

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tutkintotyö

Sakari Siren

DAINTREEN SENSORIVERKKO-ANALYSAATTORI

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2009

Lehtori Ilkka Tervaoja
Tampereen ammattikorkeakoulu

| | |
|-------------------------|---|
| Tekijä: | Sakari Siren |
| Koulutusohjelma: | Tietotekniikka |
| Suuntautumisvaihtoehto: | Tietoliikennetekniikka |
| Työn nimi: | Daintreen sensoriverkko-analysaattori |
| Työn laajuus: | 22 sivua |
| Päivämäärä: | 11.05.2009 |
| Työn ohjaaja: | Lehtori Ilkka Tervaoja, Tampereen ammattikorkeakoulu |
| Hakusanat: | ZigBee, Jennic, Daintreen sensoriverkko-analysaattori |

TIIVISTELMÄ

Työn aiheena oli Daintreen sensoriverkko-analysaattori ja tarkoituksena oli tutustua siihen. Analysaattori on juuri hankittu koululle ja sillä pystytään havainnoimaan langatonta verkko-liikennettä. Työni oli tutustua tähän ohjelmaan ja tehdä sen pohjalta käyttöohjeen tapainen työ. Työn alussa kerrotaan lyhyesti projektissa käytettävästä standardista eli ZigBee:stä, tämän jälkeen kerron tässä projektissa käytetyistä laitteista, jotka on valmistanut Jennic. Lopuksi kerron itse ohjelmasta ja sen eri toiminnoista.

| | |
|--------------------|--|
| Author: | Sakari Siren |
| Degree programme: | Computer system engineering |
| Specialization: | Telecommunication engineering |
| Title: | Daintree's sensor network analyzer |
| Number of pages: | 22 pages |
| Date: | 11.05.2009 |
| Thesis supervisor: | Lecturer Ilkka Tervaoja, Tampere Polytechnic |
| Keywords: | ZigBee, Jennic, Daintree's sensor network analyzer |

ABSTRACT

My work was to getting to know something about Daintree's sensor network analyzer and basing for this, write instructions from this program. With this program you can take measurements different wireless networks. At first in this work i tell you something about ZigBee standard which were used in this work. Second i tell you devices which were used in this project. This work's used devices were manufactured by Jennic. Finally i tell you Daintree's sensor network analyzer, how you use it and what different functions it has.

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö on tehty Tampereen ammattikorkeakoulun tietoliikennetekniikan insinöörityönä.

Kiitokset kaikille opettajille, jotka ovat olleet tässä projektissa mukana ja tukeneet minua. Kiitos myös MeshWorks:lle, joka oikeastaan antoi tämän tutkintotyön aiheen. Erityiskiitokset kahdelle Tampereen ammattikorkeakoulussa opiskelevalle opiskelijalle, Jani Puntolalle sekä Tapio Kallioniemelle, joiden kanssa teimme tätä koko ZigBee-/Sensoriverkkoprojektia.

Tampereella 11.05.2009

Sakari Siren

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|---|-----|
| TIIVISTELMÄ | ii |
| ABSTRACT | iii |
| ALKUSANAT | iv |
| SISÄLLYSLUETTELO | v |
| KÄYTETYT MERKINNÄT JA TERMIT | vi |
| 1 JOHDANTO..... | 1 |
| 2 TYÖN TAUSTAA..... | 1 |
| 2.1 ZigBee-standardi..... | 1 |
| 2.2 Jennic kehitysalusta..... | 3 |
| 2.2.1 Controller Board, Koordinaattori..... | 4 |
| 2.2.2 Sensor Board, Päätelaite..... | 5 |
| 2.2.3 Antennit ja ZigBee-modulit | 5 |
| 2.2.4 Ohjelmointi..... | 6 |
| 3 SENSORIVERKKO-ANALYSAATTORI | 8 |
| 3.1 Versiot..... | 9 |
| 3.1.1 Basic-versio | 9 |
| 3.1.2 Standard-versio | 9 |
| 3.1.3 Professional-versio | 10 |
| 3.1.4 Versioiden vertailua | 10 |
| 3.2 Ohjelman käyttö | 11 |
| 3.2.1 Mittalaitteen asetukset..... | 12 |
| 3.2.2 Mittausten aloittaminen..... | 14 |
| 3.3 Eri ikkunat | 16 |
| 3.3.1 Visual Device Tree | 16 |
| 3.3.2 Packet Decode | 18 |
| 3.3.3 Packet Timeline | 19 |
| 3.3.4 Packet List | 20 |
| 4 YHTEENVETO | 21 |
| LÄHDELUETTELO | |

KÄYTETYT MERKINNÄT JA TERMIT

| | |
|------------------|---|
| OSI-malli | Seitsemän kerroksen malli, joka kuvaa miten tiedonsiirto toimii. Jokaista kerrosta vastaa joku tiedonsiirtoprotokolla. |
| Yleislähetys | Voidaan myös puhua Broadcast-lähetteestä. Lähetys, jossa tieto lähetetään kaikille verkossa oleville laitteille. |
| AES-salaus | Advanced Encryption Standard, lohkosalausmenetelmä, jota käytetään tietotekniikassa. Pidetään murtumattomana salausmenetelmänä. |
| HyperTerminal | Pääteohjelma, jolla pystytään esimerkiksi ottamaan johonkin verkossa olevaan laitteeseen yhteys. |
| Jennic Toolchain | Sovelluspaketti, joka sisältää CodeBlocks-ohjelman, Flash programmer-ohjelman, sekä Daintreen "Sniffer" -firmwaret. |
| RF-signaali | Radiotaajuinen signaali |
| COM-portti | Sarjamuotoinen portti, jota käytetään kahden tietokoneen väliseen tiedonsiirtoon. Liitintyyppi RS-232. |
| Baudi | Tiedonsiirrossa käytettävä suure. Yksi baudi kuvaa elektronisen signaalin muutosnopeutta per sekunti. |

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli tutkia Daintreen kehittämää sensoriverkkoanalysaattoria. Ohjelma on juuri hankittu Tampereen ammattikorkeakoululle. Työssä tutustutaan ohjelman käyttöön ja sen eri mahdollisuuksiin. Ohjelman avulla pystytään tutkimaan koulun jo aikaisemmin hankittuja Jennicin kehitysalustoja ja niiden välistä langatonta verkkoliikennettä.

Tämä oli syy, miksi analysaattori hankittiin koululle. Ennen tätä, Jennicin alustojen välistä liikennettä ei pystytty kovin hyvin havainnoimaan. Keskityn työssä juuri Jennicin valmistamiin kehitysalustoihin, muitakin valmistajia toki on. Alustoissa käytetty standardi oli ZigBee, siitäkin kerron myöhemmin. Tämä päättötyö tulisi olemaan jonkinlaisena apuvälineenä tuleville tietoliikenteen opiskelijoille, jotka päätyvät työskentelemään tällä ohjelmalla.

2 TYÖN TAUSTAA

Työni on tehty projektityön pohjalta, meitä oli ryhmässä kolme henkilöä. Meidän piti tutustua ZigBee-standardiin, sekä juuri Jennicin kehitysalustoihin ja saada näkymään informaatiota alustojen välisestä liikenteestä. Koska meitä oli ryhmässä kolme, ja jokaiselle tuli päättötyöaiheeksi jotenkin ZigBee:hen tai Jennicin alustoihin liittyvää, en paneudu niin tarkkaan ZigBee:hen, protokollapinoihin, alustoihin ym. Seuraavissa luvuissa hieman ZigBee:stä ja Jennicin alustoista.

2.1 ZigBee-standardi

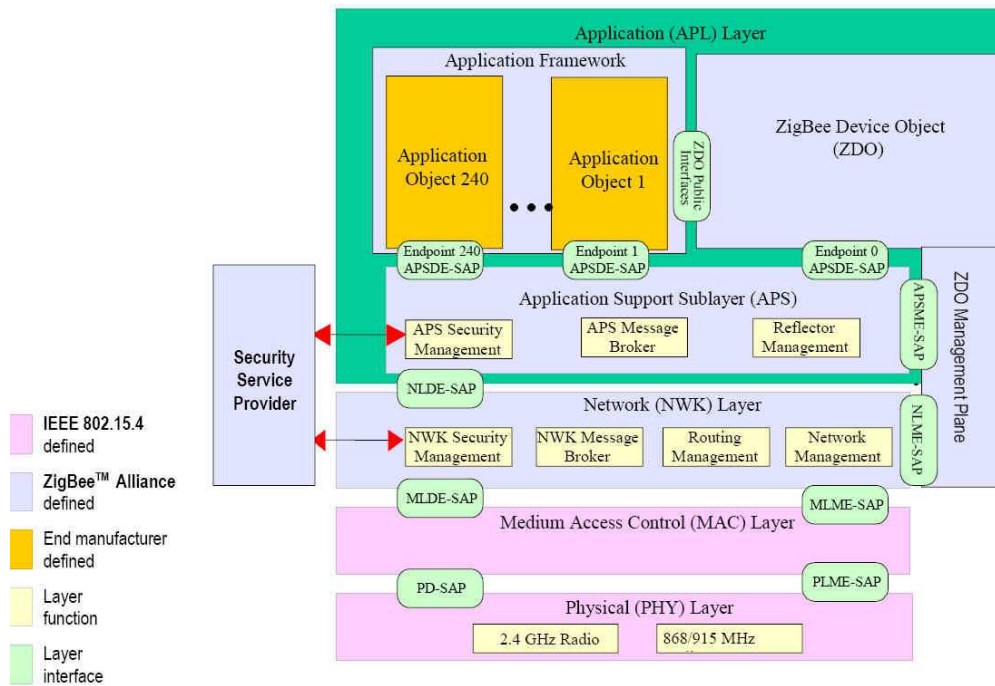
ZigBee tarkoittaa lyhyen kantaman tietoliikenneverkkoa. Se on avoin standardi ja perustuu jo aiemmin luotuun IEEE 802.15.4-standardiin. ZigBee lisää IEEE 802.15.4-standardin OSI-malliin omat kerroksensa (kuva 1). IEEE 802.15.4 määrittää protokollapinossa fyysisen sekä siirtoyhteyserroksen. ZigBee lisää tähän verkkokerroksen ja sovelluserroksen. Yhdestä verkon solmupisteestä voi lähteä laitteita 240 kappaletta ja yhteensä kokoverkossa laitteita voi olla 65 536 kappaletta. Laitepiste 0 määrittelee aina laiteominaisuudet ja laitepistettä 255 käytetään yleislähetukseen.

