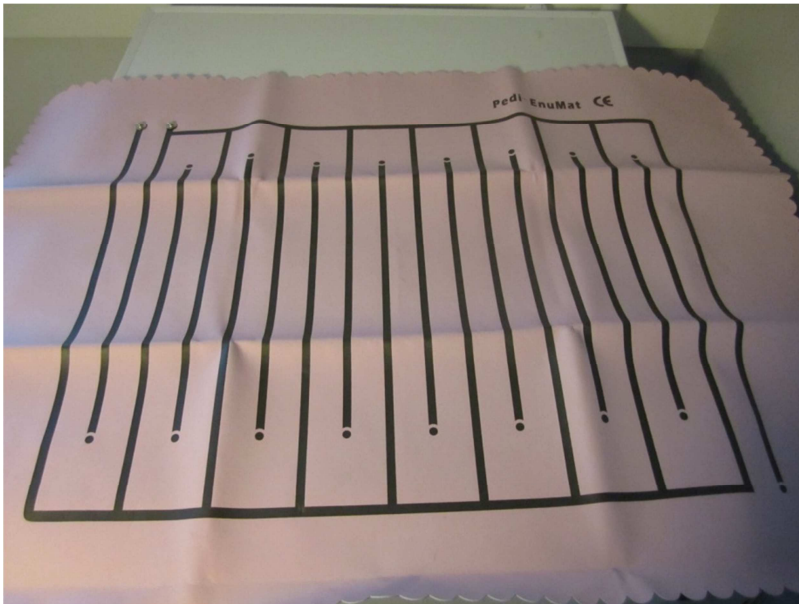
#### 4.2.3 Pedihealth suomalainen kastelulakana

Pedihealthin suomalaisen kastelulakanan sähkölankavastusverkosto on kudottu alumiinikromilangasta tavallisen langan sisälle. Tämän vuoksi kastelulakanan päälle ei tarvitse asettaa tavallista lakanaa virrehälytyksien ehkäisemiseksi.



#### 4.2.4 Pedi-EnuMat

Pedi-EnuMat on Shanghai Shininess Industrial Co. Ltd:n valmistama sensorialusta (kuva 9). Alusta asetetaan tavallisen lakanan alle vuoteeseen ja yökasteluhälytys yhdistetään siihen neppariliitännällä. Alustan päälle on painettu sensoriverkko. Hälytys aktivoituu, kun alustaan tulee oikosulku eli virtsaa on sähköjohtimena kahden eri varauksellisen johtimen välissä. (26)



KUVA 9. Pedi-EnuMat

#### 4.3 Minihälyttimet

Minihälyttimen kosteusanturi asetetaan alushousuihin joko pikkuhousunsuojan sisälle tai ilman sitä. Hälytys asetetaan vaatteeseen kiinni.

##### 4.3.1 DRI Sleeper Excel

DRI Sleeper Excel on uusiseelantilaisen Anzacaren valmistama yökastelun hoitoon tarkoitettu minihälytys (kuva 10). Anzacare on patentoinut

kosteusanturitekniologiansa molemmissa yökasteluhälytinmalleissaan (DRI Sleeper Excel ja DRI Sleeper Eclipse) (17, Personal Bedwetting Alarm - Dri Sleeper Excel).

DRI Sleeper Excel täyttää standardien BS EN 60335-1:2002 (Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements), IEC 60601-1-2:2004 (Medical electrical equipment - Part 1-2: General requirements for safety - Collateral standard: Electromagnetic compatibility - Requirements and tests) sekä EN 60601-1:2006 (Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance) vaatimukset. (1, Anzacare ISO 13485 Certification.)



*KUVA 10. DRI Sleeper Excel -minihälytin*

Hälyttimen koko on 60 x 40 x 15 mm ja sensoriosan 20 x 40 mm (17, Personal Bedwetting Alarm - Dri Sleeper Excel).). Toimiakseen hälytin tarvitsee neljä 1,5 V alkalinappiparistoa.

DRI Sleeper Excel -yökasteluhälyttimessä on pikkuhousunsuojaan asetettava kosteusilmaisin (Urosensor) sekä hälytin (DRI Sleeper). Hälytin kiinnitetään olkapäähän kohdalle yövaatteeseen ja kosteusilmaisin asetetaan pikkuhousuihin.



Kosteusilmaisain pysyy paremmin paikallaan pikkuhousunsuojan sisällä, mutta toinen vaihtoehto on laittaa se kahden pikkuhousun väliin. Kosteusilmaisimesta kytketään johto hälyttimeen, jonka jälkeen se on käyttövalmis. Johdon tulisi olla yövaatteen sisällä, jotta se ei esimerkiksi irtoa yön aikana. Kosteusilmaisain aktivoituu nesteen tai kosteuden vaikutuksesta. Hälytyksen soidessa kosteusilmaisimessa kulkee pientä sähkövirtaa, jolloin virstasta tulee hapanta. Tämä voi ärsyttää ihoa ja siten haitata hälyttimen käyttöä. (17, Personal Bedwetting Alarm - Dri Sleeper Excel.)

#### **4.3.2 Wet-Stop 3**

Wet Stop 3 on yhdysvaltalaisen Potty MD:n valmistama minihälytin (kuva 11) ja se on standardin ISO 13485:2003 (Medical devices - Quality management systems - Requirements for regulatory purposes) mukainen (18). Wet-Stop 3 on luokiteltu tyyppin B laitteeksi eli siinä on perussuojaus, jolloin potilaaseen pääsevä vuotovirta saa olla korkeintaan 0,5 mA (23, s. 5).



