



Jami Ahvenainen

# Tietoverkkolaitteen konfigurointityökalu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintäteknikka

Insinöörityö

1.6.2021

# Tiivistelmä

Tekijä: Jami Ahvenainen  
Otsikko: Tietoverkkolaitteen konfigurointityökalu  
Sivumäärä: 32 sivua  
Aika: 1.6.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Tieto- ja viestintätekniikka  
Ammatillinen pääaine: Verkko- ja pilvipalvelut  
Ohjaaja: Lehtori Marko Uusitalo

---

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää helppokäyttöinen konfigurointityökalu, jota voidaan käyttää uusien verkkolaitteiden käyttöönoton, eli provisioinnin, yhteydessä. Kehitettyä työkalua käyttämällä voidaan varmistaa, että provisoidut verkkolaitteet ovat konfiguroitu yhdenmukaisella tavalla helpottaen verkkolaitteiden hallintaa jatkossa.

Insinööriyössä esiteltiin tietoliikenneverkon ylläpidon eri osa-alueita ja pohdittiin näiden osa-alueiden automatisoinnista saatavia hyötyjä ylläpidolle ja palveluiden saatavuudelle. Tämän yhteydessä esiteltiin myös vaihtoehtoisia automatisoinnin työkaluja ylläpidon eri osa-alueiden tarpeisiin.

Työssä kerrottiin myös palvelinsalien virtualisoinnista ja pilvipalveluista sekä niiden esiin tuomista haasteista perinteiselle tietoliikenneverkolle. Näihin haasteisiin pohdittiin ratkaisuja käyttämällä muun muassa virtualisoituja tietoliikenneverkkoja ja ohjelmallisesti määritettyjä verkkoja.

Insinööriyön lopputuloksena kehitettiin konfigurointityökalu, jota voidaan käyttää verkkolaitteiden provisiointiin. Työkaluun luotua verkkolaitteiden etähallintaominaisuutta voidaan käyttää myös osana konfiguraationhallintaa.

Avainsanat: Tietoverkkolaite, Konfiguraatio, Automaatio

## Abstract

Author: Jami Ahvenainen  
Title: Network device configuration tool  
Number of Pages: 32 pages  
Date: 1 June 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Information and Communication Technology  
Professional Major: IoT and Cloud Computing  
Supervisor: Marko Uusitalo, Senior Lecturer

The objective of this project was to develop an easy-to-use network device configuration tool which can be used to provision new network equipment. When using the configuration tool, the user can be sure that the provisioned device has been configured using consistent practices making further management of the network devices easier.

Different areas of network management are presented in this thesis and automation of these tasks was also considered. A selection of automation tools from different providers and sources are also introduced.

Virtualization of data centers and cloud services are also presented as automation of networks is an integral part of making data centers and cloud platforms efficient and scalable. Challenges brought by ever expanding networks are considered and possible solutions are presented in the form of Software Defined Networks and network virtualization.

As a result of this project, a working configuration tool was developed, and it was designed so that it can easily be developed further to support different models of network equipment.

Keywords: Network device, Configuration, Automation

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tietoliikenneverkon automaatio	2
2.1	Tietoliikenneverkon hallinta	2
2.2	Ylläpidon automaatio	4
2.3	Automaation työkaluja	9
2.4	Automaation haasteita	12
2.5	Pilvipalveluiden asettamat haasteet	13
3	Työkalu	18
3.1	Käyttöliittymä	19
3.2	Tiedon jalostaminen konfiguraatioksi	22
3.3	Mallipohjan suunnittelu	23
4	Työkalun käyttö ja jatkokehitys	25
5	Yhteenveto	28
	Lähteet	30

## Lyhenteet

CLI: *Command line interface*. Komentokehote.

Kytkin: Tietoverkkolaite, mikä käyttää pakettikytkentää pakettien välittämiseen tietoliikenneverkossa.

Pilvipalvelu: Ohjelmisto-, virtualisointi- ja tallennuspalveluita, mitkä ovat palveluntarjoajan konesalissa. Käytetään etänä, mutta käyttäjällä itsellään ei ole hallintaa itse konesalin laitteisiin.

Python: Ohjelmointikieli.

SDN: Software Defined Network; ohjelmistopohjainen tietoliikenneverkko.

Virtualisointi: Toiminnan erottaminen virtuaaliseksi fyysiseltä laitteelta, esimerkiksi virtuaalikone.

VLAN: *Virtual logical network*. Virtuaalilähiverkko.

# 1 Johdanto

Nykypäivänä tietoliikenne on osa jokaisen elämää, tavalla tai toisella. Suuri osa nykyajan palveluista on käytettävissä internetin kautta, joten toimiva tietoliikenne on tärkeämpää kuin koskaan aiemmin. Tietoliikenne rakentuu monimutkaisten tietoliikenneverkkojen päälle, mitkä koostuvat monista kytkimistä, reitittimistä, palomuureista ja muista verkkolaitteista. Tietoliikenneverkkojen ylläpitäjillä on näin ollen suuri työ ja vastuu pysyä ajan tasalla alati kehittyvästä teknikasta ja uusista laitteista. Tämän lisäksi tietoliikenneverkko ei ole staattinen ympäristö, vaan se on alati muuttuva, kehittyvä ja kasvava rakenne, mikä kannattelee nykyajan tietoyhteiskuntaa. Esimerkiksi vuoden 2020 keväällä rikkoutunut verkkolaitte Telian tietoliikenneverkossa lamautti monia tärkeitä palveluita [1]. Rikkoutuvien laitteiden lisäksi inhimilliset virheet esimerkiksi verkkolaitteiden käyttöönotossa ja muutostöissä voivat saada aikaan vakaviakin vikatilanteita.

Koronapandemiolla on myös ollut vaikutus tietoliikenteeseen. Ihmisten siirryttyä etäkonttoreille pilvipalveluiden käyttö on lisääntynyt, ja tämä on asettanut kasvupaineita palveluntarjoajille [2]. Tuotettavien palveluiden on skaalauduttava joustavasti käyttöasteen kasvaessa ja myös monet yritykset ovat alkaneet kehittää omia IT-järjestelmiään mahdollistaakseen normaalin ja tehokkaan työskentelyn myös poikkeusaikoina [3].

Tässä insinööriyössä kehitettiin työkalu, jota käytetään verkkolaitteiden provisiointiin, eli käyttöönottoon. Työkalun avulla tietoliikenneverkon ylläpitäjä voi tuottaa konfiguraatioita verkkolaitteille selkeän ja helppokäyttöisen käyttöliittymän kautta. Verkkolaitteiden valmistajilla on jokaisella oma konfiguraatiosyntaksi, jota noudattaen ylläpitäjät luovat konfiguraation, eli toimintaohjeen, verkkolaitteelle. Vaihtuvien konfiguraatiosyntaksien johdosta ylläpitäjän on haasteellista tuottaa yhdenmukaisia ja toimivia konfiguraatioita hallitsemilleen verkkolaitteille,

jos käytössä ei ole konfiguraationhallinnan työkaluja. Työelämässä olen huomannut, että jos verkkolaitteiden käyttöönotot ja muutokset eivät ole yhdenmukaisia, virheiden mahdollisuus kasvaa huomattavasti.

Insinööriyössä tutkitaan myös tietoliikenneverkon automaatiota ja keskitytään erityisesti ylläpidon osa-alueiden automaatioon. Aiheeseen perehtyminen auttaa työkalun suunnittelutyössä ja avartaa näkökantaa automaation tuomiin mahdollisuuksiin.

## 2 Tietoliikenneverkon automaatio

### 2.1 Tietoliikenneverkon hallinta

Tietoliikenneverkon hallinnalla tarkoitetaan toimenpiteitä, jotka koskevat hallittavan tietoliikenneverkon käyttöä, ylläpitoa ja kehitystä [4, luku 1]. Tietoliikenneverkon ylläpitäjien tehtävä on varmistaa, että asiakkaille tarjotaan toimiva tietoliikenneverkko, minkä kautta voidaan tuottaa palveluita erinäisille loppukäyttäjille. Palveluiden saatavuus on varmistettava jatkuvalla tietoliikenneverkkojen valvonnalla ja mahdollisiin vikatilanteisiin on puututtava siten, että palvelualueenemat jäävät lyhytkestoisiksi. Ylläpitoa tuetaan tarvittavilla huoltotoimenpiteillä, sekä korjaavilla että ennaltaehkäisevillä. Tekniikan edistyessä jatkuvaa kehitystyötä on myös suoritettava. Vanhentuvia laitteita korvataan uusilla, ominaisuuksia lisätään ja laiteohjelmistojen virheitä korjataan ohjelmistopäivityksillä. [4, luku 1.]

Tietoliikenneverkon hallinnan eri osa-alueet voidaan eritellä FCAPS-hallintamallin mukaan [5]:

- (F)ault management: vianhallinta. Vikatilanteiden havaitseminen valvonnan avulla, vikatilanteiden korjaaminen ja niistä toipuminen.
- (C)onfiguration management: konfiguraationhallinta. Laitteiden ja palveluiden valmistelu, asentaminen ja konfigurointi.
- (A)ccounting management: auditointi. Palveluiden käytön tarkastelu ja resurssien määrittäminen.
- (P)erformance management: suorituskyky ja palveluiden saavutettavuus sekä kapasiteetin valvonta.

- (S)ecurity management: käyttöoikeudet ja ympäristön tietoturvan valvonta ja hallinta.