Verkossa olevilla laitteilla on eri aikamääreitä, jonka perusteella niiden pitää toimia, tässä muutama listattuna:

Verkkoon liittyminen alle 30 ms.

Sleep-tilasta herääminen alle 15 ms, tämän jälkeen laite käyttövalmis.

Tiedon lähetys alkaa alle 15 ms kuluttua siitä, kun laite on käynnistetty ja liittynyt verkkoon.

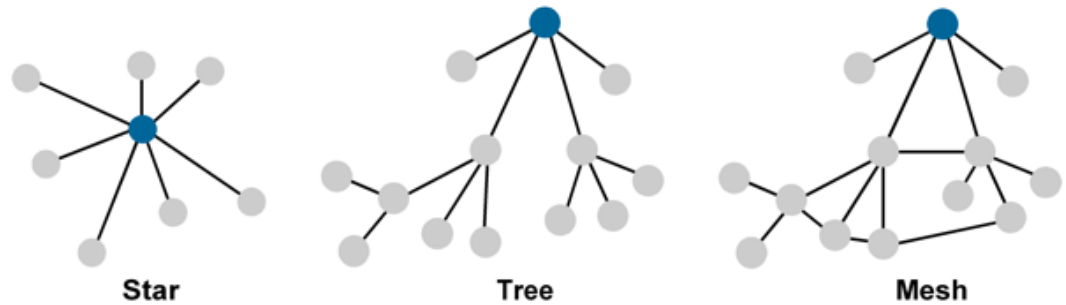


Kuva 1 ZigBee-järjestelmässä käytössä oleva protokollapino. /1/

ZigBee käyttää kolmea eri taajuusaluetta, ne ovat seuraavat:

1. Taajuus 868 MHz, vain 1 kanava, tiedonsiirtonopeus 20 kb/s. Käytössä Euroopassa.
2. Taajuus 915 MHz, 10 kanavaa, kanavaväli 2 MHz, tiedonsiirtonopeus 40 kb/s. Käytössä Yhdysvalloissa.
3. Taajuus 2,4 GHz, 16 kanavaa, kanavaväli 5 MHz, tiedonsiirtonopeus 250 kb/s. Käytössä maailmanlaajuisesti.

ZigBee-verkossa on käytössä kolmea eri verkkotopologiaa, nämä ovat puu, tähti ja mesh (kuva 2). Tähtiverkossa on yksi koordinaattori ja liikennöinti tapahtuu päätelaitteelta päätelaitteelle sen välityksellä. Puu- ja mesh-verkot ovat hieman luotettavampia, kuin tähti, sillä vaihtoehtoisia reittejä on enemmän.



Kuva 2 ZigBee-verkkotopologiat. Tähti, puu sekä mesh. /2/

ZigBee:ssä on kolme eri tietoturvasoaa, seuraavassa hieman eri tasoista:

1. Taso, ei suojausta.
2. Taso, pääsilystat, määritetään ketkä pääsevät liittymään verkkoon.
3. Taso, 128-bittinen AES-salaus.

Lopuksi vielä hieman ZigBee:n käyttökohteista ja tulevaisuudesta, ZigBee:tä käytetään automaatioissa, esimerkiksi kodin valaistuksessa. Teollisuudessa se on hyvä mittaustarkoituksiin. Lääketiede on myös yksi käyttökohde, koska ihmiseen voitaisiin laittaa siru ihon alle, joka sitten kertoisi tietoja ihmisen tilasta. Tulevaisuus näyttää suhteellisen hyvältä, koska kyseessä on avoin standardi, eri laitevalmistajat pystyvät tekemään laitteensa yhteensopiviksi ZigBee:n kanssa. ZigBee:n alhainen virrankulutus on myös positiivista, koska juuri aikaisemmin mainituissa käyttökohteissa laitteiden käyttöikä on tärkeää. /3/

2.2 Jennic kehitysalusta

Käytimme projektissa Jennicin valmistamia kehitysalustoja. Ne toimivat hyvin ZigBee-standardin kanssa. Muita valmistajia on myös, näistä ehkä mainittakoon Texas Instruments, josta myös osa minun luokalta olevista oppilaista tekee projektityötä sekä päättötyötä. Koulun hankkima Jennicin paketti sisältää koordinaattorin, päätelaitteita, tarvittavat kaapelit (kuva 3).



Kuva 3 Jennicin JN-UG-3030 JN5139-EK010 ZigBee Evaluation Kit. /4/

2.2.1 Controller Board, Koordinaattori

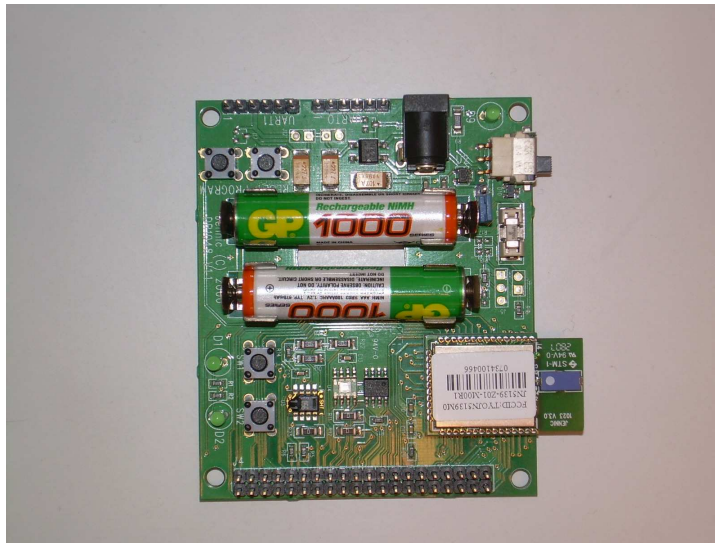
Koordinaattori on verkon tärkein osa, se hallitsee verkossa tapahtuvaa liikennettä, sallii laitteiden liittymisen verkkoon. Muodostaa verkon alussa etsimällä vapaan taajuuskanavan ja tätä kautta mahdollistaa muiden laitteiden liittymisen verkkoon. Alla olevassa kuvassa on esitetty koordinaattori (kuva 4).



Kuva 4 Koordinaattori.

2.2.2 Sensor Board, Päätelaitte

Varsinainen mittalaite. Kortilla on kolme eri sensoria, jotka mittaavat lämpötilaa, kosteutta sekä valoisuutta. Välittää mittaustuloksen koordinaattorille, jossa on myös vastaavat sensorit. Etäisyys koordinaattoriin määräytyy päätelaitteessa käytettävästä antennista, ilman ulkoista antennia etäisyys on noin 100 m. Ulkoisella antennilla päästään 1 km. Alla olevassa kuvassa on esitetty päätelaite (kuva 5).



Kuva 5 Päätelaitte.

2.2.3 Antennit ja ZigBee-modulit

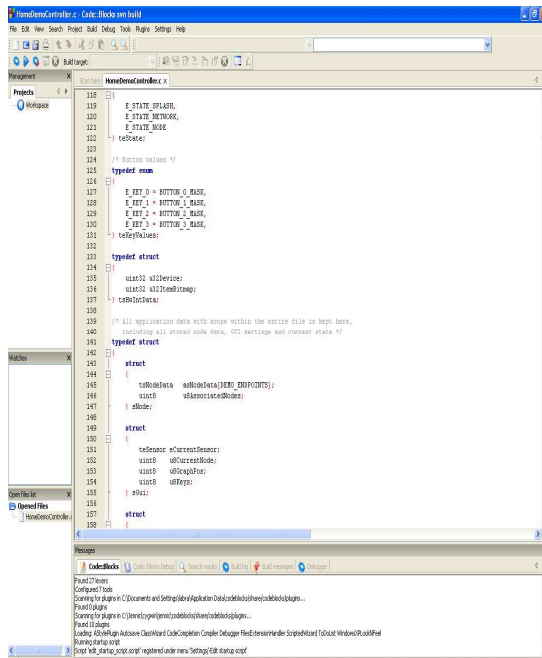
Meidän käytössä olevat modulit ja antennit toimivat 2,4 GHz taajuudella, näillä antenneilla päästiin noin 100 m etäisyyksiin. Ohjelmat, jotka ladattiin alustoille, tallentuvat moduleille. Nämä saavat mittaustiedot eri sensoreilta ja lähettävät tiedot seuraavalla alustalle. Jotta tiedonvälitys toimisi ongelmitta, on alustoille syytä ladata samalla standardilla tehtyjä ohjelmia. Seuraavalla sivulla olevassa kuvassa on esitetty kaksi eri modulia, toiseen on mahdollista kiinnittää ulkoinen antenni (kuva 6), kuvassa olevalla antennilla päästään noin 100 m etäisyyteen.