*KUVA 11. Wet-Stop 3 -minihälytin*

Wet-Stop 3 tarvitsee toimiakseen kaksi AAA-paristoa. Wet-Stop 3 -minihälytintä käytettäessä on mahdollista valita hälytys värinäksi, ääneksi tai värinäksi ja ääneksi. Hälytin kiinnitetään yöpukuun magneetin avulla ja hälyttimessä kiinni oleva kosteussensori asetetaan pikkuhousuihin klipsillä kiinni. Kosteussensorin on oltava kohdassa, johon virtsa osuu. Kun hälytys soi, lapsi painaa hälyttimessä olevaa nappia 3–4 sekuntia ja irrottaa kosteussensorin hälyttimestä tai pyyhkii sen kuivaksi. Hälytys ei lakkaa soimasta ennen kuin molemmat vaiheet on tehty. Tällä monimutkaisella hälytyksen sulkemisella pyritään siihen, että lapsi herää hälytykseen. (19, Wet-Stop 3 Instruction sheet.)

#### **4.4 Langattomat hälyttimet**

Langattomat hälyttimet ovat periaattessa vuode- tai minihälyttimiä, joissa sensori ja hälytin kommunikoivat nimensä mukaisesti langattomasti. Langaton tekniikka tarjoaa enemmän käyttömukavuutta, mutta usein niiden käyttö vaatii käyttäjältä ylimääräistä valmistelua verrattuna suhteellisen yksinkertaisiin vuode- ja minihälyttimiin.

##### **4.4.1 Enurad 400**

Enurad 400 on ruotsalaisen Enurad AB:n valmistama langaton yökasteluhälytin, jossa hälytinkokonaisuuteen kuuluu Quartz-kello, AC adapteri (sisääntulojännite 230 V ~, ulostulojännite 9 V) ja kosteusanturi (kuva 12). Hälytin on standardin ETS 300 220 (Radio Equipment and Systems (RES); Short range devices - Technical characteristics and test methods for radio equipment to be used in the 25 MHz to 1 000 MHz frequency range with power levels ranging up to 500 mW) mukainen. (6, Enurad 400.)



*KUVA 12. Langaton hälytin Enurad 400*

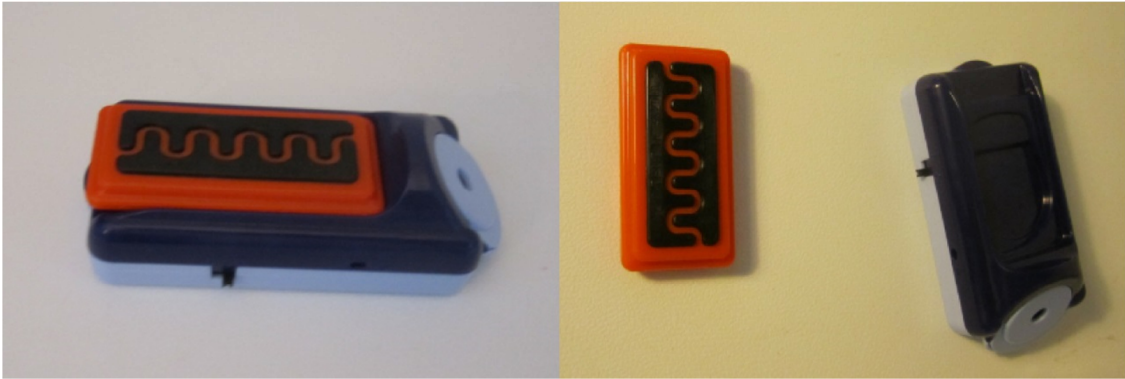
AC/DC-adapteri muuntaa pistokkeesta tulevan vaihtosähkön jännitteen tasajännitteeksi kellon ja kosteusanturin välille. Kosteusanturiin on sisäänrakennettu radiolähetin. Herätyskellossa on radiovastaanotin, joka soi saadessaan signaalin lähettimeltä. Kellon ja anturin välinen etäisyys voi olla maksimissaan kuusi metriä. (20, s. 2.)

#### **4.4.2 DRI Sleeper Eclipse**

DRI Sleeper Eclipse -hälyttimen on valmistanut uusiseelantilainen Anzacare. Hälytin koostuu DRI Sleeper Eclipse -hälytinlaitteesta ja patentoidusta Urosensor -kosteusilmaisesta (kuva 13). Hälytinlaite on kooltaan 80 x 40 x 20 mm. Kosteustunnistin ei ole metallinen, joten se ei syövy virtsasta ja siten ärsytä ihoa. (21, Wireless Bedwetting Alarm - DRI Sleeper Eclipse.)

Hälytin voidaan aktivoida käyttövalmiiksi, kun oranssi sensoriosa on kiinni hälyttimessä. Kun hälytin laitetaan päälle, tulee odottaa 20 sekuntia, että laite stabiloituu. Tämän jälkeen sensoriosa voidaan asettaa pikkuhousunsuojan

sisälle, ja hälytin on valmis käytettäväksi. Kun kosteustunnistimessa olevat mustat sensorialueet kastuvat, kosteustunnistin lähettää radiosignaalin hälyttimelle, joka aktivoituu. (24.)



*KUVA 13. Langaton hälytin DRI Sleeper Eclipse. Vasemmalla puolella hälytin toimintavalmiudessa. Oikealla puolella sensori ja hälytin irrallisina.*

Taulukossa 2 on esitetty DRI Sleeper Eclipse -hälyttimessä hyväksytyt standardit (1). Taulukko on liitteessä 2.