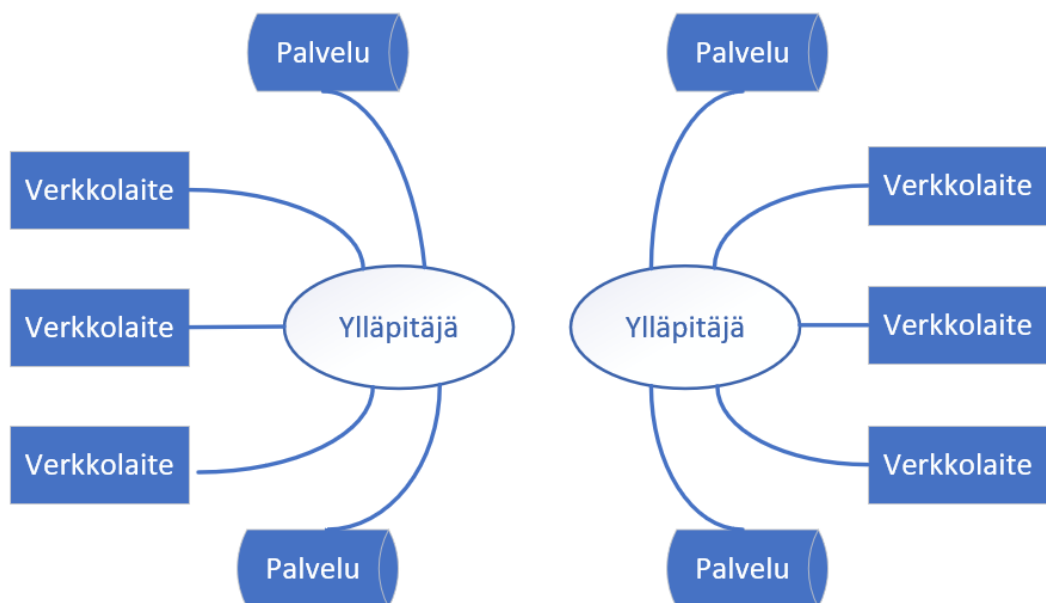
Tietoliikenneverkon ylläpidon käsittelemä tieto voidaan karkeasti jakaa kahteen eri osa-alueeseen: verkkolaitteiden konfiguraatioon ja tietoliikenneverkon tapahtumiin [6, luku 1]. Verkkolaitteen konfiguraatiolla tarkoitetaan laitteen asetuksia ja toimintaohjeita. Esimerkiksi palomuurin sallimat protokollat tietoliikenteessä ja langattoman lähiverkon (WLAN) tukiaseman mainostamat verkkotunnukset (SSID) kuuluvat konfiguraation osa-alueeseen. Tietoliikenneverkon tapahtumat ovat seurauksia verkkolaitteiden konfiguraatiosta, näistä esimerkkinä palomuurin kielto säännön estämä tietoliikenne ja langattoman lähiverkon tukiasemaan liittyneet laitteet, eli tilaajat. Tapahtumat eivät myöskään ole vakioita, sillä tietoliikenteen kuorma vaihtelee jatkuvasti ja verkossa oleva reititin saattaa vikaantua ilman ennakkovaroitusta. Tapahtumien tarkkailu, eli monitorointi auttaa vika-tilanteiden havaitsemisessa, tietoturvaauhkien torjunnassa sekä tarvittavien resurssien määrittämisessä.

Tuottamalla laadukkaita tietoliikenneverkon konfiguraatioita ja verkon tapahtumia tarkkailemalla ylläpitäjät pyrkivät täyttämään asiakkaiden asettaman vaatimukset tietoliikenneverkolle. Nämä vaatimukset on määritetty palvelutasosopimuksilla (SLA) ja niillä pyritään saavuttamaan nopea ja toimintavarma tietoliikenneverkko [7]. Palveluntuottajilla on myös omia vaatimuksiaan tietoliikenneverkoille, niiden on esimerkiksi oltava kustannustehokkaita ja skaalautuvia tulevia lisäresurssitarpeita varten.

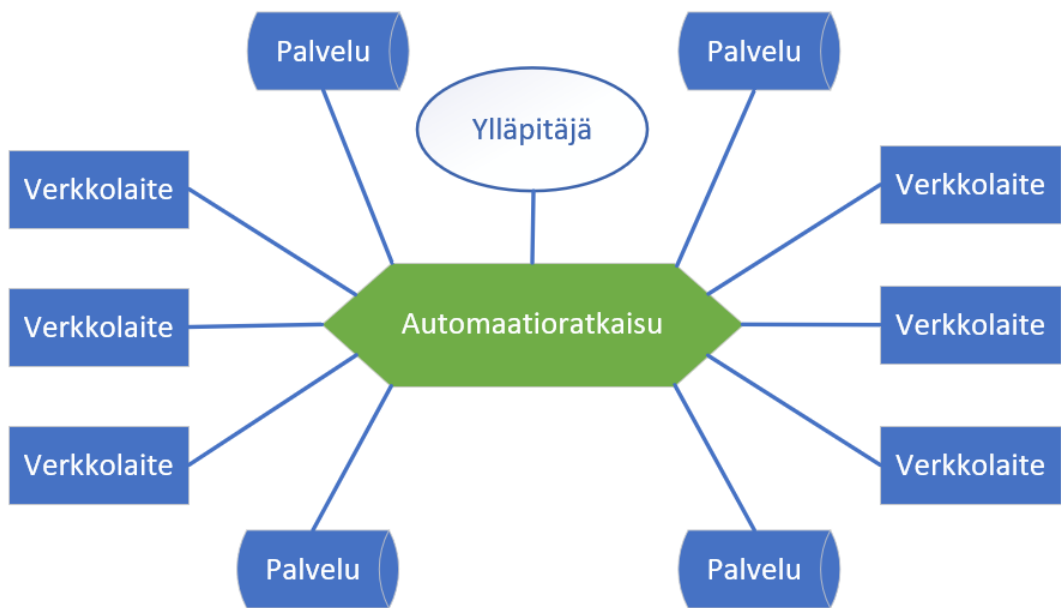
Nämä edellä mainitut vaatimukset sanelevat osakseen käytettävät työkalut palveluntarjoajalle. Verkkolaittevalmistajat ja ohjelmistoyritykset tarjoavat monenlaisia verkkolaitteita sekä myös valvonta- ja hallintaratkaisuja. Esimerkiksi ohjelmistopohjainen SDN (Software Defined Network) voi olla sopiva ratkaisu palveluntarjoajan konesaliverkkoon skaalautuvuuden, hallittavuuden ja automaation puolesta.

## 2.2 Ylläpidon automaatio

Tietoliikenteen ylläpidon automaatiolla haetaan ylläpidon yksinkertaistamista ja suoraviivaistamista. Ilman automaatiota alati kasvavat tietoliikenneverkot ovat työläitä rakentaa ja ylläpitää perinteisellä tavalla, jossa ylläpitäjät käyvät laitekerrallaan muokkaamassa laitekonfiguraatioita komentokehoteen kautta tai esimerkiksi vikaantunutta kytkinporttia verkkolaitteiden tapahtumalokeista. Kuva 1 kuvaa tilannetta, jossa ylläpitäjän pitää hallita kaikkia laitteita samanaikaisesti, muokaten laitteiden konfiguraatioita yksi kerrallaan, samalla yrittäen hahmottaa muutosten vaikutukset koko tietoliikenneverkkoon. Kuva 2 havainnollistaa automaation tuoman edun. Aiemmin käsin tehdyt muutokset suoritetaan nyt automaattisesti ja näkyvyys tietoliikenneverkkoon paranee automatisoidun valvonnan ansiosta. Rajallisia henkilöstöresursseja voidaan kohdistaa paremmin ja myös keskittyä pelkän reaktiivisen ylläpidon sijasta tietoliikenneverkkojen suunnitteluun, kehitykseen ja optimointiin.



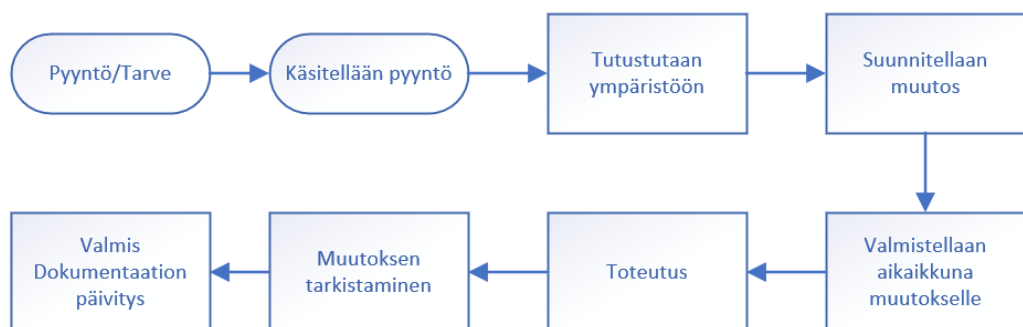
Kuva 1. Perinteinen hallinta ilman automaatiota.



Kuva 2. Automaatiolla tehostettu hallinta.

