

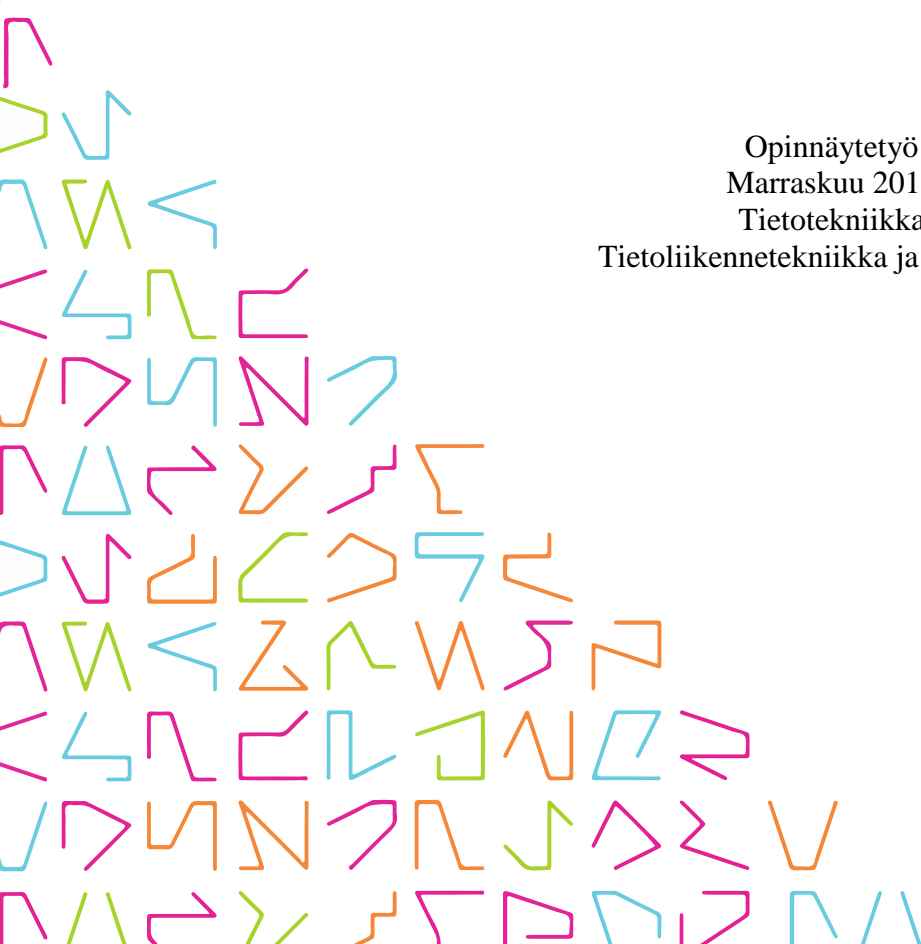


TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# Aurinkorannikko

Jari Susi

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2015  
Tietotekniikka  
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tietotekniikan koulutusohjelma  
Tietoliikennetekniikka ja tietoverkot

Susi Jari  
Aurinkorannikko

Opinnäytetyö 23 sivua  
Marraskuu 2015

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa WLAN-linkki, jonka avulla saataisiin toimiva internetyhteys etäpaikassa ja muokkaamalla lähetyspaikan asetuksia, voitaisiin lähettää muihinkin paikkoihin toimivaa internetyhteyttä.

Laitteistona tulisi alustavasti toimimaan kaksi Nanostation2-tukiasemaa, jotka jakaisivat Internet-yhteyttä eteenpäin. Myöhemmin laitteisto täydennettiin tietokoneella, jossa olisi pfSense-ohjelmisto asennettuna ja tämä toimi reitittimenä.

Työssä testattiin, kuinka helposti WLAN-linkki voitiin toteuttaa ja kuinka pitkä välimatka hyvällä yhteydenlaadulla saataisiin toteutettua paikkojen välillä.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
ICT Engineering  
Telecommunications Engineering and Networks

Susi Jari  
Sunbeach

Bachelor's thesis 23 pages  
November 2015

---

The purpose of this project was to create WLAN-link that would send network connection between two different places. With the link, the receiving end place would get working internet connection and maybe with some few extra setups, transmitting place could distribute more links to different locations than just one.

As hardware we would be using two Nanostation2-base stations that would distribute the link forward. Later in the work we updated our hardware with a computer, that would act as our router when it had software program called pfSense installed.

In this work, the main focus was how easy it would be to create WLAN-link between two different places and how long distance with good connection we would be able to have.

---

Key words: Nanostation2, WLAN-link

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	LAITTEISTO JA OHJELMISTO .....	7
	2.1 Nanostation2-tukiasema.....	7
	2.2 pfSense-reititinohjelmisto .....	10
3	ALUSTAVAN TYÖN KULKU .....	11
	3.1 Reitittimenä toimiva NanoStation2-tukiasema.....	11
	3.2 Access Point NanoStation2 asetukset .....	15
4	LOPULLINEN TYÖ .....	18
	4.1 Uusi suunnitelma ja tukiasemien asetukset .....	18
	4.2 Linkin testaaminen.....	20
5	YHTEENVETO .....	22
	LÄHTEET.....	23

**LYHENTEET JA TERMIT**

AP	Access Point, langaton tukiasema fyysisessä verkossa
WLAN	Wireless Local Area Network, langaton lähiverkko
SSID	Service set identifier, langattoman lähiverkon tunniste
IP	Internet protocol, TCP/IP Internet-kerroksen protokolla
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers, kansainvälinen tekniikan alan järjestö
RTS	Request to Send, lähetysoyennöprotokolla
ACK	Acknowledgement, tietoverkkojen käyttämä yhteydentunnistussviesti
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol, verkkoprotokolla, joka jakaa IP-osoitteita lähiverkossa oleville laitteistolle
WPK	TAMK:in tietoliikenneopiskelijoiden käyttämä harjoituslähiverkko
WIFI	WLAN-tuotteiden kaupallinen nimitys
Nanostation2	Ubiquiti Networks:n tukiasema

## 1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli selvittää, kuinka helposti voitaisiin toteuttaa WLAN-linkki, jonka avulla lähetettäisiin internetyhteys etäpäähän ja kuinka kauas linkki toimisi moitteettomasti.