#### **4.4.3 Alarmvip VIP-201**

Langattoman hälyttimen Alarmvip VIP-201 valmistaja on kiinalainen Alarmvip High Tech Limited. Alarmvip-hälyttimeen kuuluvat sensoriset alushousut sekä radiolähetin ja -vastaanotin (kuva 14). Radiovastaanotin toimii hälyttimenä ja se asetetaan päälle kytkimestä. Radiolähetin asetetaan alushousujen yläkulmaan neppari kiinnityksellä. Lähetin saa tiedon alushousujen kastumisesta ja lähettää tiedon radiovastaanottimelle langattomasti, jolloin hälytys aktivoituu. (22, Wireless Bedwetting Alarm (VIP-201).)



*KUVA 14. Langaton hälytin Alarmvip VIP-201*

## 5 MITTAUSJÄRJESTELYT

Ennen varsinaisten mittausten tekemistä tutustuttiin hälyttimien toimintaperiaatteisiin ja tehtiin pieniä koemittauksia hälyttimien virrehälytyksistä ja hälytysherkkyyksistä. Näin mittausten teko saatiin suunniteltua siten, että ne pystyttiin tekemään systemaattisesti.

Luotettavien mittaustulosten edellytyksenä on, että mittaukset on toistettu useita kertoja ja ne ovat jäljitettävissä. Tässä työssä mittaukset tehtiin jokaiselle hälytinlaitteelle kaksi kertaa. Mittauksia varten tarvittiin suolaliuos, jonka tuli vastata ihmisen virtsaa eli suolapitoisuussuhteen tuli olla 3,04 g/l. Suolan määrä varmistettiin vaa'alla suolaliuosta tehdessä. Suolan tarkoitus oli paitsi mukaila virtsan rakennetta, myös johtaa sähköä.

Hälytysherkkyyksimittauksissa oikean nestemäärän tiputtaminen varmistettiin 1 ml:n pipetin avulla, josta pystyi tiputtamaan nestettä 0,1–0,2 ml.

### 5.1 Yökasteluhälyttimien hälytysherkkyyksimittausten protokolla

Hälytysherkkyyksimittausten avulla selvitettiin vuodehälyttimien, minihälyttimien sekä langattomien hälyttimien sensorien ja sensorialustojen hälytysherkkyyksiä eli sitä, missä suolaliuosmäärässä hälytys aktivoituu.

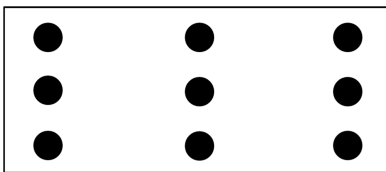
Sensorin tai sensorialustan malli vaikutti siihen, kuinka paljon sille määritettiin mittauspisteitä. Tämä tarkoittaa otoskokoa. Otoskoon eli mittauspisteiden lukumäärän perusteella valittiin mittauskohdat. Tutkimuksessa mittaukset tehtiin samalla otoskoolla samoihin mittauskohtiin kaksi kertaa.

Mittaukset suoritettiin siten, että 1 ml:n mittapipettiin laitettiin suolaliuosta, jota tiputettiin yhdelle mittauspisteelle kerrallaan 0,1–0,2 ml. Kun sensori alkoi hälyttämään, mittaustulos eli tiputetun suolaliuoksen määrä merkittiin ylös.

Ennen uutta mittausta varmistettiin, että mitattava sensori tai sensorialusta oli täysin kuiva.

### 5.1.1 Vuodehälyttimet ja yökastelualustat/lakanat

Jokaisesta yökastelulakanasta ja -alustasta valittiin yhdeksän mittauspistettä (kuva 15). Jokaisesta lakanasta ja alustasta saatiin mittauksia yhteensä 18 kappaletta. Yökastelulakanat ja -alustat liitettiin vuodehälyttimiin kuvan 1 mukaisesti. Pedi-lakanan, ROE 70 -alustan ja Pedi-EnuMat -alustan päälle asetettiin puuvillakangas, jotta mittaustilanne vastasi oikeaa käyttötilannetta.



*KUVA 15. Kastelualustojen ja -lakanoiden mittauskohdat, joihin nestettä tiputettiin.*

Pedi-lakanan ensimmäiset mittaustulokset olivat vaihtelevia ja keskihajonta suurta, joten lakana vaihdettiin uuteen. Hälytysherkkyysmittaukset tehtiin kyseisestä lakanasta uudelleen ja vanhoja mittaustuloksia ei otettu huomioon mittaustulosten analysoinnissa.

### 5.1.2 Langattomat hälyttimet

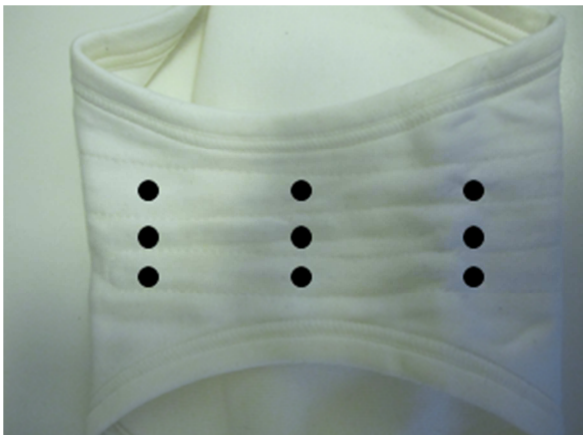
Langattomien hälyttimien mittausten suunnittelussa tuli ottaa huomioon hälytinmallien erikokoiset sensorialueet. Enurad 400- ja DRI Sleeper Eclipse -hälyttimiin määritettiin kolme mittauspistettä ja Alarmvip -hälyttimeen yhdeksän mittauspistettä (kuvat 16–18).