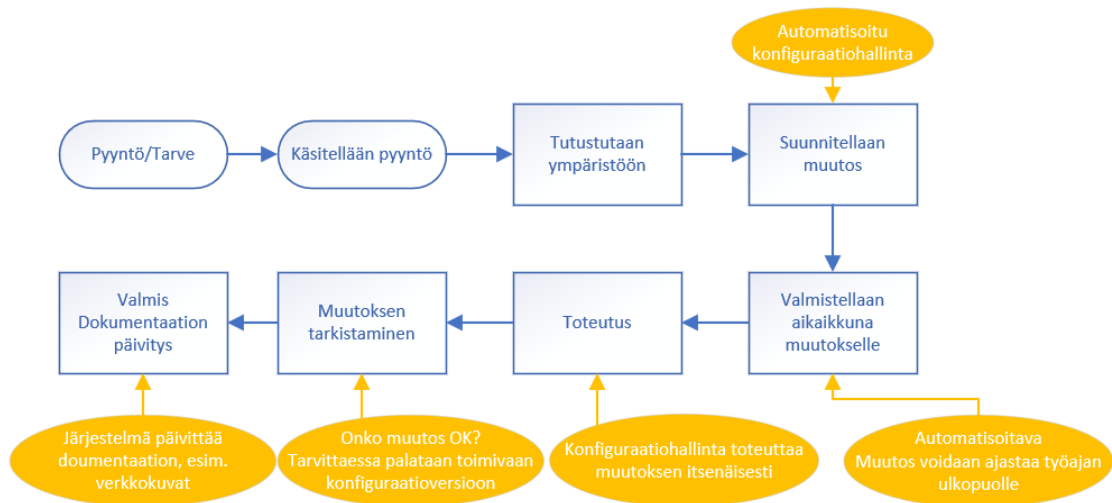
### Automaation suunnittelu

Ennen kun mitään ylläpidon töitä voidaan automatisoida, pitää selvittää työnkulku, jonka pohjalta on mahdollista suunnitella automatisoitavat työvaiheet [8]. Kuvassa 3 on kuvattu esimerkinomainen konfiguraatiomuutoksen työnkulku.



Kuva 3. Konfiguraatiomuutoksen työnkulku.

Tässä esimerkissä hyvin suunnitellulla automaatiolla voidaan automatisoida suurin osa suunnitelluista työvaiheista. Työnkulun havainnollistaminen auttaa myös paljastamaan mahdolliset riskit eri työvaiheissa. Ylläpitäjän epähuomiossa syöttämä väärä porttikonfiguraatio voi tiputtaa reitittimen verkosta ja tällä voi olla tuotantoympäristössä lomaannuttavat seuraukset. Kuvassa 4 on sama konfiguraatiomuutos kuin kuvassa 3, mutta tällä kertaa kuvaan on havainnollistettu automatisoitavia työvaiheita.



Kuva 4. Automatisoitu konfiguraatiomuutos.

### Esimerkkejä automaatiosta

Seuraavia ylläpidon tehtäviä on yleisesti automatisoitu:

- käyttöönotto (provisiointi)
- konfiguraationhallinta
- valvonta.

### Provisiointi

Ennen verkkolaitteen liittämistä mihinkään tietoliikenneverkkoon, saati osaksi automaatiota, laite pitää provisoida, eli valmistella käyttöön. Verkkolaitteen provisioinnissa laitteelle syötetään konfiguraatio, mikä mahdollistaa laitteen kytke-  
misen verkkoon. Osana provisiointia käytetään mallipohjaa, mikä on luotu provi-  
sioitavan verkkolaitteen konfiguraatiosyntaksin mukaisesti. Tähän mallipohjaan  
syötetään haluttuja parametrejä ja nämä yhdistämällä saadaan valmis konfigu-  
raatio. Käyttämällä mallipohjaa voidaan varmistaa, että jokainen sillä provisioitu  
laite on laitekohtaisia eroja lukuun ottamatta konfiguroitu samalla tavalla. [9,  
luku 2.]

### **Konfiguraationhallinta**

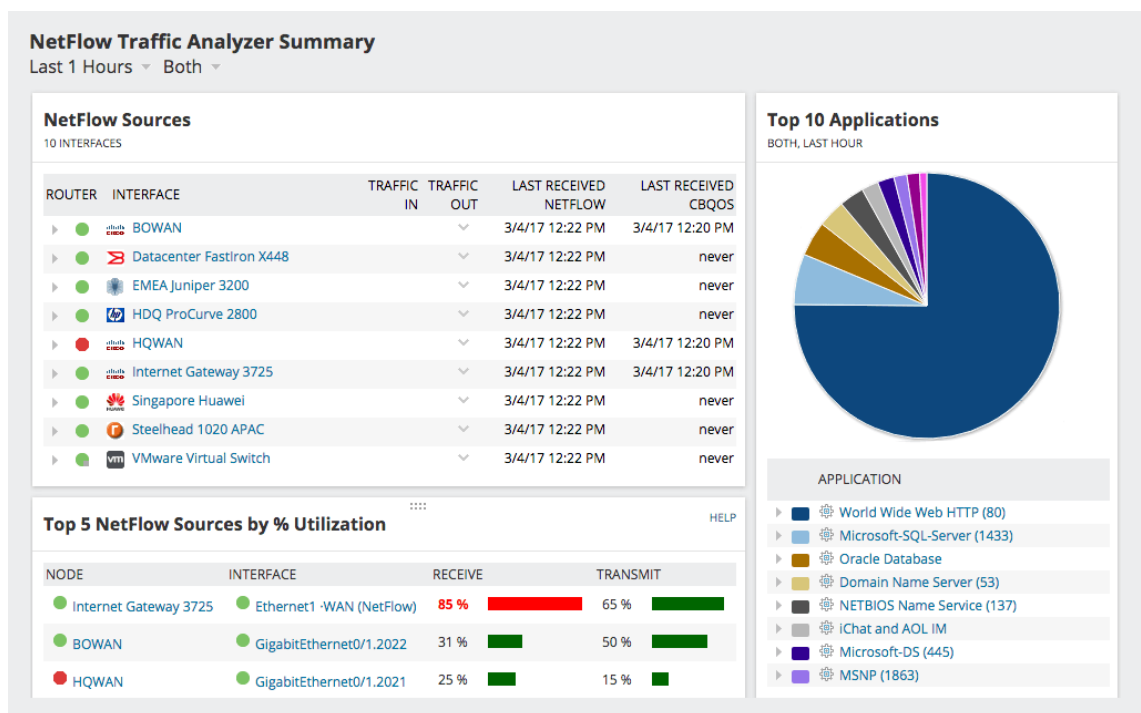
Konfiguraationhallinnan automatisoinnissa laitteiden toimintatavan, eli konfigu-  
raation, muokkaukset on automatisoitu, myös verkkolaitteiden ohjelmistopäivi-  
tyksiä voidaan jalkauttaa verkkolaitteille konfiguraationhallinnan kautta. Tietoli-  
kenneverkon ylläpitäjä voi esimerkiksi lisätä reitittimien reititystauluun uusia reit-  
tejä ja muokata palomuurin sääntökantaa salliakseen uuden protokollan ole-  
massa olevaan sääntöön. Automatisoinnin avulla ylläpitäjät voivat suorittaa suu-  
riakin muutoksia tietoliikenneverkkoon lyhyelläkin varoitusajalla ja muutosten  
seuraukset ovat helpompia ennakoida, sillä laitteita muokataan yhdenmukai-  
sella tavalla. Tämän lisäksi suoritettavat muutokset voidaan ajastaa tapahtu-  
maan itsenäisesti esimerkiksi yöaikaan ja vikatilanteen sattuessa voidaan pa-  
lata takaisin aikaisempaan, toimivaan konfiguraatioon. [9, luku 2.]

### **Valvonta**

Tietoliikenneverkon ja verkkolaitteiden tapahtumien kerääminen voidaan myös  
automasoida. Nämä tiedot ovat ensiarvoisen tärkeitä tietoliikenteen optimoin-  
nissa ja vikatilanteiden ratkaisemisessa. Automatisoinnilla verkkolaitteiden loki-  
tiedot voidaan kerätä kootusti ja myös niiden läpikäynti ja tulkitseminen voidaan  
automasoida. Verkkolaitteiden tilaa voidaan kysellä esimerkiksi SNMP-proto-  
kollan (Simple Network Management Protocol) avulla ja järjestelmä voi nostaa

hälytyksen, mikäli tietty raja-arvo laitteen toiminnassa ylittyy. Saatua tietoa voidaan hyödyntää erilaisiin raportteihin, joiden avulla voidaan tarkistaa, että onko tietoliikenneverkko konfiguroitu vaatimusten mukaisesti. Tämä on erityisen hyödyllinen ominaisuus ympäristön auditoinnin yhteydessä. Tarpeeksi kehittyneellä automatisoinnilla järjestelmä voi tulkita verkkolaitteista saatua tietoa ja tarvittaessa suorittaa korjaustoimenpiteitä autonomisesti vikatilanteen havaittuaan. [9, luku 2.]

Kuvassa 5 on kuvakaappaus Solarwinds NetFlow Traffic Analyzer -ohjelman käyttöliittymästä. Näkymään on koostettu valvonnassa olevien verkkolaitteiden kuormitusta ja tietoliikenneverkon käytetyimpiä sovelluksia. Näiden tietojen avulla ylläpitäjät voivat kohdistaa tietoliikenneverkon resursseja tarpeen mukaan, jotta palvelut ja sovellukset pysyvät saavutettavina suurenkin kuormituksen aikana.



Kuva 5. NetFlow Traffic Analyzer. Kopioitu lähteestä [10].

## 2.3 Automaation työkaluja

Tietoliikenneverkon ylläpidon automatisointiin löytyy monia vaihtoehtoja. Automatisointiratkaisu voidaan kehittää itse, muokata olemassa olevaa järjestelmää tai ostaa valmis ratkaisu. Esimerkiksi itse kehitetty konfiguraationhallinnan järjestelmä on työläs suunnitella ja kehittää, joten useimmat ylläpitäjät valitsevat joko avoimeen lähdekoodin perustuvan ratkaisun ja räätälöivät sen omaan tarpeeseen sopivaksi tai ostavat käyttövalmiin ratkaisun.