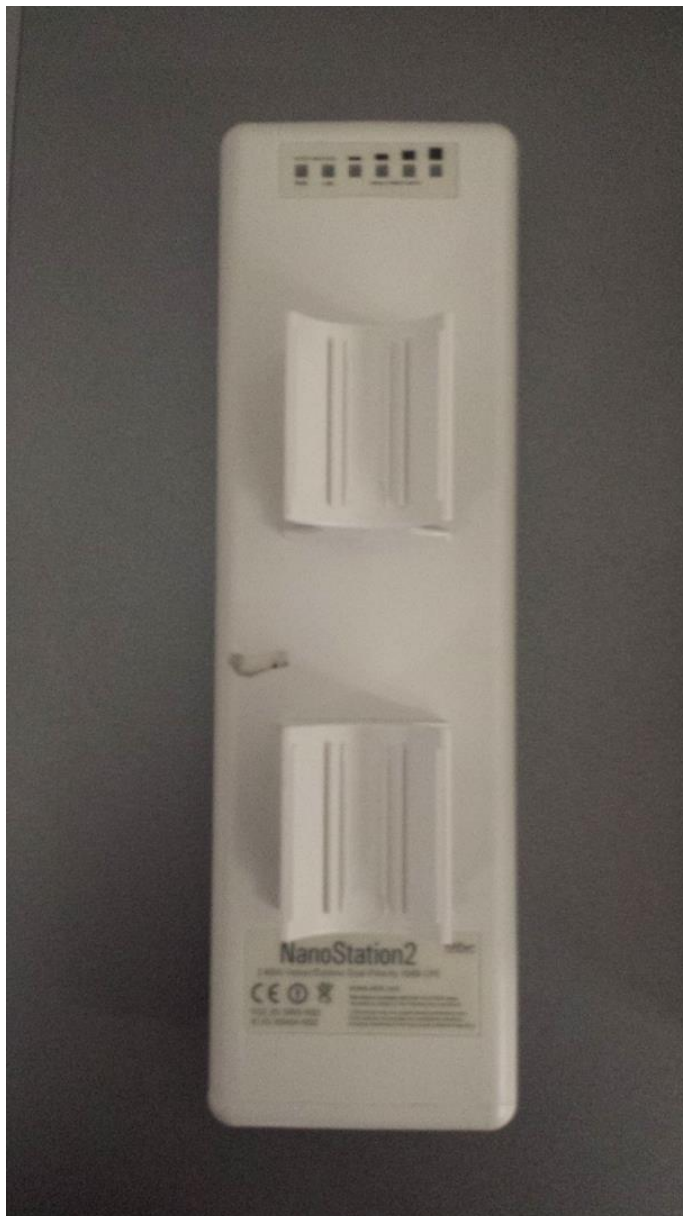
Alkuasetelmana oli toteuttaa WLAN-linkki käyttämällä kahta NanoStation2-tukiasemaa. Toinen näistä konfiguroitaisiin reitittimeksi ja toinen AP:ksi, joka lähettäisi linkin eteenpäin. Yhteys internet-verkkoon tässä alkutapauksessa saataisiin Nokia Lumia -puhelimesta, josta se kytkettäisiin ensin reitittimeen, joka olisi kytkettynä AP:hen ja siitä signaali lähtisi haluttuun suuntaan ja pienen matkan päässä tabletti olisi kuuntelemassa yhteyttä.

Myöhemmin alkuasetelmaa muutettiin siten, että molemmat NanoStationit tulisivat toimimaan AP:ina ja olisi erillinen tietokone reitittimenä, joka saisi internet-yhteyden WPK-verkosta. NanoStationit ylläpitäisivät WLAN-linkkiä toistensa välillä ja etäpäässä olisi kannettava tietokone Ethernet-kaapelilla kiinni toisessa NanoStationissa testaamassa yhteyden laatua.

## 2 LAITTEISTO JA OHJELMISTO

### 2.1 Nanostation2-tukiasema

NanoStation2 on Ubiquiti Networks, Inc. valmistama pitkän kantaman WLAN-tukiasema, joka voi lähettää WLAN-signaalia ympärilleen, tai kaksi NanoStation2-tukiasemaa voi muodostaa keskenään tiedonsiirtolinkin (kuva 1).

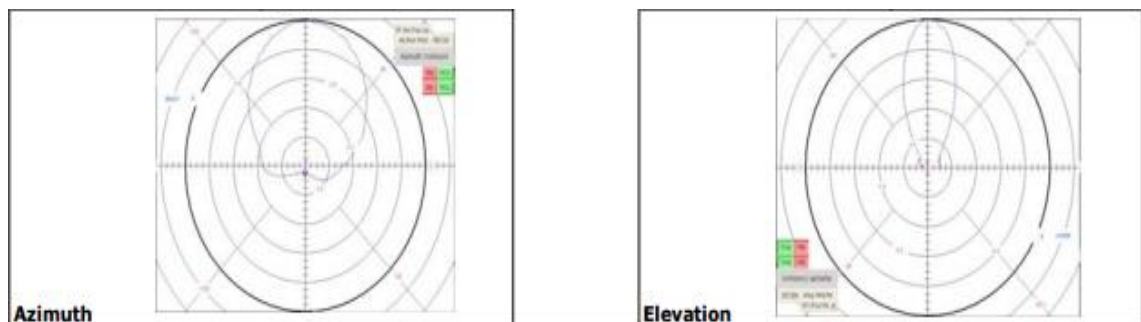


Kuva 1. NanoStation2-tukiaseman selkäpuoli

Alla olevasta taulukosta 1, näkyvät NanoStation2 tekniset tiedot ja alla olevasta kuvasta 2 näkyvät antennin suuntakuviot pysty- ja vaakatasossa.