*KUVA 16. Enurad 400 -sensorin mittauskohdat*



*KUVA 17. DRI Sleeper Eclipse Urosensorin mittauskohdat*



*KUVA 18. Alarmvip-sensorihousun mittauskohdat*

Enurad 400- ja DRI Sleeper Eclipse -hälyttimien sensori asetettiin pikkuhousunsuojan sisälle ja jokaiseen uuteen mittaukseen asetettiin uusi suoja. Näin tulokset ovat vertailukelpoisia. Kummastakin hälyttimestä tehtiin mittaukset kolmesta eri mittauspisteestä, joten mittauksia saatiin siis kummastakin hälyttimestä kuusi kappaletta.



Alarmvip VIP-201 -hälyttimen mittaukset tehtiin kahteen sensorihousuun vuorotellen samoihin mittauspisteisiin. Mittaukset tehtiin molemmista sensorihousuista kaksi kertaa eli mittauksia tuli yhteensä 36 kappaletta.

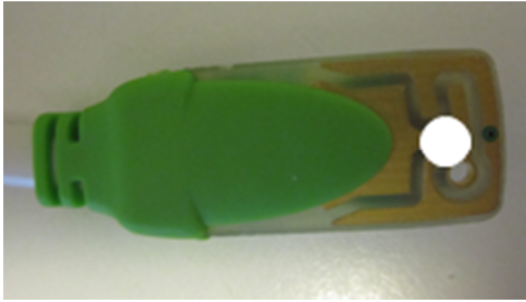
### 5.1.3 Minihälyttimet

DRI Sleeper Excel -hälyttimen mittauspisteet (kuva 19) määritettiin sensorin kummallekin puolelle, sillä sensori voi olla kummin päin vain oikeassa käyttötilanteessa. Mittauspisteitä oli kaksi sensorin kummallakin puolella. Mittauksia tehtiin DRI Sleeper Excel -hälyttimestä yhteensä kahdeksan kertaa. DRI Sleeper Excel -hälyttimen sensori laitettiin pikkuhousunsuojan sisälle. Uuteen mittaukseen vaihdettiin uusi suoja, jotta tulokset ovat vertailukelpoisia.

Wet-Stop 3 -hälyttimen mittauksissa sensori asetettiin kankaaseen kiinni ja kankaan toiselle puolelle sensorin kohdalle tiputettiin suolaliuosta. Sensorissa oli vain yksi mittauspiste (kuva 20), sillä sensori on liian pieni usealle mittauspisteelle. Wet-Stop 3 -hälyttimestä tehtiin myös kahdeksan mittausta.



*KUVA 19. DRI Sleeper Excel Urosensorin mittauskohdat kummallakin puolella*



*KUVA 20. Wet-Stop 3 -sensorin mittauskohta*

## **5.2 Yökasteluhälyttimien virrehälytysarvioiden tekeminen**

Virrehälytysten tutkimuksen tarkoituksena on esittää teoreettisia ja käytännön arvioita virrehälytystilanteista. Teoreettinen arvio tarkoittaa sitä, mikä tilanne voisi teoreettisesti johtaa virrehälytykseen. Jokaisesta sensorista ja sensorialustasta mietittiin virrehälytystilanne teoriassa, joka testattiin. Virrehälytysten luomiseen käytettiin kastelualustoissa ja -lakanoissa suolaliuosta ja elektronisissa sensoreissa puolestaan nihkeää sormenpäätä. Saadun tuloksen perusteella voitiin tehdä johtopäätös mahdollisesta käytännön virrehälytystilanteesta.

## 6 MITTAUSTULOKSET

Hälytysherkkyyssmittausten tulokset on esitetty taulukoissa (3–6). Niihin on ryhmitelty eri hälytintyyppien mallit keskenään. Taulukosta käy ilmi hälytinmalli ja sen eri mittauspisteiden hälytysherkkyyss millilitroina keskiarvoistettuna. Lisäksi taulukkoon on laskettu kaikkien mittauspisteiden keskiarvo ja keskihajonta. Taulukon perään on analysoitu mittaustuloksia.

Virrehälytysherkkyyksiä on arvioitu teoriassa ja käytännössä. Teoreettiset tulokset perustuvat mittauksiin, kun taas käytännön tilanteita on pohdittu oikeassa käyttötilanteessa.

### 6.1 Yökasteluhälyttimien hälytysherkkyyssmittausten tulokset

*TAULUKKO 3. Yökastelualustojen ja -lakanoiden mittauspisteiden hälytyksien aktivoitumisen keskiarvot ja keskihajonnat (ml)*

<b>Vuodehälytin + yökastelualusta/ -lakana</b>	<b>Pedihealth suomalainen lakana</b>	<b>Pedi-lakana</b>	<b>ROE 70</b>	<b>Pedi- EnuMat</b>
<b>mittauspiste 1</b>	0,60	1,75	0,60	1,20
<b>mittauspiste 2</b>	0,85	0,50	0,50	0,60
<b>mittauspiste 3</b>	0,55	1,75	0,65	0,40
<b>mittauspiste 4</b>	0,55	1,65	0,40	0,55
<b>mittauspiste 5</b>	0,35	0,70	0,45	0,35
<b>mittauspiste 6</b>	0,65	1,80	0,35	0,45

<b>mittauspiste 7</b>	0,55	1,10	0,55	1,0
<b>mittauspiste 8</b>	0,50	1,45	0,70	0,45
<b>mittauspiste 9</b>	0,55	1,30	1,05	0,40
<b>kaikkien mittauspisteiden tuloksien keskiarvo</b>	0,57	1,33	0,58	0,60
<b>keskihajonta</b>	0,13	0,48	0,21	0,30

Taulukossa 3 olevista tuloksista voidaan päätellä, että Pedihealthin suomalainen lakana, ROE 70 -alusta ja Pedi-EnuMat hälyttävät herkimmin. Näillä alustoilla on melko yhtäläiset hälytysherkkyyskeskiarvot. Pedi-lakana hälytti huonoiten ja sen tuloksissa on myös eniten hajontaa. Tämä johtuu siitä, että lakanassa olevat erimerkkiset sensorilangat leveyssuunnan keskellä ovat lähekkäin, jolloin keskellä lakanaa hälytys tulee pienemmästä suolaliuosmäärästä.