### Ansible

Ansible on avoimeen lähdekoodiin perustuva työkalu, joka perustuu YAML-konfiguraatiotiedostoihin pohjautuviin "Playbook":hin [11]. Etuna Ansiblella on muokattavuus ja sen on ennen kaikkea ilmainen. Ansible kirjautuu järjestelmiin SSH-protokollan (Secure shell) avulla ja käyttäen erilaisia moduuleita, muokkaa laitteen konfiguraatiota. Kuvassa 6 olevassa esimerkissä moduulia käytetään kolmen VLAN:in luomiseksi Ciscon kytkimelle.

```
- name: Merge provided configuration with device configuration
  cisco.ios.ios_vlans:
    config:
      - name: Vlan_10
        vlan_id: 10
        state: active
        shutdown: disabled
        remote_span: 10
      - name: Vlan_20
        vlan_id: 20
        mtu: 610
        state: active
        shutdown: enabled
      - name: Vlan_30
        vlan_id: 30
        state: suspend
        shutdown: enabled
    state: merged
```

Kuva 6. Ansible-moduuli. Kopioitu lähteestä [12].

Ansiblella voidaan myös lukea tietoa verkkolaitteelta SNMP-protokollalla. Esimerkkikoodissa 1 on määritetty SNMP-palvelin, -community ja -versio. Tässä esimerkissä verkkolaite palauttaa tiedon laitevalmistajasta ja ohjelmistoversion. [13, luku 4.]

```
- name: GET SNMP DATA
  snmp_device_version:
    host=spine
    community=public
    version=2c

{"ansible_facts": {"ansible_device_os": "nxos", "ansible_device_vendor": "cisco", "ansible_device_version": "7.0(3)I2(1)"}, "changed": false}
```

Esimerkkikoodi 1. SNMP-kysely verkkolaitteelle. Kopioitu lähteestä [13, luku 4].

## **Solarwinds NCM**

Solarwindsin tuottama NCM tarjoaa tietoliikenneverkon ylläpitäjille valmiin konfiguraationhallinnan alustan, joka tukee alalla yleisiä monitoimittaja ympäristöjä. NCM tarjoaa konfiguraationhallinnan lisäksi muita palveluita, muun muassa laitepäivityksiä ja laitekonfiguraatioiden varmuuskopiointia. NCM:n etuina on käytövalmiit ja kattavat konfiguraationhallinnan palvelut, tuki lukuisille laitevalmistajille sekä mahdollisuus linkittää NCM muihin Solarwindsin tuotteisiin, esimerkiksi verkonvalvonnan työkaluun, NPM:ään. Kuvassa 9 esitetään NCM-käyttöliittymä, mihin on listattu ylläpidon piirissä olevia laitteita valmistajan ja laitetyyppin mukaan. [14.]

**Configuration Management**

CONFIG MANAGEMENT   TRANSFER STATUS   INVENTORY STATUS   SCRIPT MANAGEMENT

GROUP BY:  
 Vendor  
 Machine Type  
 [No grouping]

Adtran (3)  
 Brocade Communications Systems, Inc. (1)  
 Cisco (40)  
**Catalyst 37xx Stack (5)**  
 Cisco 1200 Access Point (2)  
 Cisco 2621 XM (5)  
 Cisco 2651 XM (1)  
 Cisco 2821 (2)  
 Cisco 3640 (1)  
 Cisco 7206 VXR (13)  
 Cisco Catalyst 2948 (1)  
 Cisco Catalyst 3548 XL (1)  
 Cisco Catalyst 3560-E24PD (1)  
 Cisco Catalyst 4506-E (1)  
 Cisco Catalyst 6000 (1)  
 Cisco Catalyst 6009 (1)  
 Cisco CSR 1000V (4)  
 Cisco Wireless Co  
 Dell Computer Corporation (1)  
 Dell PowerConnect 3424 (1)  
 Extreme Networks (1)  
 Extreme Networks Alpine 3808 (1)  
 FS Networks, Inc. (4)

DOWNLOAD   COMPARE NODE(S) CONFIGS   UPLOAD   EXECUTE SCRIPT   EDIT PROPERTIES   UPDATE

1 node(s) selected   Show selected only   Clear selection

Name	IP Address	Last	Last action date
<input checked="" type="checkbox"/> BOCoreSwitch	10.196.200.250		12/2/2016 05:48:28 pm
<input type="checkbox"/> 1/6/2017 12:07:33 pm	Running		
<input type="checkbox"/> 1/6/2017 12:01:09 pm	Running		
<input type="checkbox"/> 1/2/2017 04:18:36 pm	Running		
<input type="checkbox"/> Show all			
<input type="checkbox"/> EW-3750A	10.199.10.10		11/9/2015 11:55:54 am
<input type="checkbox"/> 1/10/2016 02:34:38 pm	Baseline		
<input type="checkbox"/> EW-3750B	10.199.10.11		11/18/2015 07:32:54 am
<input type="checkbox"/> HQCoreSwitch	10.196.100.250		12/2/2016 05:48:27 pm
<input type="checkbox"/> Tex-3750.aus.lab	10.199.1.10		2/1/2016 09:00:45 am
<input type="checkbox"/> 2/10/2016 02:02:00 am	Running		
<input type="checkbox"/> 2/9/2016 02:01:11 am	Running		
<input type="checkbox"/> 2/8/2016 02:01:07 am	Running		
<input type="checkbox"/> Show all			

Kuva 7. Kuvakaappaus NCM:n käyttöliittymästä. Kopioitu lähteestä [14].

## Netmiko & Napalm

Mikäli ylläpitäjä päättää joko kehittää oman työkalun tai vain helpottaa omia työtehtäviä automaatiolla, ylläpitäjän kannattaa hyödyntää jo kehitettyjä ratkaisuja. Konfiguraationhallinnan automaation tueksi voidaan ottaa esimerkiksi Netmiko. Netmiko on Python-kirjasto, jota voidaan käyttää yksinkertaistamaan SSH-yhteyden kautta suoritettavaa laitehallintaa [15]. Käyttämällä esimerkiksi GitHubista löytyviä esimerkkikoodeja ylläpitäjä voi automatisoida tiedonhaun verkkolaitteelta tai suorittaa komentoja laitteelle etänä. Kuvassa 8 on tiedonhakukskripti Cisco-kytkimelle. Haku palauttaa tiedot fyysisistä ja virtuaalisista kytkinporteista.

```
from netmiko import ConnectHandler
from getpass import getpass

cisco1 = {
    "device_type": "cisco_ios",
    "host": "cisco1.lasthop.io",
    "username": "pyclass",
    "password": getpass(),
}

# Show command that we execute.
command = "show ip int brief"

with ConnectHandler(**cisco1) as net_connect:
    output = net_connect.send_command(command)

# Automatically cleans-up the output so that only the show output is returned
print()
print(output)
print()
```

Kuva 8. Kuvakaappaus Netmikolla tehdystä tiedonhakupiiristä. Kopioitu lähteestä [16].

Napalm perustuu pitkälti Netmikon päälle ja erikoistuu pääasiassa konfiguraatiomuutosten automatisointiin [17]. API-rajapintoja käyttämällä Napalm voi ”keskustella” tuettujen verkkolaitteiden kanssa ja muokata verkkolaitteiden konfiguraatioita. Netmikosta poiketen Napalm mahdollistaa konfiguraatiotiedoston vaihtamisen verkkolaitteella ja tarvittaessa palaamisen aikaisempaan versioon [18].

## 2.4 Automaation haasteita

Automaation suunnittelussa ja käyttöönotossa voi nousta esiin muutamia haasteita. Konfiguraationhallinnassa pitää ottaa huomioon, että verkkolaittevalmistajilla, esimerkiksi Cisco, HPE ja Juniper, on eri syntaksit, eli kirjoitustyyliä, laitekonfiguraatioille, joten samaa konfiguraatiota ei voida käyttää kahdelle eri malliselle verkkolaitteelle. Myös tietoliikenneverkon tapahtumat raportoidaan eri tavoilla. Kuvissa 9 ja 10 nähdään esimerkit laite- ja valmistajakohtaisista eroista, kun kytkimen porttikonfiguraatio muokataan untagged- eli access-tilaan. Monien

yritysten verkkolaitteita on hankittu eri aikoihin, eri valmistajilta, joten on todennäköistä, että tietoliikenneverkon ylläpitäjä joutuu hallitsemaan hyvin sekalaista verkkolaittekantaa.

```
Switch>en
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface fastethernet0/2
Switch(config-if)#switchport
Switch(config-if)#switchport mode access
Switch(config-if)#switchport access vlan 10
Switch(config-if)#
```

Kuva 9. Porttikonfiguraatio Cisco IOS -kytkimellä.

```
set interfaces ge-0/0/0 unit 0 family ethernet-switching interface-mode access
set interfaces ge-0/0/0 unit 0 family ethernet-switching vlan members guest
set interfaces ge-0/0/0 unit 0 family ethernet-switching storm-control default
```

Kuva 10. Porttikonfiguraatio Juniper EX -kytkimellä. Kopioitu lähteestä [19].

Toinen mahdollinen haaste esiintyy, kun verkkolaittevalmistajien laitteet toimivat usein valmistajien omilla ohjelmistoilla, eivätkä laitteet tue itsetehtyjä tai käyttäjän räätälöimiä ohjelmistoja. Tämän johdosta verkkolaitteiden ylläpito suoritetaan yleensä etähallinnalla, olkoon se automatisoitua tai ei. [20, luku 1.]

Ihmiset myös aiheuttavat haasteita automaation käyttöönottossa. Monet saattavat olettaa, että aiemmin heidän suorittamansa työt tehdään jatkossa automaattikalla ja heidän palveluitaan ei enää tarvita. Mutta kuten aiemmin kävi ilmi, automatisointi mahdollistaa henkilöstöressurssien siirrot itseään toistavista töistä johonkin, mikä vaatii ihmisen ”kosketusta”, esimerkiksi suunnitteluun ja kehitykseen. [21.]