Taulukko 1. Tekniset tiedot

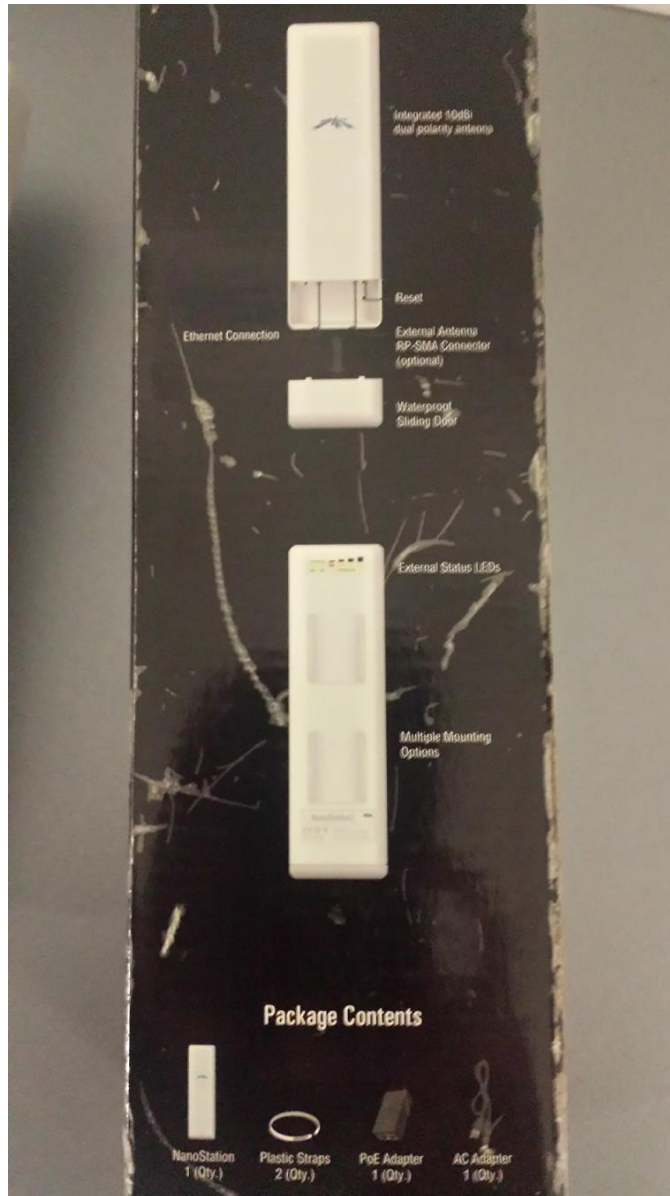
Suoritin (CPU)	Atheros 180 MHz MIPS
Keskusmuisti (RAM)	16 MB RAM
Flash-muisti (Flash)	4 MB FLASH
WLAN-kanava (Wireless)	2.4 GHz, 802.11b/g
Kanavan leveys (Channel width)	5/10/20 MHz
Antenni vahvistus (Antenna Gain)	10 dBi x2
Polariteetti (Polarity)	Adaptive Vertical/Horizontal
Ulkoisen antennin mahd. (Ext.Ant.Option)	Yes, RP-SMA Connector
Kantama (Range)	15 km+ (100 km using ext ant.)
Datan syöttönopeus (Throughput)	25 Mbps+ TCP/IP
Toimintalämpötila (Operating Temperature)	-20 C to + 70C
Koko (Size)	26.4 cm x 8 cm x 3 cm
Paino (Weight)	0.4 kg
Virtalähde (Power Supply)	12 V,1 A Poe(included)



Kuva 2. Antennin suuntakuviot vaaka- ja pystytasossa

NanoStation2-tukiaseman varusteina olivat virtajohto ja tukiaseman käyttöohjeet oli painettuna pakkauslaatikkoon. Pakkauslaatikon takapuolella on kuvattuna laitteen mukana tulevat tavarat ja itse NanoStation2-tukiaseman ulkonäkö ja liitännät. Varusteissa ei ollut kahta Ethernet-kaapeleita, joita tarvitaan tukiaseman virran syöttöön ja reitittimen tai tietokoneen kytkemiseen (kuva 3).