Tuloksia arvioitaessa on myös huomattava, että Pedi-lakanan, ROE 70 -alustan sekä Pedi-EnuMat -alustan päälle asetetaan tavallinen lakana. ROE 70 -alusta on tehty metallista ja Pedi-EnuMat muovista, jolloin ne eivät ime suolaliuosta kuten puuvillaiset lakanat. Tämä on yksi syy, miksi ei-puuvillaiset alustat hälyttävät herkästi.

*TAULUKKO 4. Enurad 400- ja DRI Sleeper Eclipse -hälyttimien mittauspisteiden hälytyksien aktivoitumisen keskiarvot ja keskihajonnat (ml)*

<b>Langaton hälytin + sensori</b>	<b>Enurad 400</b>	<b>DRI Sleeper Eclipse</b>
<b>mittauspiste 1</b>	0,1	0,1
<b>mittauspiste 2</b>	0,1	0,1
<b>mittauspiste 3</b>	0,1	0,1
<b>kaikkien mittauspisteiden tuloksien keskiarvo</b>	0,1	0,1
<b>keskihajonta</b>	0	0

Tuloksista on havaittavissa, että Enurad 400- ja DRI Sleeper Eclipse -hälyttimet reagoivat herkästi suolaliuokseen. Hälyttimien keskihajonta on nolla, joka kertoo siitä, että näiden hälyttimien mittauksissa nestemäärä on ollut liian iso. Keskihajontaa syntyisi, jos mittaukset olisi tehty pienemmällä nestemäärällä. Tässä työssä ei kuitenkaan ollut tarpeellista ja tulosten kannalta oleellista tehdä mittauksia vielä pienemmällä nestemäärällä.

TAULUKKO 5. Alarmvip VIP 201 -hälyttimen mittauspisteiden hälytyksien aktivoitumisen keskiarvot ja keskihajonnat (ml)

Langaton hälytin + sensori	Alarmvip VIP-201
<b>mittauspiste 1</b>	1,05
<b>mittauspiste 2</b>	0,30
<b>mittauspiste 3</b>	0,30
<b>mittauspiste 4</b>	0,70
<b>mittauspiste 5</b>	0,30
<b>mittauspiste 6</b>	0,30
<b>mittauspiste 7</b>	0,65
<b>mittauspiste 8</b>	0,55
<b>mittauspiste 9</b>	0,15
<b>kaikkien mittauspisteiden tuloksien keskiarvo</b>	0,48
<b>keskihajonta</b>	0,28

Alarmvip-hälytin on erilainen langaton hälytinmalli kuin Enurad 400- ja DRI Sleeper Eclipse -hälyttimet, joten näiden hälyttimien keskinäinen vertailu ei ole mielekästä. Alarmvip-hälyttimen tuloksia (taulukko 5) on parempi verrata kankaisiin sensorialustoihin, joiden mittaustulokset ovat taulukossa 3.

Tuloksista voidaan päätellä, että Alarmvip reagoi noin 0,1 ml herkemmin suolaliuokseen kuin Pedihealthin suomalainen lakana. Alarmvip-hälyttimen

mittaustuloksien keskihajonta on 58 % keskiarvosta, joka kuvaa sitä, että sensorihousu reagoi suolaliuokseen epätasaisesti.

*TAULUKKO 6. Minihälyttimien mittauspisteiden hälytyksien aktivoitumisen keskiarvot ja keskihajonnat (ml)*

<b>Minihälytin + sensori</b>	<b>Wet-Stop 3</b>	<b>DRI Sleeper Excel</b>
<b>mittauspiste 1</b>	0,5	0,1
<b>mittauspiste 2</b>	0,4	0,1
<b>mittauspiste 3</b>	1,2	0,1
<b>mittauspiste 4</b>	0,15	0,1
<b>kaikkien mittauspisteiden tuloksien keskiarvo</b>	0,56	0,1
<b>keskihajonta</b>	0,45	0

Minihälyttimien tuloksista (taulukko 6) on huomattavissa, että DRI Sleeper Excel on selvästi herkempi hälyttämään kuin Wet-Stop 3. DRI Sleeper Excel -hälyttimen keskihajonta on nolla ja Wet-Stop 3 -hälyttimen keskihajonta on noin 80 % mittaustulosten keskiarvosta. Tämä kertoo Wet-Stop 3 -hälyttimen epätasaisesta reagoimisesta hälytykseen.

## 6.2 Yökasteluhälyttimien virrehälytysarvioiden tulokset

Taulukossa 7 on arvioitu virrehälytyksien ilmenemistä teoriassa ja käytännössä.

TAULUKKO 7. Hälyttimien virrehälytyksien arviointi teoriassa ja käytännössä.