## 2.5 Pilvipalveluiden asettamat haasteet

Massadatan (Big Data) aikakautena sekä palveluiden ja käyttäjien määrän kasvassa virtuaaliset konesalit ja pilvipalvelut ovat yleistyneet. Palveluntuottajien

ja alustojen ylläpitäjien on kehitettävä skaalautuvia järjestelmiä, jotka vastaavat asiakkaiden tarpeisiin. Pilvipalveluiden ja konesalien virtualisoinnin myötä myös tietoliikenneverkkojen vaatimukset ovat muuttuneet. [22, luku 2.]

Vaatimuksia ovat muun muassa:

- automaatio
- skaalautuvuus
- monireititys
- käyttäjien klusterointi.

Pilvipalveluissa ja virtualisoiduissa konesaleissa resursseja voidaan allokoida tarpeen ja kuormituksen mukaan ja virtuaalikoneiden luonti erinäisiä palveluita varten tapahtuu nopeasti. Perinteinen tietoliikenneverkko, jossa verkon konfiguraation muutokset tehdään manuaalisesti fyysisille verkkolaitteille, ei pysy virtuaalikoneiden asettamassa vauhdissa mukana. Uusia virtuaalikoneita voidaan luoda tai siirtää toiselle palvelimelle minuuteissa, kun taas tietoliikenneverkon muutokset voivat viedä useita tunteja. Tietoliikenneverkon muutoksia hidastaa monet tekijät: työpyyntö palvelimien ylläpitäjiltä tietoliikenneverkon ylläpitäjille sekä verkkolaitteiden kartoitus, joita muutos koskee ovat vain osa muutostyön vaatimista vaiheista. [22, luku 2.]

Virtuaalikoneiden suuri määrä asettaa myös muitakin kuin pelkästään ylläpitoon ja muutosten hallintaan liittyviä haasteita tietoliikenteelle. Perinteisten verkkolaitteiden tekniset rajoitukset tulevat esiin, kun palvelinsalien tuhannet fyysiset palvelimet voivat jokainen sisältää useita virtuaalikoneita. Verkkolaitteiden MAC-osoitetaulut sekä VLAN:ien määrä ovat rajalliset, ja nämä rajat tulevat nopeasti vastaan suurissa konesaliympäristöissä. [22, luku 2.]

Skaalautuvuuden lisäksi konesalin tietoliikenneverkon on oltava tehokas ja vikasietoinen. Käyttämällä lyhyintä mahdollista reittiä verkossa tietoliikenne eri sovellusten ja palveluiden välillä on nopeaa. Tietoliikenneverkossa on kuitenkin myös oltava vaihtoehtoisia reittejä vikasietoisuutta ja kuormantasausta silmällä

pitäen. Layer 2 -tasolla (OSI-mallin siirtoyhteyskerros) perinteisessä tietoliikenneverkossa osa vaihtoehtoisista reiteistä olisi jatkuvasti estettynä, jotta mahdollisilta reititysloopeilta voidaan välttyä. Tämä hidastaa tietoliikenneverkon toimintaa konesaliympäristössä, mikä tähtää tehokkuuteen ja täydelliseen toimintavuorouteen. [22, luku 2.]

Aikaisemmin palvelinsalien resursseihin oli pääsy vain rajatulla joukolla käyttäjiä, mutta nykyisten pilvipalveluiden suunnittelun lähtökohtana on, että palvelinsalien resurssit ovat saatavilla suurelle joukolle käyttäjiä internetin yli. Näissä pilvipalveluissa palveluntarjoaja, esimerkiksi Amazon Web Services, tarjoaa käyttäjille sovelluksia ja tallennustilaa Amazonin omasta palvelinsalista. Eri asiakkaat on eroteltu toisistaan klustereihin ja näiden välinen liikenne on estetty esimerkiksi palomuurilla. Jokainen klusteri tarvitsee omat tietoliikenneverkot ja tähän tarkoitukseen käytetään virtualisoituja tietoliikenneverkkoja, joita käyttäjät voivat hallita fyysisen tietoliikenneverkon tapaan. [22, luku 2.]

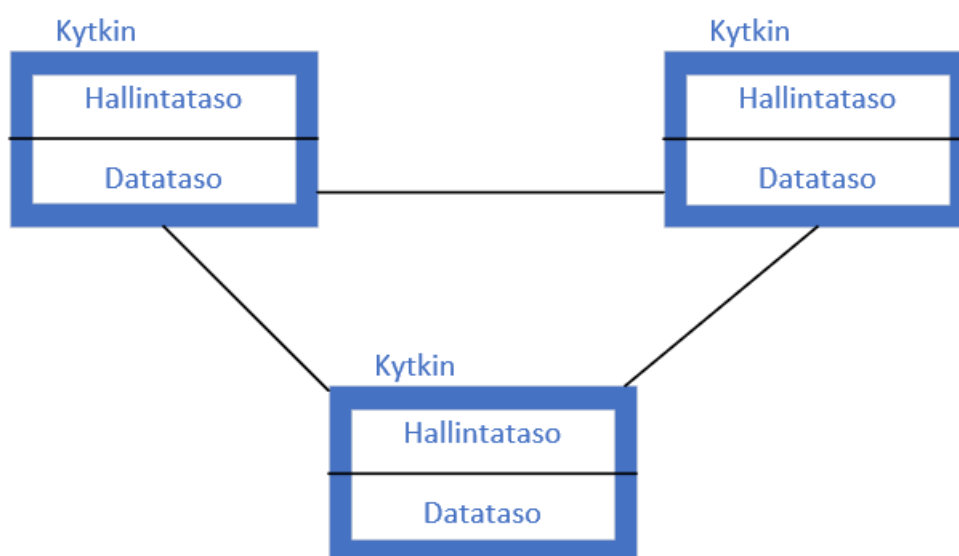
### **Virtualisoitu tietoliikenneverkko**

Tietoliikenneverkon virtualisoinnilla tarkoitetaan fyysistä verkkoa, joka on jaettu erillisiin, loogisiin osiin. Tästä yleisenä esimerkkinä on virtuaalilähiverkko, eli VLAN. Kuten aikaisemmin esitettiin, 4096 VLAN:in raja perinteisessä tietoliikenneverkossa toimii pullonkaulana isoissa konesaliympäristöissä. Esimerkiksi palveluntarjoaja, jolla on konesalissaan palvelut 600 asiakkaalle, voi allokoida jokaiselle asiakkaalleen keskimäärin vain kuusi VLAN:ia. [24, luku 2.]

Tämän ongelman ratkaisuna voidaan käyttää tunnelointia, esimerkiksi VXLAN:ia (Virtual Extensible Local Area Network), mikä kasvattaa verkkotunusten määrän 16 miljoonaan. VXLAN-tekniikassa yhdistetään OSI-mallin (Open System Interconnection Reference Model) tasoja kaksi ja kolme linkittämällä sama lähiverkko IP-verkon yli. IP-verkkoa käyttämällä voidaan myös välttää OSI-mallin toisen tason mahdolliset STP:n (Spanning Tree Protocol) aiheuttamat ongelmat tietoliikenneverkon reitityksen suhteen. [24, luku 2.]

## Software Defined Networking

Viime aikoina yksi tietoliikenteen kasvavista osa-alueista on ohjelmallisesti määritetty tietoliikenneverkko, eli SDN [24]. Ohjelmallisesti määritellyissä verkoissa verkkolaitteiden hallinta- ja datataso on eriytetty ja hallintataso on siirretty erilliselle hallintaohjaimelle eli kontrollerille [22, luku 4]. Tämän johdosta voidaan kuvailla, että käyttäjälle SDN-verkko näkyy yhtenä verkkolaitteena, vaikkakin verkkoon kuuluu monta eri verkkolaitetta. Kuvassa 11 on kuvattu perinteinen kytkinverkko, missä sekä hallinta- että datataso ovat samalla laitteella, vaikkakin ovat toiminnallisesti erotettuna.

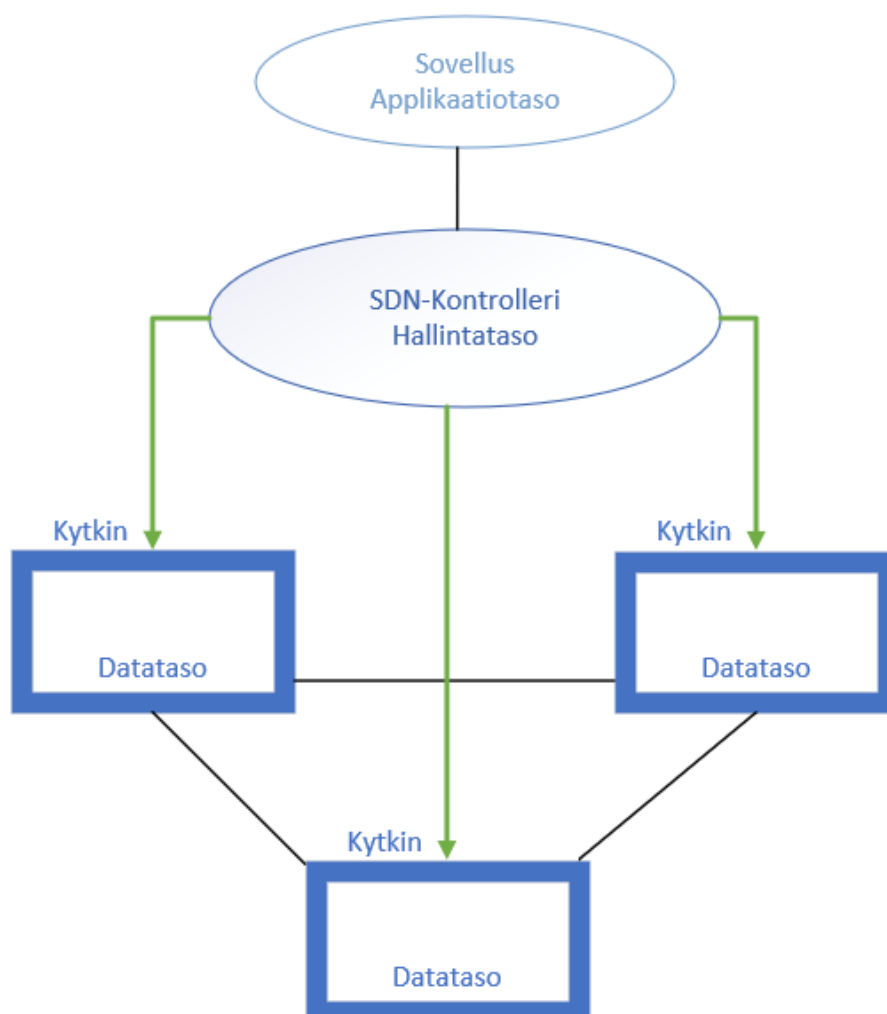


Kuva 11. Perinteinen kytkinverkko.