Kuva 6 ZigBee-modulit.

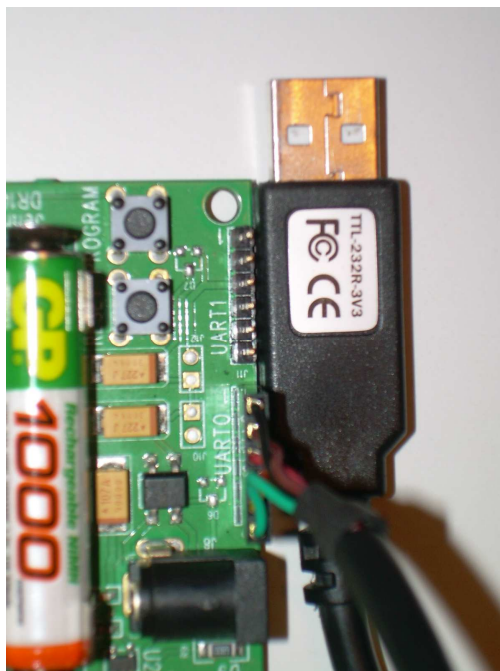
2.2.4 Ohjelmointi

Koulussa käytettävä kääntäjä oli nimeltään CodeBlocks, se on ilmainen kääntäjä. Varsinaiseen koodiin en perehdy työssä. Jennicin sivuilta sai ladattua ilmaisia demo-ohjelmia, jolla testasimme alustojen toimintaa. Ohjelma, jonka latasimme alustoille, toimii niin, että päätelaite mittaa kolmea eri asiaa, jotka ovat lämpötila, kosteus ja valoisuus. Tämän tiedon se lähettää koordinaattorille. Valmis koodinpätkä käännetään CodeBlocks-ohjelmalla .bin muotoon (kuva 7).



Kuva 7 CodeBlocks-kääntäjä.

Tämän jälkeen käynnistetään Flash Programmer-ohjelma, jolla ainoastaan lähetetään valmis ohjelma alustalle. Siirrossa käytetään Jennicin paketissa tullutta UART-kaapelia (kuva 8). Kaapeli on asynkroninen sarjakaapeli, se tekee rinnakkaismuotoisesta liikenteestä sarjamuotoista.



Kuva 8 UART-kaapeli.

Ennen Daintreen analysaattorin hankintaa, alustojen välistä liikennettä oli vaikea havainnoida, melkein mahdotonta. Yksi keino oli käyttää Windowsin mukana tullutta HyperTerminal-ohjelmaa mutta tällöin itse ohjelmakoodiin tarvi tehdä muutoksia. Tulostukset olivat siltikin pelkkää tekstiä, joten varsinaiseen protokollapinojen, topologioiden kimppuun ei päästy. HyperTerminal pystyi näyttämään pelkästään, että jos vaikka jotain nappia painettiin päätelaitteessa, tietokoneen näytölle tulostui ”Nappia 1 painettu”.

3 SENSORIVERKKO-ANALYSAATTORI

Hankkimamme sensoriverkko-analysaattori on Daintreen valmistama. Sillä pystytään tarkastelemaan langatonta verkkoliikennettä, meidän tapauksessa Jennicin kehitysalustojen välistä liikennettä. Ohjelma vaatii jonkinmoisen ”Snifferin” - verkon haistelija, joka tarkoittaa siis laitetta, joka kaappaa konkreettisesti liikennettä ilmasta ja välittää tämän tiedon ohjelmalle. Luulimme ohjelmaa tilatessamme, että saamme myös Daintreen valmistaman Sniffer-laitteen (kuva 9) mutta näin ei kuitenkaan käynyt.



Kuva 9 2400E Sensor Network Adapter. /5/

Ohjelman sai kuitenkin toimimaan siten, että yhdestä päätelaitteesta tehtiin Sniffer. Tämä tapahtui lataamalla päätelaitteeseen valmis Sniffer-ohjelma, joka oli tehty juuri tähän tarkoitukseen. Ohjelma löytyi Daintreen tekemästä kansioista, kun analysaattoriohjelma oli asennettu. Tiedostot löytyvät myös Jennicin Toolchain-nimisestä sovelluspaketista.

3.1 Versiot

Analysaattorista on saatavissa kolme eri versiota: Basic, Standard sekä Professional. Koulun hankkima versio on Standard. Ohjelman pystyy asentamaan aina kerralla vain yhdelle tietokoneelle. Lisenssin pystyy kuitenkin vapauttamaan jo asennetusta ohjelmasta jos haluaa vaihtaa tietokonetta. Seuraavissa kappaleissa on esitetty hieman eri versioiden eroja.

3.1.1 Basic-versio

Tämä versio on enemmän suunniteltu 802.15.4-standardin kehitykseen ja testaamiseen. Ohjelma sisältää ZigBee-standardin perusominaisuudet. Ohjelma tulee Daintreen yhteistyökumppaneiden laitteiden mukana. Versio ei sisällä Daintreen teknistä tukea eikä uusia ohjelmistopäivityksiä. Basic-versiolla pystyy kaappaamaan ja analysoimaan liikennettä, tallentamaan sekä palauttamaan sessioita. Kaapattua liikennettä pystyy katsomaan pakettilistasta, jota ohjelma kerää. Siitä näkee, mitä paketteja verkossa kulkee ja minkä tyyppisiä ne ovat. Protokollatuki on IEEE 802.15.4/ZigBee NWK ja APS -kerroksille (ZigBee PRO/20072006/2004). Graafista näkymää tässä versiossa ei ole, eli ohjelma ei näytä graafisena käytössä olevaa topologiaa, eikä verkossa olevia laitteita. /6/

3.1.2 Standard-versio

Koulun hankkima versio. Tämä versio sisältää yleiset työkalut langattoman verkkoliikenteen kehittämiseen ja testaamiseen. Ohjelman pääominaisuudet ovat laajassa protokollatuessa ja sen analysoinnissa. Protokollatuki on monille perus standardipohjaisille, sekä yksityisille protokollille. Kuten myös Basic-versio, tämä versio sisältää liikenteen kaappaamisen ja sen analysoinnin. Tällä versiolla pääsee protokollapinossa korkeammalle, se sisältää Basic-versiossakin olevat IEEE 802.15.4/ZigBee NWK ja APS -kerrokset (ZigBee PRO/20072006/2004), lisäksi tähän versioon tulee ZigBee AF ja sovelluserrokset (ZigBee PRO/2007/2006/2004).

Tässä versiossa on myös pakettilista mistä näkee, mitä paketteja verkossa kulkee. Lisänä tähän tulee pakettien aikajana, joka listaa kaikki verkossa olevat laitteet ja näyttää minkälaista tietoa ne lähettävät. Standard-versiossa on graafinen ikkuna, josta näkee verkon topologian, liittyneet laitteet, sekä laitteiden välisen liikenteen erivärisinä viivoina. Näkyvien laitteiden määrä on kuitenkin rajoitettu 10 kappaleeseen tässä versiossa. Ohjelmalle on tilaushetkestä vuodeksi eteenpäin saatavilla ohjelmistopäivitykset, sekä Daintreen tekninen tuki. /6/

3.1.3 Professional-versio

Professional-versio sisältää kaikki tarvittavat työkalut langattoman verkkoliikenteen tarkasteluun. Sisältää siis jo aiemmin mainituista Basic-versiosta ja Standard-versiosta kaikki ominaisuudet, sekä lisää liudan uusia. Näitä ovat muun muassa parannetut IEEE 802.15.4- ja ZigBee-standardin työkalut. Huomattavin ero aikaisempiin versioihin on "multi-node capture" ja "multi-channel capture" eli ohjelmalla pystyy kappamaan liikennettä monesta eri verkon solmupisteestä, sekä eri taajuuskanavilta. Tämä ominaisuus ei toimi Standard-versiossa, sillä pystyy kuuntelemaan vain yhtä taajuuskanavaa kerralla.