Sensori tai sensorialusta	Virrehälytys teoriassa	Virrehälytys käytännössä
Pedihealth suomalainen lakana	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nepparien välinen oikosulku</li> <li>2. Kaksi suolaliuksella kastettua sormenpäätä asetetaan johtimien päälle.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kastelualustan päällä ei ole tavallista lakanaa ja nukkuessa jokin kehon osa on nepparien päällä → oikosulku.</li> <li>2. Ei toteutunut.</li> </ol>
Pedi-kastelulakana Pedi-EnuMat	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nepparien välinen oikosulku.</li> <li>2. Kaksi suolaliuksella kastettua sormenpäätä asetetaan johtimien päälle.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kastelualustan päällä ei ole tavallista lakanaa ja nukkuessa jokin kehon osa on nepparien päällä → oikosulku.</li> <li>2. Teoreettinen tilanne toteutui, joten hikoilu voi aiheuttaa oikosulun.</li> </ol>



ROE 70 -alusta	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nepparien välinen oikosulku.</li> <li>2. Suolaliuksella kastetulla sormenpäällä kosketetaan alustassa olevaa reikää.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kastelualustan päällä ei ole tavallista lakanaa ja nukkuessa jokin kehon osa on nepparien päällä → oikosulku.</li> <li>2. Teoreettinen tilanne toteutui, joten hikoilu voi aiheuttaa oikosulun.</li> </ol>
Enurad 400 DRI Sleeper Eclipse	Sormenpäällä kosketetaan sensoria.	Teoreettinen tilanne toteutui, joten sensori voi reagoida hikiseen ihoon.
Alarmvip VIP-201	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Neppariliitännöihin kosketus.</li> <li>2. Sensorilangat oikosulussa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ei käytännössä mahdollista, sillä radiolähetin on nepparien päällä.</li> <li>2. Sensorilangat menivät oikosulkuun suuresta suolaliuosmäärästä, joten hikoilu voi myös aiheuttaa oikosulun.</li> </ol>

DRI Sleeper Excel Wet-Stop 3	Sormenpäällä kosketetaan sensoriliuskoja	Teoreettinen tilanne toteutui, joten sensori voi reagoida hikiseen ihoon.
---------------------------------	--	---

Taulukosta voidaan huomata, että virrehälytysten pääasiallinen syy on oikosulku. Virrehälytystesteissä kävi suurimmalta osin niin, kuten teoria ennusti. Ainoastaan Pedihealthin suomalaisessa lakanassa ei tullut virrehälytystä, kun suolaliuksella kastetut sormenpäät asetettiin johtimien päälle, joten hikoilusta johtuva virrehälytys on epätodennäköistä. Lisäksi Alarmvip-hälytintä käytettäessä ei voi tulla neppareiden aiheuttamaa oikosulkua, sillä radiolähetin on neppareiden päällä.

## 7 POHDINTA

Parhain hälytysherkkyyssyky vuodehälyttimiin liitettävistä yökastelulakanoista ja -alustoista on Pedihealthin suomalaisella lakanalla. Keskiarvossa ja -hajonnassa ei ole isoa eroa verrattuna ROE 70 ja Pedi-Enumat -alustoihin. Kaikkein heikoimmat mittaustulokset sai Pedi-kastelulakana, jonka hälytysherkkyyssyky on yli 1 ml. Tulos on selkeästi huonompi kuin muilla alustoilla ja lakanoilla.

Langattomista hälyttimistä herkimmin toimivat Enurad 400- ja DRI Sleeper Eclipse -hälyttimet. Näissä hälyttimissä on elektroninen sensori, joka osaltaan vaikuttaa niiden hyvään hälytysherkkyyssykyyn. Kummankin hälyttimen hälytysherkkyyssyky on 0,1 ml ja keskihajonta on nolla. Kolmas mitattava langaton hälytin oli Alarmvip, jota on mielekkäämpää verrata yökastelulakanoihin, sillä Alarmvip-hälyttimessä on kankainen sensoriosa. Tulosten perusteella Alarmvip-hälyttimellä on parempi hälytysherkkyyssyky kuin kastelulakanoilla.

Minihälyttimistä DRI Sleeper Excel -hälyttimellä on selkeästi parempi hälytysherkkyyssyky kuin Wet-Stop 3 -hälyttimellä. Wet-Stop 3 -hälyttimen sensori pitää kiinnittää klipsillä housuihin ja on kooltaan pieni. Tämä voi olla syynä siihen, että hälyttimen reagointi kasteluun on hitaampaa ja epävarmempaa.

Hälytysherkkyyssmittausten viivästymistä aiheutti erityisesti kankaisten sensorialustojen hidas kuivuminen, mutta mittaukset saatiin silti tehtyä aikataulun mukaisesti. Mittauksissa käytetty suolaliuosmäärä oli pieni eikä tuloksista ole havaittavissa huomattavia keskihajonnan vaihteluita yksittäisten mittauspisteiden tuloksissa. Voidaan siis olettaa, että mittausten aikana sensorit ja sensorialustat ovat olleet kuivia ja tulokset ovat siten päteviä.

Virrehälytykset eivät ole toivottavia käyttäjälle oikeassa käyttötilanteessa. Kuitenkin niiden ilmeneminen on käytännössä mahdollista kaikissa hälyttimissä. Yökastelualustoista ja -lakanoista pienin virrehälytysmahdollisuus on

Pedihealthin suomalaisella lakanalla. Tässä lakanassa sensorilanka on kudottu tavallisen langan sisälle, joka estää virrehälytykset. Virrehälytyksiä ei tullut silloinkaan, kun kastuneet sensorilangat osuivat yhteen. Puolestaan elektronisen sensorin omaavat hälyttimet voivat reagoida hikiseen ihoon, vaikka sensori olisi asetettu pikkuhousunsuojan sisälle.