SDN-verkko voidaan jakaa kolmeen osaan [22]. Eri tasot on havainnollistettu kuvassa 11:

- Sovellustaso: Tällä tasolla on palvelut, jotka käyttävät esimerkiksi API-rajapintoja tietoliikenneverkon konfiguroimiseen.
- Hallintataso: Tällä tasolla on keskitetty SDN-verkon hallintaohjain, eli kontrolleri. Kontrolleri hallitsee verkkolaitteita ja määrittää edelleenlähetysäännöt tietoliikenneverkon paketeille.

- Datataso: Datatasolla on verkkolaitteet, jotka vastaavat pakettien välittämisestä tietoliikenneverkossa.



Kuva 12. Havainnekuva SDN-verkon eri tasoista [22, luku 4].

Tarjolla olevat SDN-tuotteet jakautuvat pääasiassa kahteen ratkaisuun, jotka ovat API-rajapintaan perustuva SDN ja Overlay-verkkoihin perustuva SDN [22, luku 4]. API-rajapintoihin pohjautuvassa ratkaisussa sovellukset voivat käyttää kontrollerin tarjoamia API-rajapintoja tietoliikenneverkon konfiguraation muokkaamiseen. Perinteisen komentokehotteen ja SNMP-protokollan lisäksi API-SDN voi käyttää myös esimerkiksi NETCONF-rajapintaa. Esimerkkinä API-SDN tuotteesta on Cisco ACI [25].

Overlay-verkkoihin perustuva SDN käyttää virtuaalisia tietoliikenneverkkoja, esimerkiksi VXLAN:ia [22, luku 4]. VXLAN:ia käyttämällä SDN-ohjelmisto luo virtuaaliverkon kahden eri päätepisteen välille fyysisessä tietoliikenneverkossa. Nämä päätepisteet voivat olla esimerkiksi fyysisiä kytkinportteja tai virtuaalikooneita. Esimerkkinä Overlay-SND tuotteesta on Nokian tuottama Nuage [26].

Overlay-SDN on hyvä esimerkki ratkaisusta, mikä yhdistää virtuaalisia tietoliikenneverkkoja ja automaatiota. Tarpeeksi kehitettynä Overlay-SDN voi luoda uusia yhteyksiä verkkoon eri resurssien välille, jopa ilman ylläpitäjän toimenpiteitä. Tämä ominaisuus yhdistettynä virtualisointiin auttaa vastaamaan virtuaalisten konesalien esittämiin haasteisiin, kuten esimerkiksi skaalautuvuuteen ja klusterointiin.

SDN ei kuitenkaan ole kaikenkattava ratkaisu. Verkkolaitteet, jotka muodostavat SDN:n, pitää olla jonkinlaisen ylläpidon piirissä. Fyysisiä verkkolaitteita on päivitettävä, valvottava ja tarvittaessa vaihdettava. Ratkaisuna tähän voidaan käyttää aiemmin esiteltyjä konfiguraationhallinnan ja valvonnan työkaluja. SDN on myös suhteellisen uutta teknologiaa, joten sen käyttö ja ylläpitäminen voi olla monelle vierasta.

### 3 Työkalu

Konfiguraatiotyökalun kehittäminen jakautui kahteen eri osa-alueeseen. Käyttöliittymä ja sen suunnittelu muodostivat ensimmäisen osa-alueen. Toinen koostui käyttäjän syöttämän tiedon jalostamisesta valmiiksi konfiguraatioksi. Työkalun ja sen käyttöliittymän suunnittelussa oli otettava huomioon käyttäjän, tässä tapauksessa tietoliikenneverkon ylläpitäjän tarpeet. Työkalun on oltava selkeä ja helposti omaksuttava sekä nopea ja yksinkertainen käyttää. Työkalun tarkoitettu käyttäjä ymmärtää verkkotekniikan termistöä, joten yksityiskohtaisia selityksiä ei pitänyt liittää osaksi käyttöliittymää. Työkalun on myös oltava ”kevyt”, eli sitä pitää voida käyttää monella alustalla ilman erillistä asennusta eikä työkalulla saa

olla ulkoisia riippuvuuksia muihin järjestelmiin tai työkaluihin. Konfiguraatiotyökalu kehitettiin käyttäen Python-ohjelmointikieltä. Python valikoitui ohjelmointikieleksi helpon omaksuttavuuden ja kattavan lähdemateriaalin johdosta.

### 3.1 Käyttöliittymä

Konfiguraatiotyökalun käyttöliittymä luotiin käyttäen Python Tkinter -moduulia. Tkinter käyttää Tk GUI -kirjastoa ja sillä voidaan luoda kevyitä käyttöliittymiä. Samoin kuin itse Python-ohjelmointikielessä, Tkinterin käytöstä löytyy paljon lähdemateriaalia, ja sillä luotuja käyttöliittymiä voidaan ongelmitta käyttää useimmilla alustoilla, esimerkiksi Unix- ja Windows-pohjaisilla järjestelmillä.

Konfiguraatiotyökalun käyttöliittymä koostuu yhdestä näkymästä, kuten on esitetty kuvassa 13. Näkymässä on kenttiä ja pudotusvalikoita, joihin käyttäjä syöttää haluamansa parametrit. Käyttöliittymän yläosassa ovat kentät, joihin käyttäjä syöttää konfiguroitavan laitteen perustiedot, kuten esimerkiksi laitteen nimen ja hallinta IP -osoitteen.

Verkkolaitteiden konfigurointityökalu

HPE2530-8G konfigurointityökalu

Laitteen nimi  
Hostname

Hallinta Vlan

Luotavat Vlanit

Manager salasana  
Salasana

Hallinta-IP + Verkkomaski  
0.0.0.0 0.0.0.0

Default Gateway  
1.1.1.1

+++++Kytkinporttien vlanit ja nimet+++++

1 (Vlan   Nimi)	disable	6 (Vlan   Nimi)	disable	LLDP	Kyllä
2 (Vlan   Nimi)	disable	7 (Vlan   Nimi)	disable	SNMP Community Pollaaja	Ei
3 (Vlan   Nimi)	disable	8 (Vlan   Nimi)	disable	SYSLOG IP-osoite	Ei
4 (Vlan   Nimi)	disable	9 (Vlan   Nimi)	disable		0.0.0.0
5 (Vlan   Nimi)	disable	10 (Vlan   Nimi)	disable		

Luo HP-konfiguraatio

Luo Cisco-konfiguraatio

Luo JSON

Luo lähetettävä konfiguraatio

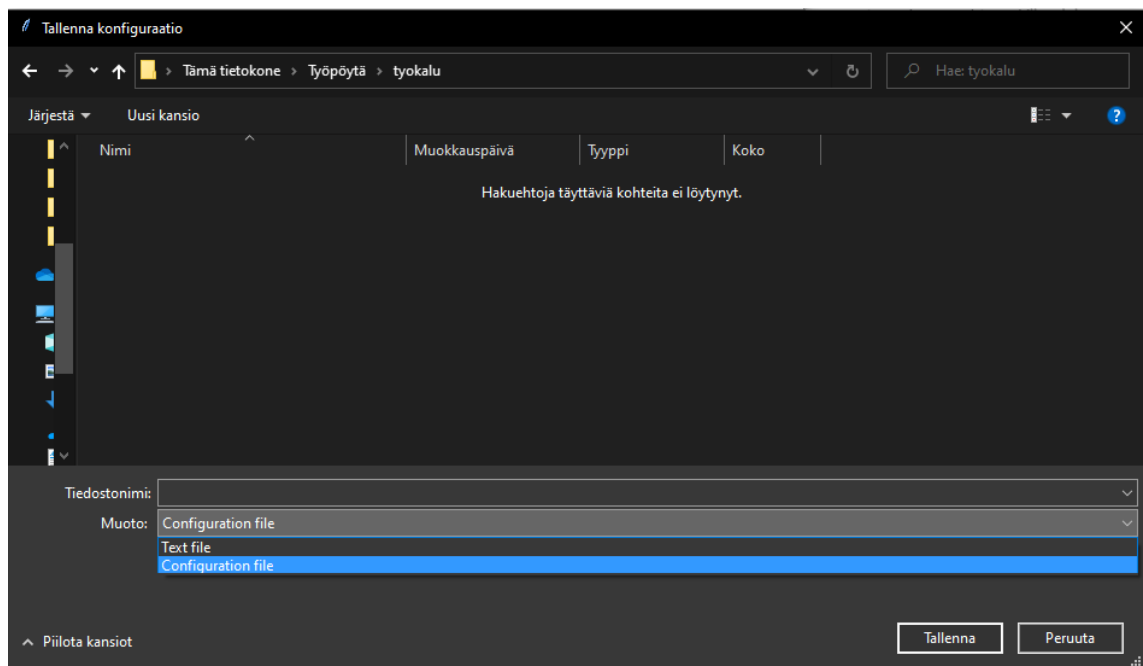
Lähetä konfiguraatio

Kuva 13. Konfiguraatiotyökalun käyttöliittymä.