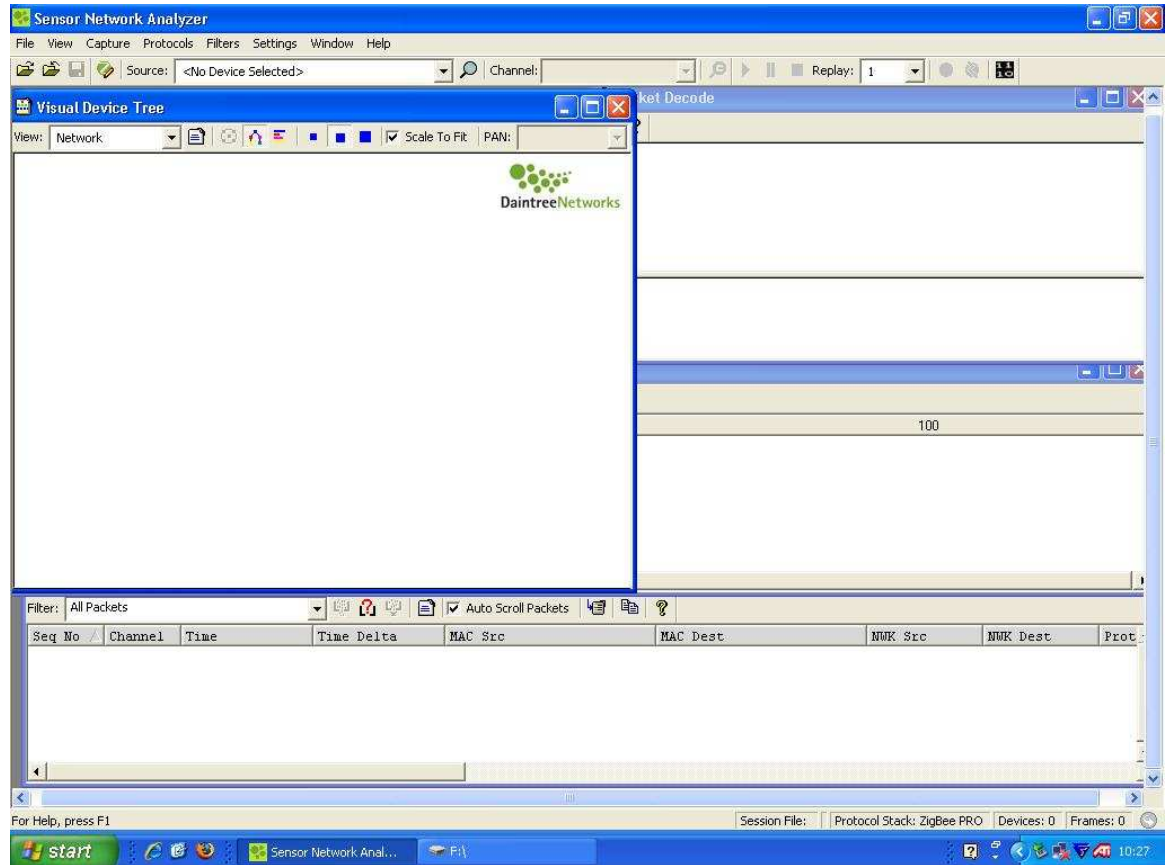
Muita lisäominaisuuksia löytyy todella paljon, kuten aiemmin mainitsin. Graafinen ikkuna näyttää käytetyn topologian, liittyneiden laitteiden sekä liikennöinnin lisäksi tietoja verkosta, esimerkiksi, mitä sovelluksia laitteissa on käytössä. Lisäksi se pystyy näyttämään RF-signaalin vahvuuden, alustojen patterien varaustilanteen. Mitään laitteiden kappalemäärää ei tässä versiossa ole rajattu, kuten Standard-versiossa oli. /6/

3.1.4 Versioiden vertailua

Yhteenvedon aika eri versioista. Basic-versio on lähinnä laitevalmistajille suunnattu ohjelma, siinä ei ollut tukea, eikä siihen ollut saatavilla uusia ohjelmistopäivityksiä. Tällä versiolla kuitenkin pääsee alkuun tutkimustyössä. Standard-versio on ihan peruskäyttöön tarkoitettu, jolla pääsee jo todella pitkälle verkon tutkimisessa. Tämä sopii siis hyvin, vaikka yhdeksi labratyöksi koulussa. Työssä voitaisiin ensimmäiseksi tehdä verkko ja sen jälkeen analysoida sitä ohjelmalla. Professional-versio puolestaan taas sopisi ihan ammattikäyttöön, jotka työskentelevät paljon tällaisten asioiden parissa. Version valinta riippuu siis paljon ohjelman käyttötarkoituksesta ja kuinka tarkkoihin lopputuloksiin halutaan päästä.

3.2 Ohjelman käyttö

Kun ohjelman avaa, aukeaa seuraavanlainen näkymä (kuva 10).



Kuva 10 Oletusnäky.

Kuten kuvasta näkee, ohjelma aukaisee monta ikkunaa auki. Nämä ikkunat käydään jokainen läpi tässä työssä. Ennen mittausten tekoa, täytyy ohjelmalle kertoa, mikä on mitta-laitte, mitä porttia ja asetuksia se käyttää. Tämä versio ohjelmasta on Standard-versio, joten tässä työssä esiintyvät kuvat ohjelmasta voivat olla hieman erilaisia, mitä ne olisivat Basic- sekä Professional-versioissa.

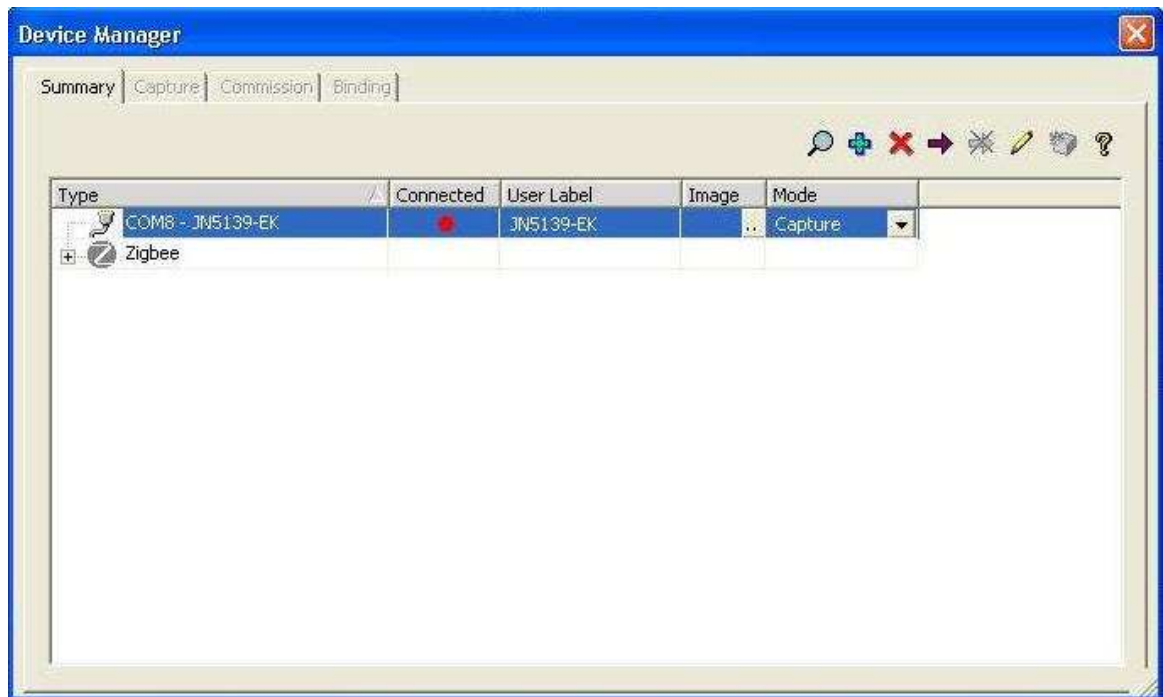
3.2.1 Mittalaitteen asetukset

Alussa ohjelmalle pitää siis kertoa, mitä laitetta käytetään Snifferinä, eli verkon haistelijana. Laitte, joka välitti siis mittaustiedot ohjelmalle. Seuraavassa kuvassa (kuva 11) on painike, josta päästään syöttämään asetukset. Tässä työssä käytetty mittalaite oli tehty yhdestä Jennicin päätelaitteesta, johon ladattiin Sniffer-ohjelma.



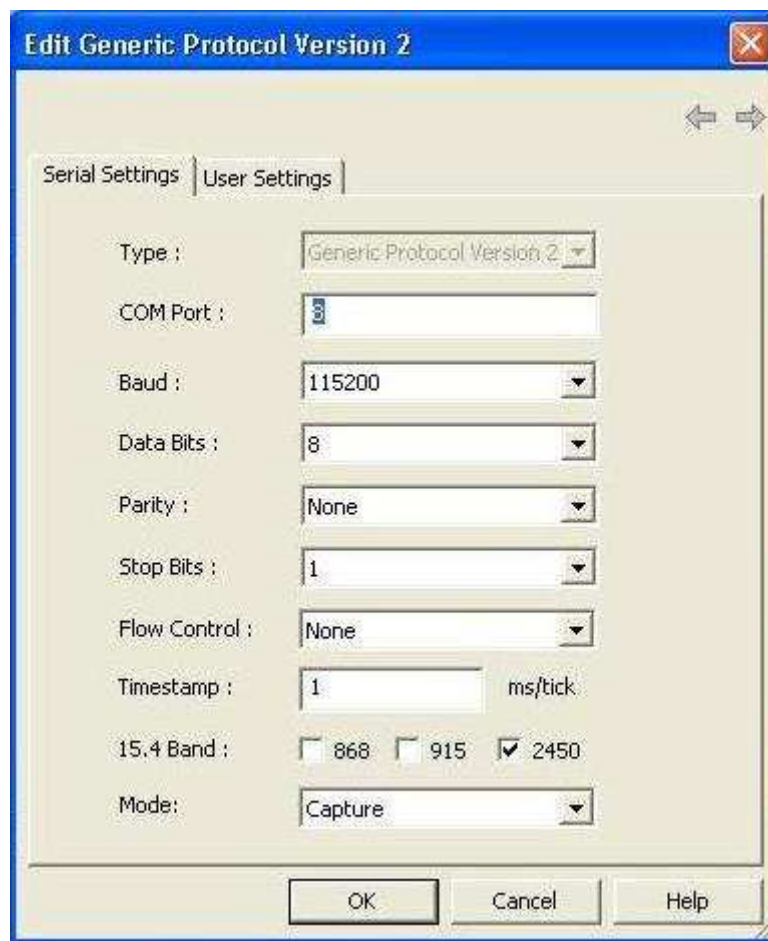
Kuva 11 Mittalaitteen lisäspainike. /7/

Kun painiketta on painettu, aukeaa seuraava ikkuna (kuva 12).