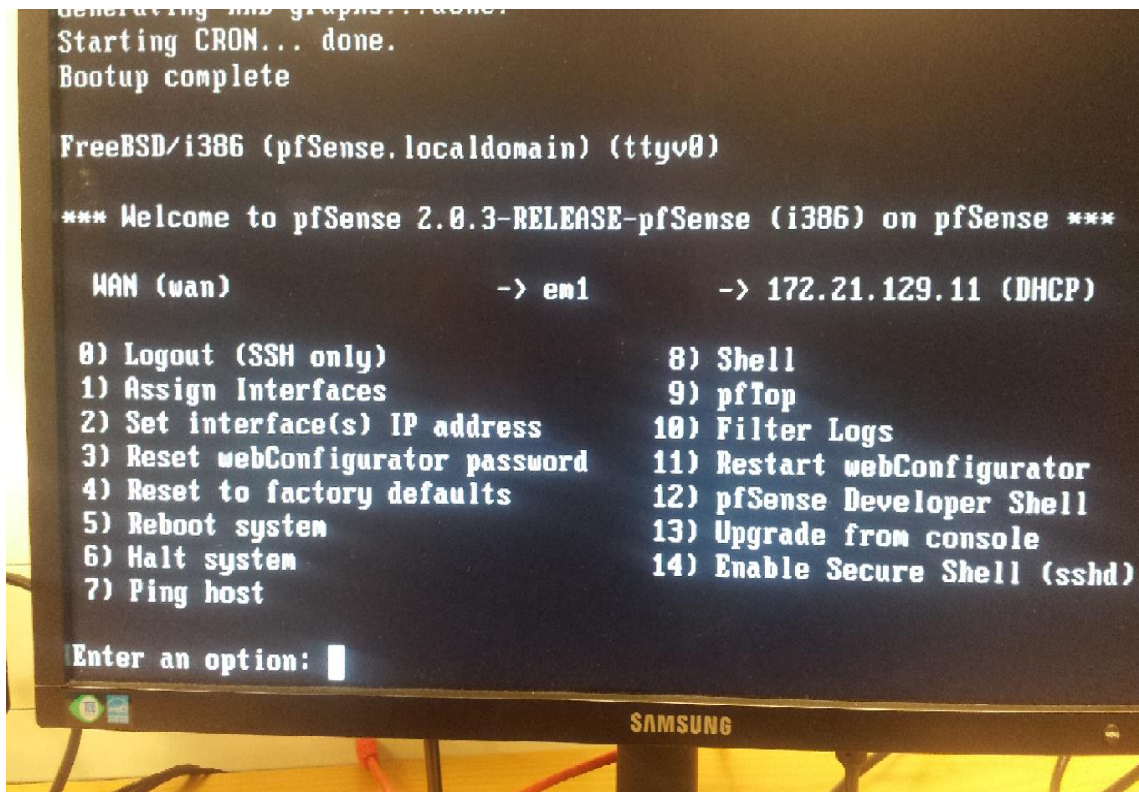




Kuva 3. NanoStation2-pakkauslaatikon kääntöpuoli

## 2.2 pfSense-reititinohjelmisto

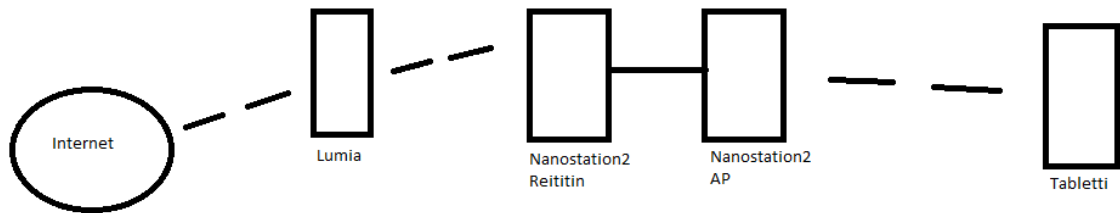
PfSense on avoimen lähdekoodin reititin- tai palomuuriohjelmisto, joka perustuu FreeBSD:hen. Se asennetaan tietokoneelle, jolloin koneesta voidaan tehdä reititin tai palomuuuri muulle verkolle. Ohjelmisto on erittäin luotettava ja antaa erilaisia ominaisuuksia, joita on yleensä vain kalliissa palomuuureissa. Päivitykset ladataan ja asetuksia muokataan yksinkertaisesta webselainnäköisestä, joten ei tarvita mitään kokemusta FreeBSD-järjestelmästä. PfSensen asetuksia voi myös muokata MS-DOS:in-kaltaisesta näköisestä tarvittaessa (kuva 4). PfSense-ohjelmistoa käytetään yleisesti palomuurina, reitittimenä, langattomana AP:na, DHCP-serverinä, DNS-serverinä ja VPN-päättöpisteenä.



Kuva 4. pfSense

### 3 ALUSTAVAN TYÖN KULKU

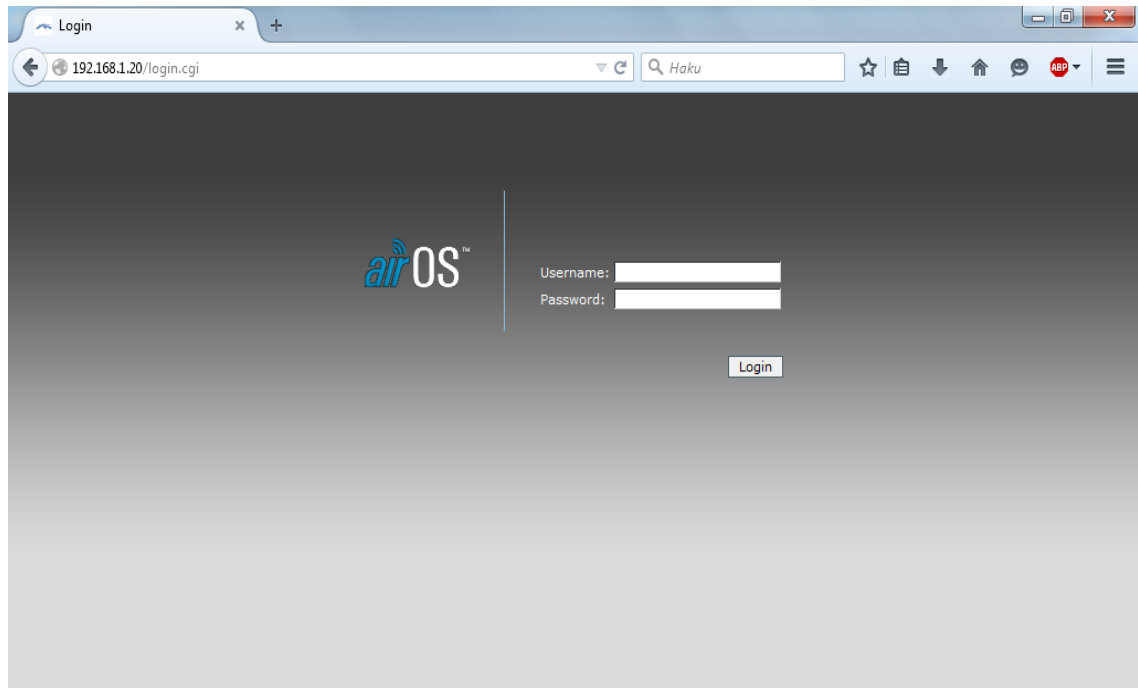
Kuvan 5 mukaisesti rakennettu linkki koostuu kahdesta NanoStation2-tukiasemasta, joista ensimmäinen tulisi toimimaan reitittimenä, joka saa internetyhteyden Nokia Lumia-puhelimen mobiiliverkosta ja jakaisi sen eteenpäin toiselle NanoStation2-tukiasemalle, joka toimisi AP:na ja lähettäisi signaalin haluttuun suuntaan. Etäpäässä olisi tabletti kuuntelemassa signaalia.



Kuva 5. Alustavan työn suunnitelma

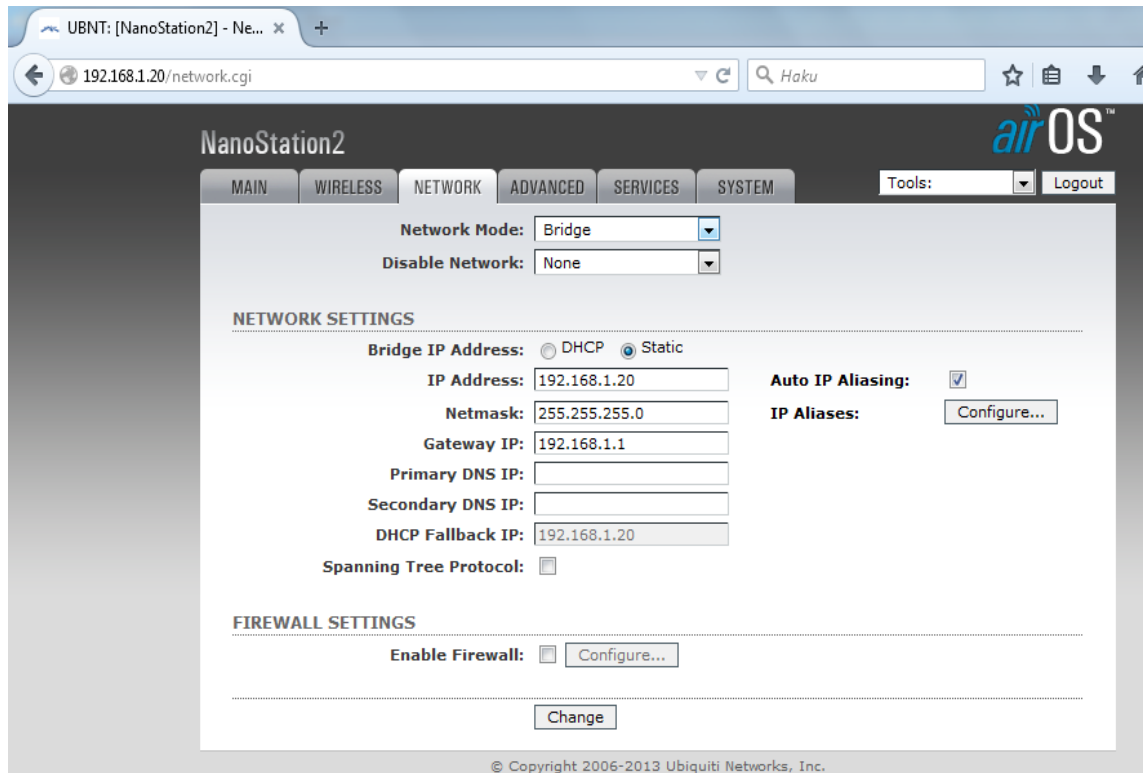
#### 3.1 Reitittimenä toimiva NanoStation2-tukiasema