Käyttöliittymän vasemmalla puolella ovat kentät ja pudotusvalikot laitteen kytkinportti- ja VLAN-asetuksille. Käyttäjä syöttää kenttiin haluamansa VLAN:it ja valitsee pudotusvalikosta kytkinportin tilan, eli onko kytkinportti suljettu, tagged- tai untagged-tilassa. Oletuksena kytkinportit on suljettu hyvän konfigurointitavan mukaisesti. Halutessaan käyttäjä voi myös nimetä kytkinportit. Nimeämisestä on hyötyä dokumentoinnissa ja vianselvityksessä.

Työkalun oikeassa laidassa on konfiguroitavan laitteen lisäasetukset. Käyttäjä valitsee pudotusvalikosta kunkin lisätoiminnon tilan ja syöttää kenttiin tarvittavat lisätiedot, esimerkiksi syslog-palvelimen IP-osoitteen.

Työkalun alalaidassa ovat painikkeet, joita painamalla luodaan laitekonfiguraatio. Käyttäjän painaessa ”luo konfiguraatio” -painikkeita erillinen kyselyikkuna aukeaa, jossa käyttäjä määrittää konfiguraatitiedoston tallennuspolun, tiedostonimen ja -muodon, kuten on esitetty kuvassa 14. Käyttäjä voi valita tiedostomuodoksi joko .cnf- tai .txt-tiedoston. ”Luo HP-konfiguraatio” -painiketta käyttämällä työkalu luo konfiguraatitiedoston HP2530-kytkimelle ja painamalla ”Luo Cisco-konfiguraatio” -painiketta työkalu luo konfiguraatitiedoston Cisco 2960 -kytkimelle.



Kuva 14. Tallennusikkuna.

Työkalusta löytyy myös painikkeet konfiguraation lähettämiseksi suoraan verkkolaitteelle. Painamalla ”Luo lähetävä konfiguraatio”, käyttäjä voi luoda riisutun konfiguraation, millä voidaan muokata muun muassa laitteen nimeä ja porttikonfiguraatioita. ”Lähetä konfiguraatio” -painikkeella työkalu ensin kysyy lähetettävän tiedoston ja tämän jälkeen valittu konfiguraatitiedosto lähetetään verkkolaitteelle SSH-yhteyden yli. Etähallintaominaisuus on toteutettu käyttämällä Netmiko-kirjastoa. Työkalu käyttää kirjautumistietoina käyttöliittymään syötettyä hallintaosoitetta ja salasanaa. Nämä tiedot on esitetty esimerkkikoodissa 2.

```

Laite = {
    'device_type':'hp_procurve',
    'ip':mngrip_info,
    'username':'manager',
    'password':mngypassw_info
}

```

Esimerkkikoodi 2. Kirjautumistiedot verkkolaitteelle.

### 3.2 Tiedon jalostaminen konfiguraatioksi

Konfiguraatiotyökalu jalostaa käyttäjän syöttämistä parametreista valmiin konfiguraatiotiedoston käyttämällä valmista syntaksimallipohjaa. Mallipohjalla tarkoitetaan konfiguraatiopohjaa, minkä muoto on luotavan laitekonfiguraation syntaksin mukainen.

Työkaluun luotiin funktio, jota kutsutaan, kun käyttäjä painaa ”luo konfiguraatio” -painiketta. Funktio hakee käyttäjän syöttämät parametrit ja luo niistä muuttujia. Tämä on kuvattu esimerkkikoodissa 3.

```

#Kerätään käyttäjän syöttämät parametrit
hostname_info = hostname.get()
mngypassw_info = mgmtpassw.get()
mngrip_info = mgmtip.get()
mngvlan_info = mgmtvlan.get()
defaultgw_info = defaultgw.get()

```

Esimerkkikoodi 3. Parametreista muuttujia.

Muuttujat syötetään konfiguraation mallipohjaan. Muuttujat on kursivoitu esimerkkikoodissa 4.

```

#Kytkimen nimi
file.write("hostname ")
file.write(hostname_info)
file.write("\n")
#Vaihdetaan manager-käyttäjän salasana (salasana annetaan kahdesti)
file.write("password manager ")
file.write("\n")
file.write(mngypassw_info)
file.write("\n")
file.write(mngypassw_info)
file.write("\n")

```

Esimerkkikoodi 4. Mallipohjaan liitetyt muuttujat.

Painamalla "Luo JSON" -painiketta käyttäjä voi luoda json-tiedoston (JavaScript Object Notation), johon on tallennettu työkaluun syötetyt parametrit. Json-tiedostoa voidaan hyödyntää muiden konfiguraatiomallipohjien luonnissa ja testaamisessa. Esimerkki Json-tiedostosta on kuvassa 15.

```

1  {}
2      "nimi": "Hostname",
3      "passu": "Salasana",
4      "luotavatvlanit": "100",
5      "eth1at": "disable",
6      "eth1": "",
7      "eth2at": "disable",
8      "eth2": "",
9      "eth3at": "disable",
10     "eth3": "",
11     "eth4at": "disable",
12     "eth4": "",
13     "eth5at": "disable",
14     "eth5": "",
15     "eth6at": "disable",
16     "eth6": "",
17     "eth7at": "disable",
18     "eth7": "",
19     "eth8at": "disable",
20     "eth8": "",
21     "eth9at": "disable",
22     "eth9": "",
23     "eth10at": "disable",
24     "eth10": ""
25 }
```

Kuva 15. Kuvakaappaus JSON-tiedostosta.

### 3.3 Mallipohjan suunnittelu

HPE2530-kytkimen konfiguraation mallipohjaa suunnitellessa tutustuttiin ensin laitteen syntaksiin. Tähän käytettiin valmistajan materiaalia ja verkosta löytyviä komentolistoja, esimerkki komentolistasta on esitetty kuvassa 16. Syntaksiin tutustumisen yhteydessä selvitettiin kytkimen komentorivikehotteen toimintatapa. HPE2530-kytkimen komentorivikehotteessa on kolme eri tasoa: operator, manager ja config [27]. Jokaisella tasolla voidaan suorittaa eri komentoja, esimerkiksi config-tasolla voidaan muokata kytkimen konfiguraatiota. Tässä konfiguraation mallipohjassa manager-taso päätettiin suojata salasanalla.

### Step 3: Miscellaneous

- hostname <hostname> --- Set switch hostname
- link-test <destination switch MAC> --- Test connectivity between switches (local switch and destination switch)
- ping <IP address> --- Ping IP 192.168.0.1
- chassislocate --- Turn on/off switch locator led or blink it (30 minutes)
- chassislocate blink <time> --- Blink switch locator led set time in minutes
- ntp1 <time server name> --- Add time server to NTP server list
- timesync ntp --- Enable NTP synchronization with servers
- password operator --- Set operator password (Normal user / read-only )
- password manager --- Set manager password (Admin user / read-write)
- password all --- Set operator and manager password
- enable --- Switch to manager lever from operator level
- exit --- Exit current level
- logout --- Logout out of the switch

Kuva 16. Kuvakaappaus HP-kytkimen komentolistasta [28].

Cisco 2960 -kytkimen käyttämä konfiguraatiosyntaksi eroaa jonkin verran HP2530-kytkimestä. Tästä esimerkkinä HP2530-kytkimen konfiguraatiosyntaksissa kytkinportin tila voi olla "tagged", kun taas Cisco 2960 -kytkimen syntaksissa sama termi on "trunk". Muut vastaavat konfiguraatiosyntaksien erot selvitettiin käyttämällä edellä mainittuja komentolistoja ja valmistajan materiaalia [29]. Ciscon kytkimessä on kaksi komentotasoa: EXEC- ja Priviledged EXEC -taso. EXEC-tason mahdollisuudet ovat hyvin rajalliset. Tällä komentotasolla ei voida muokata tai tarkastella kytkimen konfiguraatiota, vaan ainoastaan kytkimen toiminnallista tilaa voidaan tarkastella. Priviledged EXEC -tasolla voidaan muokata laitteen konfiguraatiota eri alanäkymien kautta, esimerkiksi "Global

configuration” -alanäkymän kautta. Priviledged EXEC -tasolle pääsee syöttämällä ”enable”-komento. Tässä konfiguraation mallipohjassa Priviledged EXEC -taso päätettiin suojata salasanalla.

Seuraavaksi eriteltiin mallipohja ja käyttäjän syöte. Mallipohjaan voidaan koodata tiettyjä komentoja niille ominaisuuksille, joita halutaan pitää aina samana, laitteesta riippumatta. Tällaisia voivat olla esimerkiksi käyttäjät ja salasanat sekä LLDP-asetukset (Link Layer Discovery Protocol). Käyttäjän syötettä käytetään niissä asetuksissa, jotka ovat erilaisia joka laitteessa. Esimerkiksi laitteen hallintaosoite ja laitenumero ovat yleensä joka laitteessa erilaisia. Hyvin suunniteltua konfiguraation mallipohjaa voidaan käyttää jopa tuotannossa rauhallisesti mielin, kunhan on varmistettu, että mallipohjaa on testattu huolellisesti ennen käyttöönottoa.