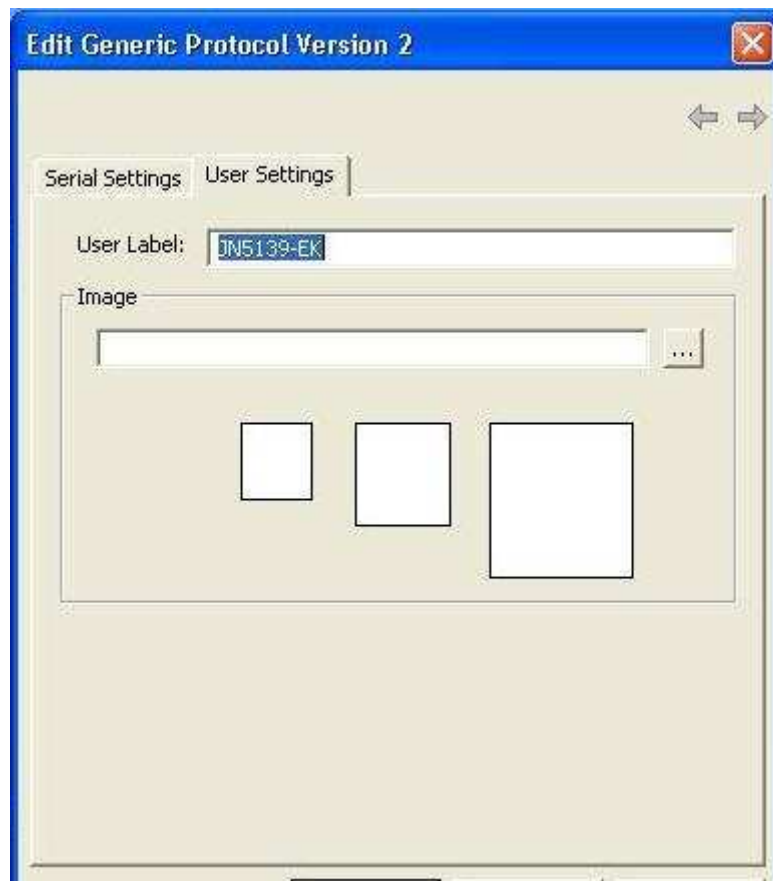
Kuva 12 Ohjelmalle syötetyt mittalaitteet listattuna.

Kuten kuvasta 12 nähdään, ohjelmalle on jo syötetty yksi mittalaite. Laite on COM8-portissa. Se on nimetty JN5139-EK-nimellä. Kuvan ottohetkellä laite ei ole ollut yhdistettynä tietokoneeseen. Ensimmäistä kertaa kun ikkuna aukeaa, on se tietysti tyhjä. Siihen pitää lisätä uusi laite. Tämä tapahtuu painamalla + -merkin näköistä painiketta, joka näkyy kuvassa 12, oikealla ylhäällä. Kun painaa X-merkin näköistä painiketta, sillä pystytään poistamaan laitteita listalta. Kynän näköisestä painikkeesta pystytään muokkaamaan jo syötettyjen laitteiden asetuksia. Alkutilanteessa painetaan siis + -merkin näköistä painiketta, sillä saadaan syötettyä uuden laitteen asetukset. Koska käytössä oli Jennicin alustasta tehty verkon haistelija, on asetukset seuraavanlaiset (kuva 13).



Kuva 13 Jennicin laitteen asetukset.

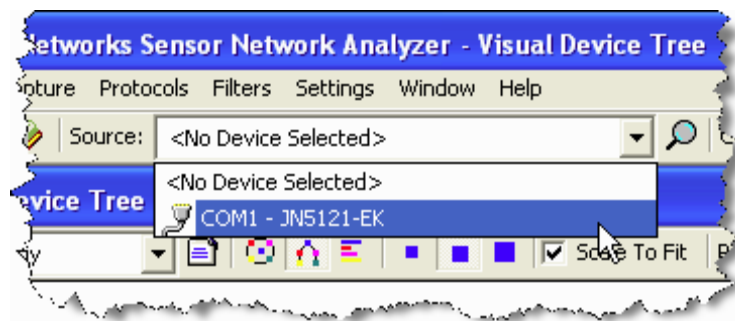
COM-portiksi valitaan se portti, mistä tietokone on tunnistanut liitetyn UART-kaapelin. Baudinopeutena käytetään 115200 baudia. Jos ongelmatilanteita ilmenee, voidaan baudinopeutena käyttää 38400 baudia. Tällöin päätelaitteelle pitää ladata tälle nopeustyyppille tehty ohjelma. Tämäkin löytyy Daintreen luomasta kansiosista, jossa sijaitsee Sniffer-firmware tai Jennicin Toolchain-paketista. Muut asetukset, kuten kuvassa näkyy. User Settings-välilehdellä syötetään laitteelle kuvaava nimi (kuva 14).



Kuva 14 User Settings-välilehti.

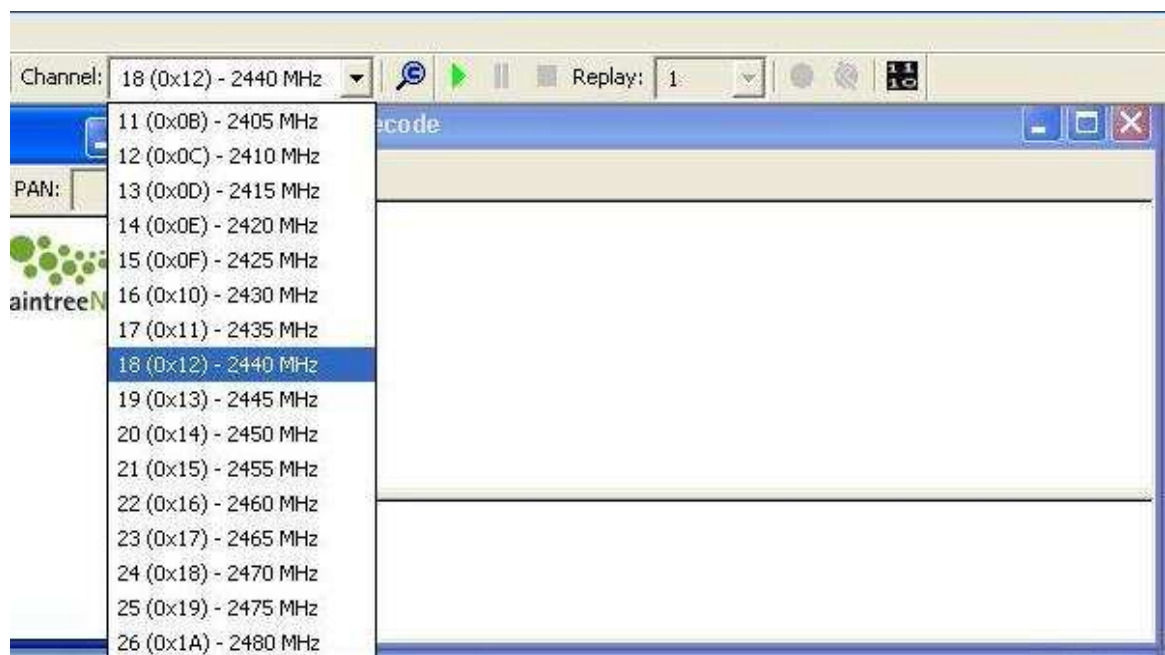
3.2.2 Mittausten aloittaminen

Nyt ohjelmalle on asetettu mittalaite, enää tarvitsee vain valita se aktiiviseksi. Tämä tapahtuu alla olevan kuvan (kuva 15) osoittamalla tavalla.



Kuva 15 Mittalaitteen valinta. /7/

Jos laitelista näyttää tyhjältä siitä huolimatta, että siihen lisättiin yksi laite. Kannattaa tässä tilanteessa painaa suurennuslasin kuvaa, joka näkyy kuvassa 15 oikealla. Se etsii liitetyt laitteet uudestaan ja päivittää laitelistan. Seuraavaksi valitaan käytettävä taajuuskanava, jota halutaan kuunnella (kuva 16). Tämä kanava täytyy olla sama myös käytössä olevissa laitteissa, meillä Jennicin alustoissa. Tämän jälkeen painetaan vihreää toisto-näppäintä (kuva 16). Liikenteen kaappaus alkaa, nyt vain laitetaan käytössä olevat laitteet päälle. Ohjelmalla menee hetki, ennen kuin se tunnistaa käytössä olevat laitteet. Tässä kohtaa on tärkeää, että kaikille alustoille on ladattu saman standardin ohjelma, että toisessa ei ole ZigBee:llä varustettu ja toisessa IEEE 802.15.4-standardilla tehty, muutoin saattaa ilmetä ongelmatilanteita.



Kuva 16 Taajuuskanavan valinta.