## 8 YHTEENVETO

Kuten kaikkien hälytinsensoreiden ja -sensorialustojen tuloksista on huomattavissa, hälytykset aktivoituvat pienistä nestemääristä. On kuitenkin huomioitava yksittäisen mittaustuloksen lisäksi toinenkin seikka, joka on keskihajonta. Keskihajonta osoittaa, kuinka toimintavarma sensori tai sensorialusta on eri alueilla. Sensori tai sensorialusta aktivoituu lähes samalla nestemäärällä, kun keskihajonta on lähellä nollaa.

Virrehälytyksiä voi ilmetä kaikissa hälyttimessä ja niiden välttämiseksi tulee noudattaa käyttöohjeita. Se ei kylläkään riitä, jos lapsi hikoilee paljon nukkuessaan. Tällaisessa tilanteessa lapsen ja muun perheen tulee tiedostaa virrehälytykset, sillä ne voivat hankaloittaa hälytinhoitoprosessia.

Sopivaa hälytintä valittaessa huomioidaan myös käyttömukavuus. Jos lapsen mielestä hälytin vaikuttaa liian tekniseltä, se voi vaikuttaa lapsen asenteeseen ja mieleen ehdollistamishoidon aikana. Yksi käyttömukavuuden esimerkki on äänen voimakkuus. Hälytintä otettaessa käyttöön tulee varmistaa, ettei lapsi pelkää voimakasta ääntä. Hälytinäänen tulee kuitenkin olla riittävän voimakas, jotta vanhemmat voivat varmistaa, että lapsi ja mahdollisesti muut perheenjäsenet heräävät hälytinääneen. Esimerkiksi Pedi-BedAlarm -hälyttimessä ääni on melko matala, kun taas ROE 70 -hälyttimessä ääni on erittäin voimakas.

Sensoreiden toimintavarmuus ei saata olla aina itsestään selvää, mikä huomattiin mittauksia tehdessä. Pedi-lakana vaihdettiin uuteen, sillä sen mittaustulokset olivat vaihtelevia. Voi olla siis mahdollista, että lakana menettää sähkönjohtavuusominaisuuksia tai sensorilangat katkeavat konepesussa. Tämä selviäisi tekemällä vertailumittauksia pestyllä ja uudella lakanalla.

Mittaustulosten perusteella on helppo valita, mitkä hälyttimet eri hälytintyypeistä olisivat mieluisimpia käytettäväksi. Pedihealthin suomalainen lakana olisi mieluisin yökastelulakanoista ja -alustoista, Enurad 400 langattomista

hälyttimistä ja DRI Sleeper Excel minihälyttimistä. Pedihealthin suomalaisen lakanan selkeimpänä etuna on miellyttävä puuvillamateriaali ja se, että sen päälle ei tarvitse asettaa tavallista lakanaa virrehälytysten ehkäisemiseksi. Enurad 400 -hälyttimen etuna on puolestaan toimintavarmuus ja miellyttävä ulkonäkö. DRI Sleeper Excel on minihälyttimistä selkeästi toimintavarmin.

Asiakkaiden on tärkeää saada positiivisia kokemuksia yökastelun hälytinhoidosta, joten ei ole itsestään selvää, mitkä hälytinlaitteet ovat mielekkäimpiä käytettäväksi. Tutkimuksessa saatujen tulosten avulla yritys pystyy vaikuttamaan myytäviin hälytinlaitteisiin.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia erilaisten yökasteluhälyttimien hälytysherkkyyttä ja arvioida virrehälytyksiä. Hälytysherkkyyksmittausten tuloksena löydettiin herkimmin hälyttävät ja vähiten virrehälytyksiä antavat hälyttimet. Saadut tulokset ovat odotusten mukaisia.

Tutkimus on oman tutkintoni lopputyö ja se on toteutettu vaadittavalla tieteellisellä tarkkuudella. Opinnäytetyön tarkoituksena oli osoittaa ammattitaidollinen ja henkinen kypsyneisyys omaan alaan liittyvän tutkimustiedon tuottamisessa. Oman arvioni mukaan olen siinä varsin hyvin onnistunut.

Työstä jätettiin alkuvaiheessa pois käytettävyyden arvioiminen. Käytettävyys olisi vaatinut kokonaan uusia käytännön tutkimuksia ja yhdessä tilaajan kanssa tulimme siihen tulokseen, että laajuus olisi liiallinen opinnäytetyötä varten. Siinä on siksi selkeä jatkotutkimuksen paikka.

## LÄHTEET

1. Anzacare Oy. Anzacare ISO 13485 Certification. Saatavissa: <http://www.dri-sleeper.com/bedwetting-alarm-iso-13485-2003.htm>. Hakupäivä 2.9.2013.
2. Weintraub, Y. – Singer, S. – Alexander, D. – Hacham S. – Menuchin, G. – Lubetzky, R. – Steinberg, D M. – Pinhas-Hamiel, O. 2012. Enuresis – an unattended comorbidity of childhood obesity. Saatavissa: <http://www.nature.com/ijo/journal/v37/n1/full/ijo2012108a.html>. Hakupäivä 2.9.2013.
3. Wikström, Sakari – Terho, Pirjo. Lasten kastelu. Saatavissa: [http://therapiafennica.fi/wiki/index.php?title=Lasten\\_kastelu](http://therapiafennica.fi/wiki/index.php?title=Lasten_kastelu). Hakupäivä 24.6.2013.
4. Terho, Pirjo. Yökastelijan opas. Saatavissa: [http://www.yokastelu.net/data/yokastelijan\\_opas\\_lr.pdf](http://www.yokastelu.net/data/yokastelijan_opas_lr.pdf). Hakupäivä 2.9.2013.
5. Wikstrom, Sakari. 1993. Lasten kastelu. Masala: Ferring Finland.
6. Enurad AB. 2012. Saatavissa: <http://www.enurad.com>. Hakupäivä: 24.6.2013.
7. Venhola, Mika. 2008. Lasten yökastelun hoito. Saatavissa: <http://www.ebm-guidelines.com/xmedia/duo/duo97507.pdf>. Hakupäivä 24.6.2013.
8. "Mistä yökastelu johtuu?". Ferring Lääkkeet Oy. Saatavissa: <http://www.yokastelu.net/yk02.htm>. Hakupäivä 2.9.2013.
9. Classical conditioning. Encyclopedia Britannica. 2013. Saatavissa: <http://www.britannica.com>. Hakupäivä 23.9.2013
10. L 24.6.2010/629. Laki terveydenhuollon laitteista ja tarvikkeista.