NanoStation2-tukiasema konfiguroidaan tietokoneella, joka on liitetty Ethernet-kaapelilla tukiasemaan. Tietokoneen IP-osoite piti vaihtaa kiinteäksi osoitteeksi (static) samaan aliverkkoon tukiaseman oletuksen kanssa, joten IP-osoitteeksi laitettiin 192.168.1.21, aliverkonpeitteeksi 255.255.255.0 ja oletusyhdyskäytäväksi 192.168.1.20, jonka jälkeen otettiin yhteys tukiasemaan avaamalla webselain ja kirjoitettiin selainriville osoite 192.168.1.20, jolloin avautuu kuvan 6 mukainen sisäänkirjautumisikkuna.



Kuva 6. Nanostationin sisäänkirjautumisikkuna

Käyttäjätunnus on ubnt ja salasana sama ubnt. Ensimmäisenä huomattiin, että nanostationien ohjelmistot olivat vanhoja, joten päivitettiin ne uudempaan versioon. Päivitys tapahtui System-välilehdestä, jonka jälkeen Update-painikkeella automaattinen päivitys käynnistyi. Tämä aiheutti automaattisen uloskirjautumisen laitteesta, mutta uudestaan yhteyden sai tekemällä saman kuin aiemmin. Ohjelmiston käynnistettyä uudelleen voitiin aloittaa asetusten muokkaus Network-välilehdestä (kuva 7).



Kuva 7. Network-välilehti

Tukiaseman toimintamoodiksi (Network Mode) vaihdettiin reititin (Router), koska se oli alustavasti silta (Bridge) ja IP-osoitteeksi tälle tukiasemalle asetettiin 192.168.1.20, aliverkonpeitteeksi 255.255.255.0 ja oletusyhdykskäytäväksi 192.168.1.1. Painikkeella Change, tallennettiin asetukset, jonka jälkeen tuli muistutus, että tulisi painaa Apply, että asetukset muuttuisivat ja tallentuisivat tukiasemaan pysyvästi, mutta tätä ei vielä tehty tässä vaiheessa. Wireless-välilehdessä asennettiin seuraavat asetukset:

- Toimintamoodi (Wireless Mode): Station
- Tunniste (SSID): Nano
- Maatunnus (Country Code): Finland
- WLAN-standardi (IEEE 802.11 Mode): B/G mixed
- Kanava (Channel): 6 - 2437 MHz
- Lähetytsteho (Output Power): 10 dBm
- Siirtonopeus (Data Rate, Mbps): 54, Auto

Alustavasti ei laitettu mitään suojausta, koska kokeiltiin saada vain yhteys toimimaan. Painikkeella Change tallennettiin muutokset, jonka jälkeen tuli uudestaan sama muistutus

kuin aiemmin. Tämän jälkeen piti vielä muokata Advanced-välilehden asetukset seuraavasti (kuva 8).

The screenshot shows the 'ADVANCED WIRELESS SETTINGS' page. At the top, there are navigation tabs: MAIN, WIRELESS, NETWORK, ADVANCED, SERVICES, and SYSTEM. The 'ADVANCED' tab is selected. The page content is organized into sections separated by dotted lines:

- ADVANCED WIRELESS SETTINGS:**
  - AirMax Priority: None
  - Rate Algorithm: Conservative
  - Noise Immunity:  Enabled
  - RTS Threshold: 2346  Off
  - Fragmentation Threshold: 2346  Off
  - Distance: 2.5 miles (4 km)
  - ACK Timeout: 48  Auto Adjust
  - Multicast Data:  Allow All
  - Multicast Rate, Mbps: 1
  - Extra Reporting:  Enabled
  - Installer EIRP Calculation:  Enabled
- ANTENNA:**
  - Antenna Settings: Horizontal
- SIGNAL LED THRESHOLDS:**

	LED1	LED2	LED3	LED4
Thresholds, dBm:	-94	-80	-73	-65
- WIRELESS TRAFFIC SHAPING:**
  - Enable Traffic Shaping:
  - Incoming Traffic Limit: 512 kbit/s
  - Incoming Traffic Burst: 0 KBytes
  - Outgoing Traffic Limit: 512 kbit/s
  - Outgoing Traffic Burst: 0 KBytes
- 802.11E QoS (WMM) SETTINGS:**
  - QoS (WMM) Level: No QoS

At the bottom of the page, there is a 'Change' button.