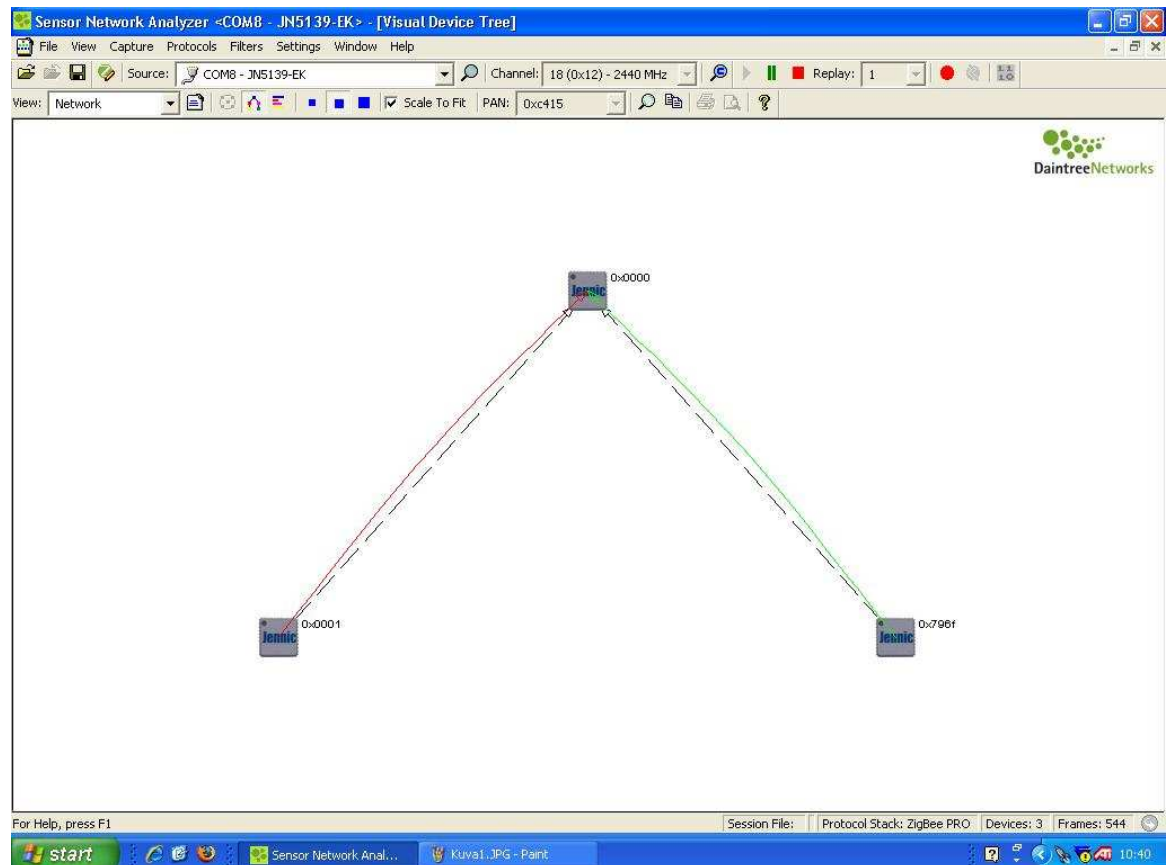
Jos ei ole aivan varma, mitä taajuuskanavaa kuuluisi käyttää. Kannattaa tässä tilanteessa painaa kuvassa 16 esiintyvää suurennuslasin kuvaa, jossa on c-kirjain sisällä. Se alkaa etsiä jokaiselta kanavalta liittyneitä laitteita, tämä auttaa löytämään oman laitteen. Kaappausten pystyy tauottamaan ja pysäyttämään toisto-näppäimen oikealla puolella olevilla tauko- sekä pysäytä-painikkeilla.

3.3 Eri ikkunat

Ohjelmassa on monia eri ikkunoita, jotka kukin näyttävät eri tietoja käytettävästä verkosta, osa näyttää tiedot graafisena, osa tekstimuodossa. Seuraavissa kappaleissa on kerrottu yksityiskohtaisemmin jokaisesta eri ikkunasta.

3.3.1 Visual Device Tree

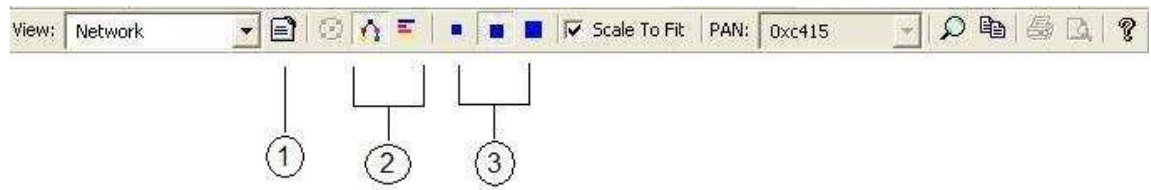
Tämä ikkuna näyttää käytössä olevan verkon graafisena näkymänä (kuva 17).



Kuva 17 Verkko graafisesti esitettynä.

Tässä verkossa oli käytössä kolme laitetta, keskimäinen laite kuvassa on koordinaattori. Laite joka hallinnoi verkkoa, se saa aina osoitteeksi 0x0000. Toiseen päätelaitteeseen oli ladattu router-ohjelma, eli reititysohjelma. Jos verkossa olisi enemmän laitteita, kuvasta näkisi kuinka router toimii. Päätelaitteet yhdistyisivät routerin kautta koordinaattoriin ja liikennöinti koordinaattorille kulkisi aina ensimmäiseksi routerin kautta. Tässä kuvassa router on vasemmanpuoleinen, se saa yleensä osoitteeksi 0x0001.

Ikkunan yläreunassa on eri painikkeita, josta pystyy muuttamaan eri asetuksia (kuva 18).



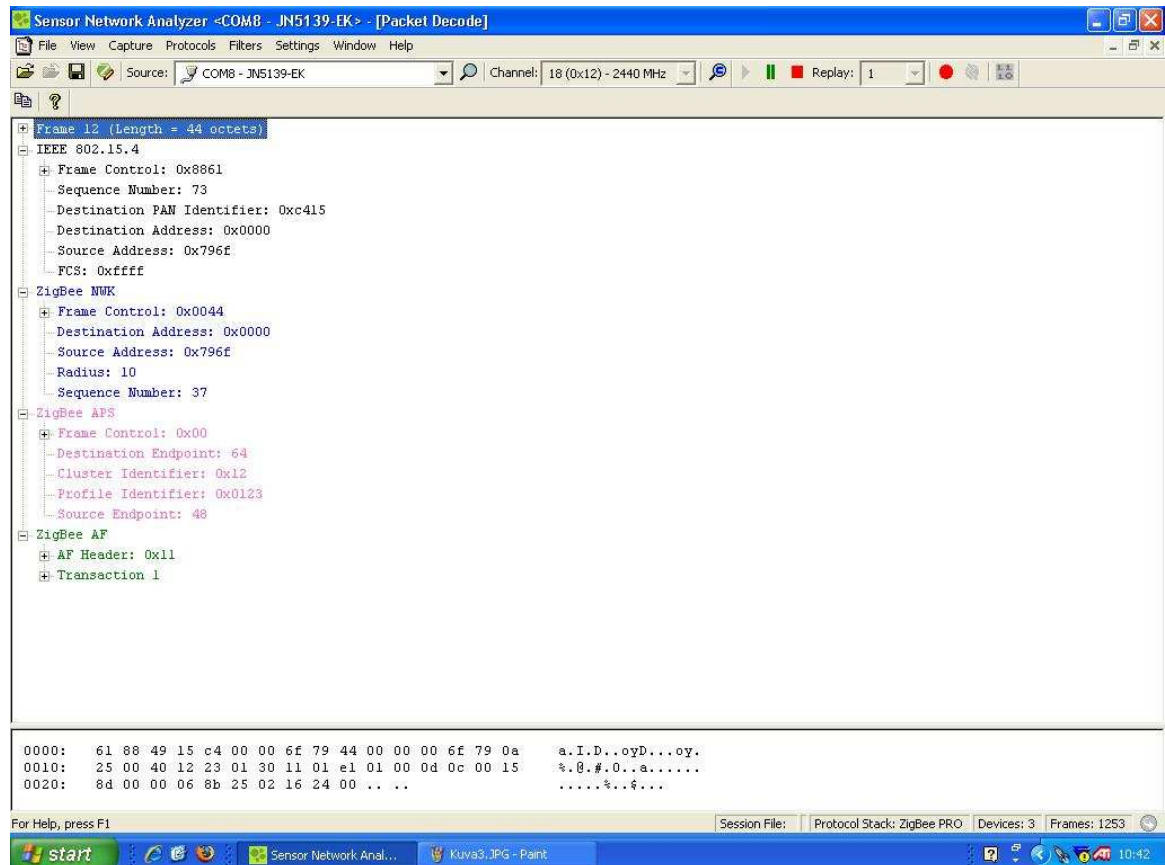
Kuva 18 Asetuspalkki.

View-alasvetovalikosta pystyy valitsemaan miten käytössä oleva verkko näytetään ikkunassa. Network-valinta näyttää verkon sellaisenaan kuin se on. Valikossa oli myös vaihtoehtona Topology-valinta, joka näyttää verkon sellaisenaan minkälainen topologia siinä on (tähti, puu ja mesh). Tämä valinta ei kuitenkaan meidän demoissa vaihtanut näkymää erilaiseksi.