11. Irmtraud Schienagel. 1991. Instruction manual of the ROE 70 - Bedwetting alarm.
12. Yleistä yökastelusta. Ferring Lääkkeet Oy. Saatavissa: <http://www.yokastelu.net/asiayht.htm>. Hakupäivä 2.9.2013.
13. Yökastelun hoito. Ferring Lääkkeet Oy. Saatavissa: <http://www.yokastelu.net/halytin.htm>. Hakupäivä 4.9.2013.
14. Terho, Pirjo. Yökastelu hoitovaihtoehdot ja hoidon tulokset. Saatavissa: [http://www.skny.net/uploads/Koulutusmateriaalit/Pirjo\\_Terho\\_000.pdf](http://www.skny.net/uploads/Koulutusmateriaalit/Pirjo_Terho_000.pdf). Hakupäivä 2.9.2013.
15. Bedwetting. Encyclopedia Britannica. 2013. Saatavissa: <http://www.britannica.com>. Hakupäivä 23.9.2013.
16. Pedihealth Oy. Pedi-kastelulakana. Saatavissa: <http://www.pedihealth.fi/product/show/5/lasten-yokastelunhoitovalineet/1252/pedi-kastelulakana-neppariliitanta>. Hakupäivä 2.9.2013.
17. Anzacare Ltd. Dri Sleeper Excel. Saatavissa: <http://www.dri-sleeper.com/excel.htm>. Hakupäivä 2.9.2013.
18. Potty MD. Wet-Stop 3 Alarm. Saatavissa: [http://wetstop.com/product\\_info.php?products\\_id=51](http://wetstop.com/product_info.php?products_id=51). Hakupäivä 2.9.2013.
19. Potty MD 2007. Wet-Stop 3 Wearable Alarm instruction sheet. Saatavissa: <http://pottymd.info/documents/Wet-Stop3-English.pdf>. Hakupäivä 2.9.2013.
20. Enurad AB. Instruction and handling of the ENURAD400 alarm system at the clinic. Saatavissa: <http://enurad.com/pdf/bedwetting%20alarm%20enurad.pdf>. Hakupäivä 2.9.2013.



21. Anzacare Oy. Wireless Bedwetting Alarm - DRI Sleeper Eclipse. Saatavissa: <http://www.dri-sleeper.com/eclipse.htm>. Hakupäivä 2.9.2013.
22. Wireless Bedwetting Alarm (VIP-201). Saatavissa: <http://www.made-in-china.com/showroom/alarmvip24/product-detailJbgmIMVYaKhu/China-Wireless-Bedwetting-Alarm-VIP-201-.html>. Hakupäivä 2.9.2013.
23. Honkanen Jukka. 2002. Sähköturvallisuus. Saatavissa: <http://www.kolumbus.fi/jukka.u.honkanen/tdata/sahkotur.pdf>. Hakupäivä 4.9.2013.
24. Anzacare Oy. DRI Sleeper Eclipse Instructions.
25. Pedihealth Oy. Kastelulakanaohje. Sisäinen lähde.
26. Pedihealth Oy. Pedi-EnuMat. Sisäinen lähde.
27. Aura, Lauri – Tonteri, Antti. 2000. Teoreettinen sähkötekniikka ja sähkökoneiden perusteet. WSOY.

## Kastelupäiväkirja

Nimi \_\_\_\_\_ synt.aika \_\_\_\_\_

) = yö

☀ = päivä

M = märkä

K = kuiva

T = tuhriminen

H/A = hoito/annos

D = desmopressäini

hä = hälytin

	kuu 200_				kuu 200_				kuu 200_				kuu 200_			
	)	☀	T	H/A	)	☀	T	H/A	)	☀	T	H/A	)	☀	T	H/A
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																
31																

Muu hoito: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## TAULUKKO 2. DRI Sleeper Eclipse:n standardit

<b>Standardi</b>	<b>Selite</b>
EN 300 220-2 V2.1.2, 2007-06	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 25 MHz to 1 000 MHz frequency range with power levels ranging up to 500 mW; Part 2: Harmonized EN covering essential requirements under article 3.2 of the R&TTE Directive
AS/NZ 4268:2003 + A1:2005	Radio equipment and systems - Short-range devices - Limits and methods of measurement
ETSI EN 301 489-3 V1.4.1, 2002	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Electromagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services; Part 3: Specific conditions for Short-Range devices (SRD) operating on frequencies between 9 kHz and 40 GHz
EN 50371:2002	Generic standard to demonstrate the compliance of low power electronic and electrical apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz - 300 GHz) - General public

EN 60601-1:2006	Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance
-----------------	--