Kuva 8. Advanced-välilehti

- Siirtoalgoritmi (Rate Algorithm): Conservative
- Kohinan vaimennus (Noise Immunity): Enabled
- RTS alaraja (RTS Threshold): Off
- Fragmentaatio alaraja (Fragmentation Threshold): Off
- Etäisyys (Distance): 0,2 miles (0,3 km)
- ACK aikakatkaissu (ACK Timeout): 21 Auto Adjust enabled
- Monilähetysnopeus (Multicast Rate, Mbps): 6

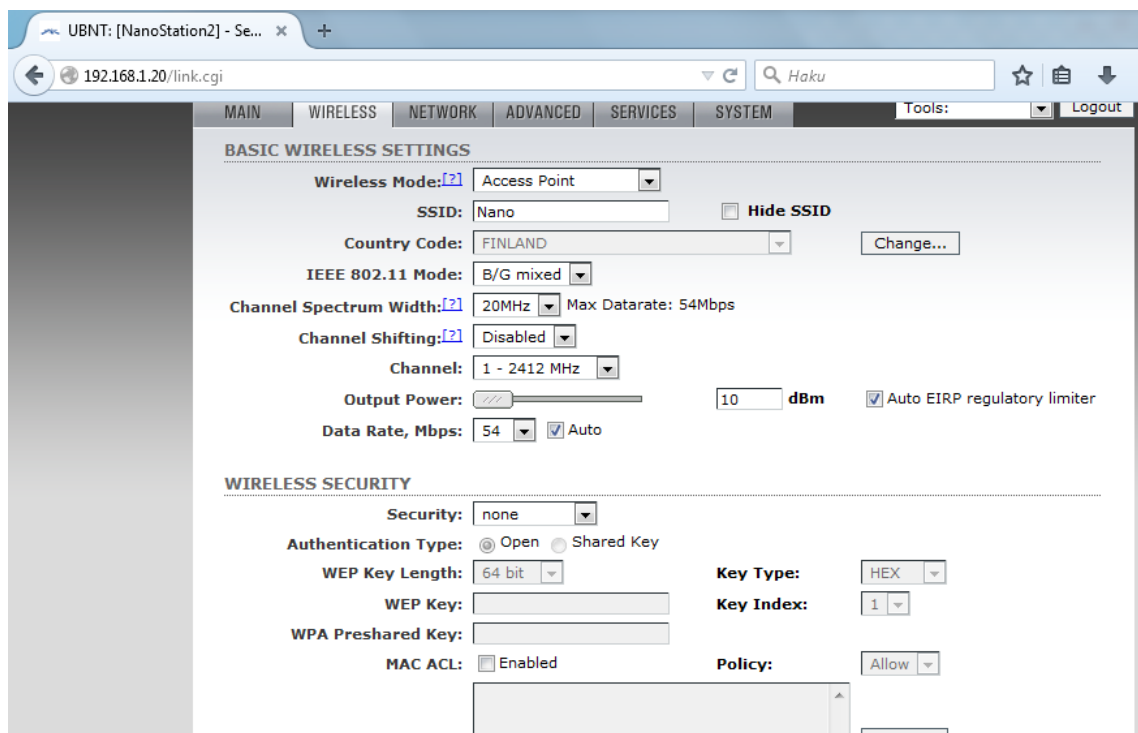
- Antennin asetukset (Antenna Settings): Adaptive

Asetukset tallennettiin painikkeella Change ja otettiin käyttöön painikkeella Apply. Pienen hetken jälkeen yhteys Nanostation2-tukiasemaan katkesi, koska sen osoite oli vaihdettu. Yhteys saatiin uudestaan laittamalla sen uusi osoite selaimen syöteriville.

### 3.2 Access Point NanoStation2 asetukset

Toinen NanoStation2 muokattiin AP:ksi. Asetukset olivat suurimmaksi osaksi samanlaisia kuin toisessakin, mutta Network-välilehdestä muutettiin seuraavat asetukset: Toimintamoodi (Network Mode) silta (Bridge) ja IP-osoite 192.168.1.21, aliverkonpeitteeksi 255.255.255.0 ja oletusyhdyskäytävä 192.168.1.1.

Wireless-välilehden asetukset olivat hyvin samanlaiset kuin reitittimessä (kuva 9).



Kuva 9. Wireless-välilehti nano2

- Toimintamoodi (Wireless Mode): Access Point

- Tunniste (SSID): Nano

- Maatunnus (Country Code): Finland

- WLAN-standardi (IEEE 802.11 Mode): B/G mixed

- Kanava (Channel): 6 - 2437 MHz

- Lähetysteho (Output Power): 10 dBm
- Siirtonopeus (Data Rate, Mbps): 54, Auto

Tämän jälkeen piti vielä laittaa Advanced- välilehteen seuraavat asetukset:

- Siirtoalgoritmi (Rate Algorithm): Conservative
- Kohinan vaimennus (Noise Immunity): Enabled
- RTS alaraja (RTS Threshold): Off
- Fragmentaatio alaraja (Fragmentation Threshold): Off
- Kantama (Distance): 0,2 miles (0,3 km)
- ACK aikakatkaisu (ACK Timeout): 21 Auto Adjust enabled
- Monilähetyksenopeus (Multicast Rate, Mbps): 6
- Antennin asetukset (Antenna Settings): Adaptive

Asetukset tallennettiin painikkeella Change ja otettiin käyttöön painikkeella Accept. Yhteys nanostationiin katosi samalla tavalla kuin aikaisemmin, mutta yhteys saatiin tähän tukiasemaan vaihtamalla selaimen osoiteeksi 192.168.1.21. Nämä asetukset olivat sopivat ensimmäiseen käyttötarkoitukseen.

Nyt tuli sitten kokeilla, miten yhteys toimii näillä laitteilla. Älypuhelin alkoi jakamaan Internet-yhteyttä, jonka sitten reitittimenä toimiva tukiasema kuuli ja onnistui lähettämään eteenpäin AP:lle. Tabletti löysi SSID:n ja sai yhteyden, kun laitteet olivat samassa huoneessa. Tämän jälkeen tablettia vietiin kauemmaksi ja kokeiltiin, kuinka hyvin yhteys toimii. Yhteys oli toimiva noin 15 m päähän, jonka jälkeen yhteyden laatu alkoi huononemaan. Mitä pitemmäksi matka meni, yhteydenotto tukiasemiin oli huonompi ja huomattiin, että oli helpompi ottaa suora yhteys älypuhelimeen. Tukiasemien lähetystehoihin tehtiin pieni muutos, jotta nähtäisiin auttaisiko se mitään. Tukiasemien lähetysteho nostettiin 10 dBm:stä 20 dBm:n. Tällä kertaa yhteyden laatu rupesi huononemaan 20 m jälkeen ja lopussa oli edelleen helpompaa ottaa suoraan älypuhelimen jakama WIFI-yhteys.