Kuvassa 18, 1 kohdan painikkeesta pystyy muuttamaan ikkunaan liittyviä asetuksia, esimerkiksi, päivitetäänkö graafista näkymää niin, että siitä nähdään putoavat sekä uudet liitetyt laitteet. 2 kohdan painikkeet muuttavat graafisesti näkymää. Jos painaa oikeanpuoleista painiketta, muuttuu näkymä "puumalliksi", eli laitteet listataan näytölle tekstimuodossa. Oletuksena on valittu vasemmanpuoleinen painike, jolloin näkymä ja liikennöinti näkyy graafisena. 3 kohdan painikkeet muuttavat laitteiden kokoa näytöllä. Scale To Fit -valintaruutu valittuna skaalaa näkymän niin, että käytössä oleva verkko saadaan mahtumaan ikkunaan. Suurennuslasi-painikkeesta pystytään etsimään verkosta eri laitteita jos vain tiedetään laitteen nimi. Formaatti voi olla, kuten kuvassa 18 näkyy, eli Short address. Tällöin esimerkiksi koordinaattorin löytämiseen syötettäisiin hakusana 0x0000. Hakemiseen voidaan myös käyttää Long address-tyyppistä hakuja, silloin laitteita haettaisiin niiden MAC-osoitteiden perusteella.

3.3.2 Packet Decode

Tästä ikkunasta nähdään yksityiskohtaisesti tietoa verkon protokollapinosta. Ohjelma näyttää tietoa fyysisestä kerroksesta aina sovelluskerrokseen ja näistä jokaisesta saa lisätietoa painamalla + -merkkiä kerroksen edessä olevasta painikkeesta (kuva 19).



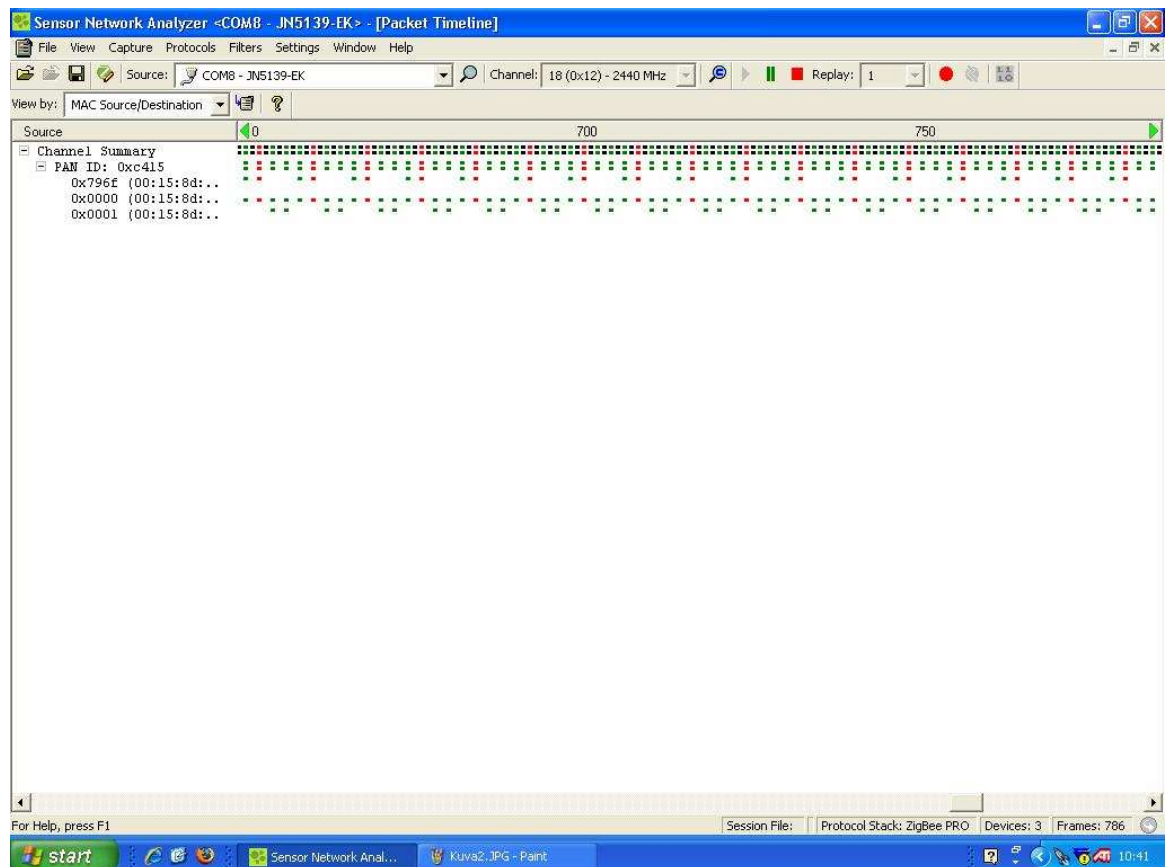
Kuva 19 Yhden paketin protokollatiedot.

Ohjelma näyttää protokollapinon niin, että pinon alin kerros on ikkunassa ylimpänä. Eli niin kuin kuvassakin näkyy, IEEE 802.15.4-kerros on ylimpänä. Tämä kerros määrittää fyysisen sekä siirtoyhteyserroksen. Käytännössä nämä kerrokset tarkoittavat sitä, että fyysinen kerros lähettää bittejä seuraaville laitteille, sekä vastaanottaa niitä muilta laitteilta. Siirtoyhteyserros puolestaan, voidaan puhua myös MAC-kerroksesta, vastaanottaa tiedot fyysiseltä kerrokselta ja tarkastaa samalla MAC-osoitteen perusteella, onko kyseinen tieto tarkoitettu tälle laitteelle. Kuvassa 19 esiintyvistä paketin tiedosta, kun katsoo IEEE 802.15.4-kerrosta, näkee, että siellä on Destination Address sekä Source Address. Näihin kentiin tulee vastaanottaja sekä lähettäjä. Tässä paketissa lähettäjänä on ollut päätelaite 0x796F ja vastaanottajana koordinaattori 0x0000. ZigBee NWK, ZigBee APS ja ZigBee AF ovat ZigBee-standardin tuomia kerroksia protokollapinon.

ZigBee NWK-kerros toimii verkkokerroksen tavoin, eli reitittää tulevaa liikennettä. Erottaa käytössä olevat verkot toisistaan. ZigBee APS- ja ZigBee AF-kerrokset ovat sovelluskerroksia. Ohjelmat pyörivät näillä kerroksilla ja ovat niitä jotka näkyvät käyttäjälle.

3.3.3 Packet Timeline

Pakettien aikajana-ikkunasta näkee kätevästi kaikki verkossa olevat laitteet listattuna. Lisäksi se näyttää jokaisen laitteen liikenteen (kuva 20).

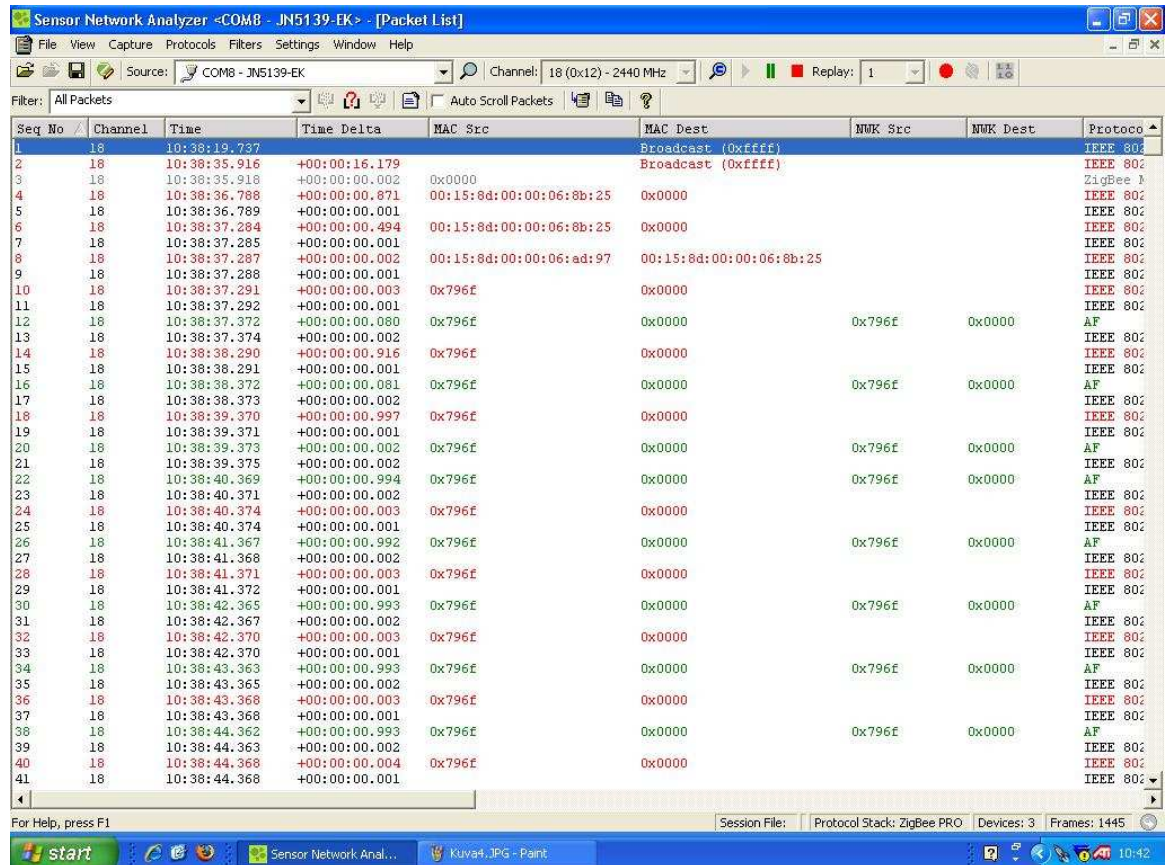


Kuva 20 Verkossa olevien laitteiden liikennettä.