Pienin pohdinnan jälkeen tuli todettua, että tällä tavalla ei onnistuisi linkkiä muodostamaan, koska etäpäästä puuttui toinen AP. Tabletti ei kykenisi lähettämään tarpeeksi voimakasta signaalia takaisin etäpäästä, joten tarvittiin yksi tukiasema lisää, jos haluttiin onnistuneesti muodostaa linkki. Alustavien tietojen mukaan NanoStation2-tukiasemia oli

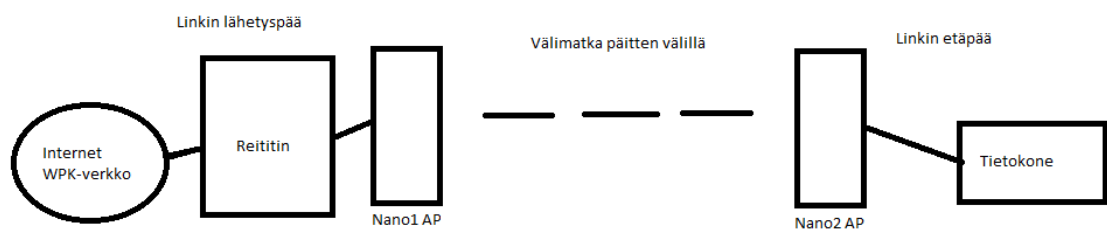


kolme kappaletta ollut, mutta aiemman opinnäytetyön seurauksena kolmas oli unohtunut koulun katolle. Etsinnästä huolimatta, sitä ei onnistuttu löytämään, joten tarvittiin uusi ratkaisu, että saataisiin haluttu linkki toteutettua.

## 4 LOPULLINEN TYÖ

### 4.1 Uusi suunnitelma ja tukiasemien asetukset

Uudessa koejärjestelyssä mukaan otettiin tietokone, johon oli asennettu pfSense-palomuuri-reititinohjelmisto. Reititinkoneessa oli kaksi verkkokorttia, josta toinen liitettiin Ethernet-kaapelilla WPK-verkkoon, josta saataisiin internetyhteys linkille. Toinen verkkokortti olisi liitettynä Ethernet-kaapelilla NanoStationiin, joka toimi AP:na ja lähettää WLAN-signaalin toiseen AP:na toimivaan NanoStationiin, joka olisi Ethernet-kaapelilla kiinni tietokoneessa (kuva 10). Testattavaksi jäikin, kuinka suurilla etäisyyksillä linkki toimisi hyvin ja millä etäisyydellä yhteyden laatu alkaisi heikentyä niin, että linkki ei enää toimisi tai olisi erittäin katkonainen.

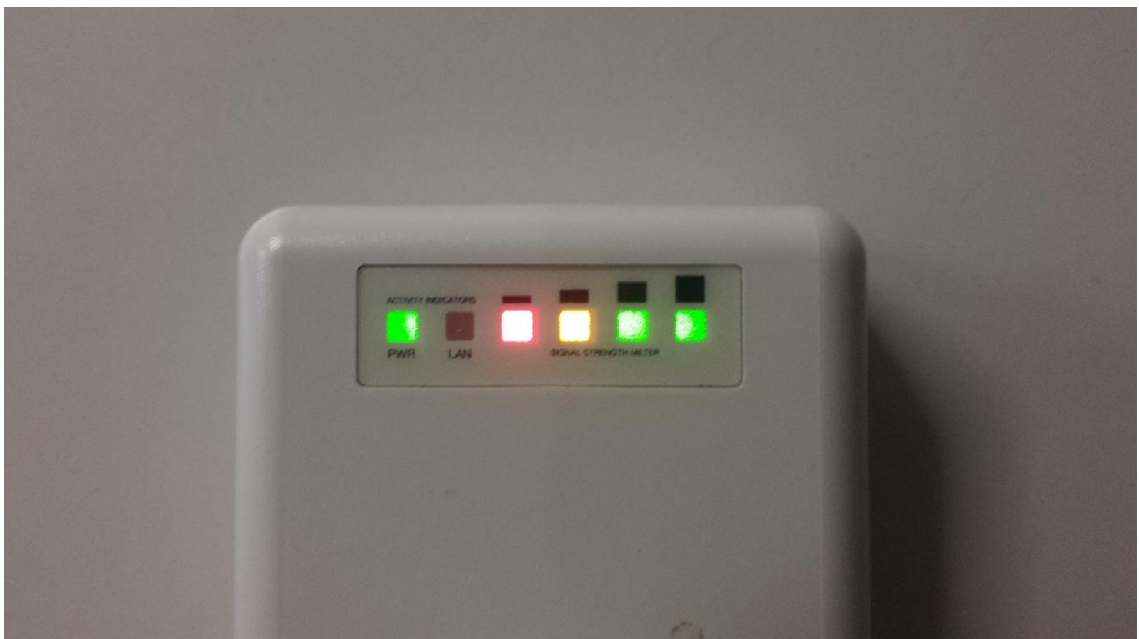


KUVA 10. WLAN-linkin toimintaperiaate

PfSense oli valmiiksi asennettu käyttöön saatuun tietokoneelle. Kun tietokone kytkettiin WPK-verkkoon, piti palauttaa perusasetukset, ja reititin alkoi toimia halutulla tavalla. Tukiasemille annettiin nimet nano1 ja nano2, joista nano1 liitettiin reitittimenä toimivaan tietokoneeseen ja nano2 olisi etäpäässä liitettynä tietokoneeseen kiinni, joten molemmat konfiguroitiin AP:ksi. Asetuksia ei paljoa tarvinnut muokata, että tukiasemat saatiin toimimaan halutulla tavalla. Wireless-välilehdestä nano1 piti vaihtaa aiempi Station-asetus Access Point-vaihtoehdoksi, koska nano1 ei tulisi olemaan reititin, vaan lähetyspään AP. Muut asetukset pysyivät samana ja Suojausasetus jätettiin tyhjäksi toistaiseksi. Network-välilehdestä vaihdettiin toimintamoodiksi (Network Mode) silta (Bridge), koska nyt oli käytössä erillinen reititin. Bridge IP Address -kohdasta valittiin DHCP, koska reititin tulisi antamaan nanolle tarvittavat asetukset. Advanced-välilehdestä ei nähty tarpeelliseksi muuttaa vielä mitään, joten muutokset otettiin käyttöön nano1:seen painikkeella Accept. Nano2:sta muutettiin vain Network-välilehdestä Bridge IP Address -kohdan DHCP, ja

parametrit otettiin käyttöön painikkeella Accept ja näin nano2:n asetukset olisivat valmiita.

Alustavasti, kuten kuvasta 11 näkyy, linkki nanojen välillä toimi moitteettomasti, kun ne olivat samassa huoneessa ja asetukset kunnossa. Signaalin voimakkuus oli suurempi kuin -65 dBm, josta nähtiin, kuinka hyvä yhteys nanojen välillä oli. Nanoissa ledien syttymistä voitiin säädellä Advanced-välilehdestä, että millä signaalintasolla ne syttyisivät näyttämään, kuinka hyvin signaali saataisiin, mutta näitä asetuksia ei nähty tarpeelliseksi muuttaa. Nyt olisi aika testata, kuinka tämä uusi asetelma tulisi toimimaan.



Kuva 11. Signaalinvoimakkuusasteikko

## 4.2 Linkin testaaminen

Linkin toimintaa testattiin ensin pienellä etäisyydellä, joka tässä tapauksessa oli TAMK:in C4-16-luokan ikkunasta A-siiven kellaritasolle, jolloin linkin välimatka olisi noin 40 m. Nano1 laitettiin osoittamaan ikkunasta A-siipeä kohti, jotta saataisiin signaali menemään haluttuun suuntaan. Nano2 oli vastaanottamassa signaalia toisessa päässä, ja siinä oli kannettava tietokone kytkettynä kiinni Ethernet-kaapelilla. Nano2 onnistui ottamaan yhteyden nano1:seen ja neljä ledimerkkivaloa syttyi. Kannettavalla tietokoneella kykeni selaamaan verkkoselaimella eri sivuja ja yhteys toimi moitteettomasti. Tukiasemia kääntelemällä saatiin pieniä eroja signaalin laadussa, mutta ne eivät olleet niin merkittäviä, että mitään suuria eroja verkon siirtonopeudessa olisi havaittu.

Seuraavaksi datasiirtoa kokeiltiin pitemmällä etäisyydellä, joka tässä tapauksessa oli noin 2,6 km. Nano1 oli laitettu A3-16-luokan ikkunan taakse ja osoitti nano2:n suuntaan, joka oli vastaanottamassa signaalia osoitteessa Teiskontie 61. Alustavasti nano2 ei edes havainnut signaalia, jolloin nano1:n lähetysteho nostettiin 10 dBm:stä 20 dBm:n. Tämäkään ei antanut mitään signaalia. Ilmeisesti lähetysteho ei riittäisi tukiasemissa tälle matkalle, tai sitten matkalla oli liikaa esteitä.

Linkin toimintaa testattiin uudestaan paljon pienemmällä etäisyydellä, joka tällä kertaa oli noin 55 m. Nano1 oli lähettämässä signaalia C4-16-luokasta ja nano2 olisi vastaanottamassa signaalia A3-16-luokassa. Nano2 havaitsi signaalin, mutta yhteyden laatu oli heikompi kuin mitä se oli ensimmäisessä mittauksessa, koska tällä kertaa syttyi vain kaksi ensimmäistä signaalilediä. Lähetysteho suurennettiin arvoon 20 dBm, mutta siitä ei ollut hyötyä. Sama kävi, kun koitettiin käänellä molempia nanoja. Myöhemmin huomattiin, kuinka A-siiven kellaritason ikkunassa ei ollut tuplalasia, kuten sekä C4-16 ja A3-16 luokan ikkunoissa oli. Tämä luultavasti huononsi signaalinlaatua huomattavasti, kun oli enemmän esteitä välissä ja signaali joko heijastui pois päin tai osa signaalista ei päässyt ikkunalasien läpi. Tämän takia signaalinlaatu ei ollut sama, kuin mitä ensimmäisessä testissä. Luultavasti tämä olisi syynä siihen, miksi toinen testi epäonnistui, koska sillä matkalla oli paljon puita ja rakennuksia välissä, kun tukiasemia ei saatu tarpeeksi korkeaan paikkaan lähettämään signaalia. Tarvittaisiin siis avoin alue, jossa olisi hyvä näköyhteys

tukiasemien välillä, että linkin etäisyyttä voitaisiin testata. Ongelmana oli myös, että laitteet olisivat pitäneet saada internetyhteyden lähtöpaikassa ja etäpäässä olisi pitänyt myös olla pistorasia, jotta nano2 olisi toiminut.

## 5 YHTEENVETO

Tehdyn työn perusteella voi todeta, että WLAN-linkin toteuttaminen ei ole vaikeaa ainaakaan tällä kyseisellä laitteistolla. Laitteisto oli kylläkin jo vähän vanhentunutta, mutta sitä pystyi käyttämään linkin tekoon tai jakamaan WIFI-yhteyttä ympärilleen helposti. Se ei välttämättä kykenisi nopeisiin yhteyksiin, mitä uudemmat laitteet voivat tarjota, mutta yhteys toimisi moitteettomasti joka tapauksessa, jos sille olisi sopivat olosuhteet.

Työssä testattua WLAN-linkin kunnollista pituutta olisi näiden laitteiden avulla vaikeata testata, koska testeistä huomattiin, että linkin tiellä ei saisi olla esteitä tai yhteyden laatu huononisi huomattavasti heti. Myöskin tällä laitteistolla oli vaikeaa testata linkin pituutta, koska tarvittaisiin langallinen yhteys, josta saisi internetyhteyden jaettavaksi ja virranottopaikat nanojen läheisyydessä, joten ei voi mennä isolle aukealle paikalle testaamaan sitä, jos näitä asioita ei saataisi suhteellisen läheltä.

Työtä oli kuitenkin helppo tehdä ja pfSense vaikutti erittäin mielenkiintoiselta ohjelmistolta, vaikka sitä ei tässä työssä tullutkaan muokattua, koska pystyttiin testaamaan linkkiä perusasetuksilla. Itse linkkiä voi myös hyödyntää muihin sovelluksiin myöskin tulevaisuudessa, esim. paikannukseen, mutta minkälaisia muutoksia tarvitsisi tehdä, sitä ei päästy kokeilemaan, mutta ehkä tämä voisi toimia jonkinlaisena pohjana.

## LÄHTEET

UbiQuit Networks, Nanostation 2 datasheet.

[http://dl.ubnt.com/ns2\\_datasheet.pdf](http://dl.ubnt.com/ns2_datasheet.pdf)

Wikipedia. PfSense artikkeli.

<https://en.wikipedia.org/wiki/PfSense>