Kuten kuvasta näkee, vasemmalla puolella lukee Channel Summary. Tämän näkymän kun laajentaa niin se listaa kaikki kanavalla 18 olevat laitteet, jotka ovat liittyneet verkkoon. Yläpalkissa olevat 0, 700 ja 750 ovat pakettien järjestysnumeroita. Näin monta pakettia verkossa on siirtynyt. Vihreät paketit ovat varsinaista dataa, jota verkossa kulkee ja punaiset ovat erilaisia pyyntöjä.

3.3.4 Packet List

Tämä ikkuna näyttää verkossa kulkevat paketit, kuten Packet Timeline-ikkuna, hieman eri muodossa vain, sekä paljon yksityiskohtaisemmin (kuva 21).



| Seq No | Channel | Time | Time Delta | MAC Src | MAC Dest | NWK Src | NWK Dest | Protocol |
|--------|---------|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|---------|----------|----------|
| 1 | 18 | 10:38:19.737 | | | Broadcast (0xffff) | | | IEEE 802 |
| 2 | 18 | 10:38:35.916 | +00:00:16.179 | | Broadcast (0xffff) | | | IEEE 802 |
| 3 | 18 | 10:38:35.918 | +00:00:00.002 | 0x0000 | | | | ZigBee M |
| 4 | 18 | 10:38:36.788 | +00:00:00.871 | 00:15:8d:00:00:06:8b:25 | 0x0000 | | | IEEE 802 |
| 5 | 18 | 10:38:36.789 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 6 | 18 | 10:38:37.284 | +00:00:00.494 | 00:15:8d:00:00:06:8b:25 | 0x0000 | | | IEEE 802 |
| 7 | 18 | 10:38:37.285 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 8 | 18 | 10:38:37.287 | +00:00:00.002 | 00:15:8d:00:00:06:ad:97 | 00:15:8d:00:00:06:8b:25 | | | IEEE 802 |
| 9 | 18 | 10:38:37.288 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 10 | 18 | 10:38:37.291 | +00:00:00.003 | 0x796f | | | | IEEE 802 |
| 11 | 18 | 10:38:37.292 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 12 | 18 | 10:38:37.372 | +00:00:00.080 | 0x796f | | 0x796f | 0x0000 | AF |
| 13 | 18 | 10:38:37.374 | +00:00:00.002 | | | | | IEEE 802 |
| 14 | 18 | 10:38:38.290 | +00:00:00.916 | 0x796f | | | | IEEE 802 |
| 15 | 18 | 10:38:38.291 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 16 | 18 | 10:38:38.372 | +00:00:00.081 | 0x796f | | 0x796f | 0x0000 | AF |
| 17 | 18 | 10:38:38.373 | +00:00:00.002 | | | | | IEEE 802 |
| 18 | 18 | 10:38:39.370 | +00:00:00.997 | 0x796f | | | | IEEE 802 |
| 19 | 18 | 10:38:39.371 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 20 | 18 | 10:38:39.373 | +00:00:00.002 | 0x796f | | 0x796f | 0x0000 | AF |
| 21 | 18 | 10:38:39.375 | +00:00:00.002 | | | | | IEEE 802 |
| 22 | 18 | 10:38:40.369 | +00:00:00.994 | 0x796f | | 0x796f | 0x0000 | AF |
| 23 | 18 | 10:38:40.371 | +00:00:00.002 | | | | | IEEE 802 |
| 24 | 18 | 10:38:40.374 | +00:00:00.003 | 0x796f | | | | IEEE 802 |
| 25 | 18 | 10:38:40.374 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 26 | 18 | 10:38:41.367 | +00:00:00.992 | 0x796f | | 0x796f | 0x0000 | AF |
| 27 | 18 | 10:38:41.368 | +00:00:00.002 | | | | | IEEE 802 |
| 28 | 18 | 10:38:41.371 | +00:00:00.003 | 0x796f | | | | IEEE 802 |
| 29 | 18 | 10:38:41.372 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 30 | 18 | 10:38:42.365 | +00:00:00.993 | 0x796f | | 0x796f | 0x0000 | AF |
| 31 | 18 | 10:38:42.367 | +00:00:00.002 | | | | | IEEE 802 |
| 32 | 18 | 10:38:42.370 | +00:00:00.003 | 0x796f | | | | IEEE 802 |
| 33 | 18 | 10:38:42.370 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 34 | 18 | 10:38:43.363 | +00:00:00.993 | 0x796f | | 0x796f | 0x0000 | AF |
| 35 | 18 | 10:38:43.365 | +00:00:00.002 | | | | | IEEE 802 |
| 36 | 18 | 10:38:43.368 | +00:00:00.003 | 0x796f | | | | IEEE 802 |
| 37 | 18 | 10:38:43.368 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |
| 38 | 18 | 10:38:44.362 | +00:00:00.993 | 0x796f | | 0x796f | 0x0000 | AF |
| 39 | 18 | 10:38:44.363 | +00:00:00.002 | | | | | IEEE 802 |
| 40 | 18 | 10:38:44.368 | +00:00:00.004 | 0x796f | | | | IEEE 802 |
| 41 | 18 | 10:38:44.368 | +00:00:00.001 | | | | | IEEE 802 |

Kuva 21 Pakettilista.

Pakettilistasta käy tarkkaan ilmi milloin mikäkin paketti on lähetetty verkkoon. Ikkunassa on kellonaika, josta näkee ajan milloin paketti on lähetetty, lisäksi se näyttää Time Delta-ajan, eli kuinka kauan paketti on ollut matkalla ennen määränpäättämistä. Sekvenssinumerolla 1 oleva paketti ja muutoinkin ensimmäiset paketit ovat Broadcast-pyyntöjä, nämä paketit lähetetään verkossa kaikille laitteille. Näin saadaan verkko pystyyn. Kuvassa ylhäällä olevassa työkalupalkissa on valintaruutu, jonka jälkeen lukee Auto Scroll Packets. Jos tämän valintaruudun valitsee, ikkuna lähtee scrollaamaan sitä mukaan, mitä paketteja liikkuu verkossa. Filter-valikosta pystyy valitsemaan, mitä liikennettä pakettilista-ikkunassa näytetään, oletuksena ovat kaikki paketit.

4 YHTEENVETO

Ohjelma osoittautui työtä tehdessä varsin toimivaksi langattoman verkkoliikenteen tarkastelua ajatellen. Se on melko helppokäyttöinen ja näyttää verkon informaatiota monessa eri muodossa. Kuten aiemmin mainitsin työssäni, voisi tämän ohjelman pohjalta tehdä yhden labratyön. Tulevaisuutta ajatellen, tällä ohjelmalla pystytään tutkimaan monia eri laitevalmistajien tekemiä laitteita. Joten jos koulu tekee joskus lisähankintoja, on tästä ohjelmasta varmasti paljon hyötyä. Koulu hankki jo Texas Instrumentsin kehitysalustoja, joiden mukana tuli oma verkon haistelija. Tämänkin valmistajan alustoja pystyy tutkimaan tällä ohjelmalla. Keskityin työssä kuitenkin pelkästään Jennicin alustoihin.

Aika näyttää yleistyvätkö Jennicin kehitysalustan tapaiset laitteet. Kodin automaatiassa nämä laitteet toimisivat varsin hyvin, lämpötilan säätämisessä, valojen säätämisessä. Rakennusvaiheessa tämä säästäisi kustannuksia, koska kaapelointia ei tarvitse niin paljon. Lisäksi näillä laitteilla on pitkä käyttöikä, joka on iso plussa. Kaiken tämän takana on kuitenkin oltava ymmärrys, kuinka nämä laitteet toimivat ja siksi tämänkaltaiset ohjelmat kuten Daintreen sensoriverkko-analysaattori ovat hyviä. Toivonkin tämän työn auttavan tulevia tietoliikenteen opiskelijoita pääsemään alkuun tämän ohjelman käytössä.

LÄHDELUETTELO

Sähköiset lähteet

1. Alektrona [viitattu 22.4.2009] Saatavissa:
<http://www.alektrona.com/images/zigbeearch.jpg>
2. Jennic ZigBee e-learning [viitattu 22.4.2009] Saatavissa:
<http://www.jennic.com/elearning/zigbee/files/graphics/coordinators.gif>
3. Wikipedia [viitattu 22.4.2009] Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
4. Jennic JN-UG-3030 JN5139-EK010 Getting Started [viitattu 22.4.2009] Saatavissa:
http://www.jennic.com/files/support_files/JN-UG-3030-JN5139-EK010-Getting-Started-1v2.pdf
5. Daintree 2400E Sensor Network Adapter [viitattu 27.4.2009] Saatavissa:
http://daintree.net/downloads/datasheets/daintree_2400e.pdf
6. Daintree Compare SNA Software Editions [viitattu 28.4.2009] Saatavissa:
<http://daintree.net/products/sna-matrix.php>
7. Daintree Using Jennic's evaluation kit with the SNA [viitattu 28.4.2009] Saatavissa:
http://daintree.net/downloads/appnotes/appnote_006_sna_jennic_jn51xxek.pdf