## **4 Työkalun käyttö ja jatkokehitys**

Työkalua on tarkoitus käyttää verkkolaitteen käyttöönoton, eli provisioinnin yhteydessä. Käyttäjä voi olla esimerkiksi palvelinsalitekniikko tai kenttäasentaja, joka on asentamassa uutta kytkintä verkkoon. Käyttäjä syöttää haluamansa parametrit työkalun käyttöliittymään ja tallentaa siitä saadun konfiguraatitiedoston. Syötetyt parametrit ja käyttöliittymä on esitetty kuvassa 17. Insinööriyössä käytetyn HPE2530-kytkimen tehdaskonfiguraatiossa ei ole asetettu hallinta IP -osoitetta, vaan IP-osoite saadaan automaattisesti DHCP-palvelimelta, mikäli sellainen on verkossa. Tässä esimerkissä käyttäjä avaa yhteyden kytkimen serial-porttiin ja kopioi työkalulla tehdyn konfiguraation (kuva 18) kytkimen komentorivikehotteen kautta.

Verkolaitteiden konfigurointityökalu

HPE2530-8G konfigurointityökalu

Laitteen nimi: TuotantoSW1  
 Hallinta Vlan: 700  
 Luotavat Vlanit: 700,10,20,30

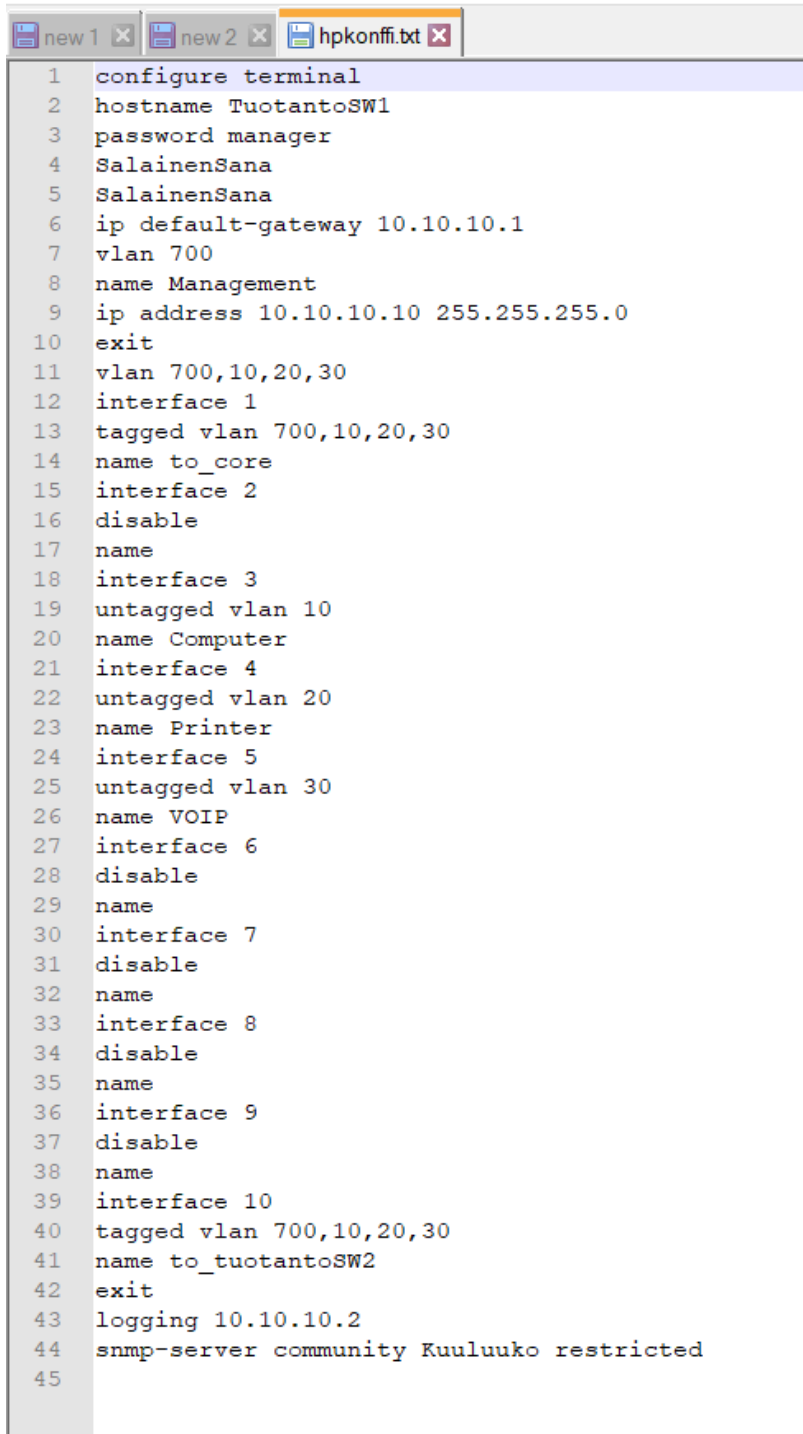
Manager salasana: SalainenSana  
 Hallinta-IP + Verkkomaski: 10.10.10.10 255.255.255.0  
 Default Gateway: 10.10.10.1

+++++Kytkinporttien vlanit ja nimet+++++

1 (Vlan   Nimi)	tagged	6 (Vlan   Nimi)	disable	LLDP	Kyllä
700,10,20,30	to_core			SNMP Community	Kyllä
2 (Vlan   Nimi)	disable	7 (Vlan   Nimi)	disable	Kuuluuko	
				SYSLOG IP-osoite	Kyllä
3 (Vlan   Nimi)	untagged	8 (Vlan   Nimi)	disable	10.10.10.2	
10	Computer				
4 (Vlan   Nimi)	untagged	9 (Vlan   Nimi)	disable		
20	Printer				
5 (Vlan   Nimi)	untagged	10 (Vlan   Nimi)	tagged		
30	VOIP	700,10,20,30	to_tuotantoSW2		

Luo HP-konfiguraatio  
 Luo Cisco-konfiguraatio  
 Luo JSON  
 Luo lähetettävä konfiguraatio  
 Lähetä konfiguraatio

Kuva 17. Parametrit syötetty käyttöliittymään.



```
new 1 x new 2 x hpkonffi.txt x
1 configure terminal
2 hostname TuotantoSW1
3 password manager
4 SalainenSana
5 SalainenSana
6 ip default-gateway 10.10.10.1
7 vlan 700
8 name Management
9 ip address 10.10.10.10 255.255.255.0
10 exit
11 vlan 700,10,20,30
12 interface 1
13 tagged vlan 700,10,20,30
14 name to_core
15 interface 2
16 disable
17 name
18 interface 3
19 untagged vlan 10
20 name Computer
21 interface 4
22 untagged vlan 20
23 name Printer
24 interface 5
25 untagged vlan 30
26 name VOIP
27 interface 6
28 disable
29 name
30 interface 7
31 disable
32 name
33 interface 8
34 disable
35 name
36 interface 9
37 disable
38 name
39 interface 10
40 tagged vlan 700,10,20,30
41 name to_tuotantoSW2
42 exit
43 logging 10.10.10.2
44 snmp-server community Kuuluuko restricted
45
```

Kuva 18. Parametreista jalostettu konfiguraatio HP2530-8G-kytkimelle.

Tietoliikennepalveluita tarjoavilla yrityksillä, joilla on monta asiakasta ja suuri määrä eri valmistajien laitteita, ei välttämättä ole keskitettyä konfiguraatiohallintaa, minkä kautta verkkolaitteita voitaisiin hallita. Konfiguraatiotyökalua voitaisiin

käyttää myös tällaisissa ympäristöissä, niin uuden laitteen provisioinnissa kuin myös konfiguraatiomuutoksia tehdessä. Tämä auttaa ehkäisemään inhimillisiä virheitä, jotka voivat aiheutua huolimattomuudesta tai puutteellisesta konfiguraatiosyntaksin tuntemuksesta. Jo provisioituihin verkkolaitteisiin voidaan tehdä muutoksia etänä käyttämällä työkalun etähallintaominaisuutta.

### **Pohdintaa jatkokehitykselle**

Konfiguraatiotyökalua voidaan käyttää muihin verkkolaitteisiin, joko muokkaamalla tai luomalla uusia mallipohjia. Käyttöliittymän muokkaaminen on tehty helppoksi ja valmiiksi luotuja mallipohjia voidaan käyttää esimerkkeinä uusia mallipohjia luodessa. Näin työkalua voidaan käyttää eri valmistajien kytkimien, reititimien ja palomuurien provisiointiin ja konfigurointiin. Työkalussa olevaa verkkolaitteen etähallintaominaisuutta voidaan myös jatkokehittää. Työkalun avulla voidaan viedä esimerkiksi varmenteita tai jopa ohjelmistopäivityksiä verkkolaitteelle. Etähallintaominaisuus mahdollistaa konfiguraatiotyökalun jatkokehittämisen myös enemmän konfiguraationhallinnan suuntaan.

## **5 Yhteenveto**

Insinööriyössä luotiin konfiguraatiotyökalu, mitä voidaan käyttää verkkolaitteiden käyttöönotossa. Työkalu koostuu käyttöliittymästä, johon syöttämällä parametreja käyttäjä voi luoda konfiguraatitiedostoja. Konfiguraatioiden luontiin käytetään mallipohjia, jotka mukailivat valmistajan käyttämää konfiguraatiosyntaksia. Työkalun kehityksen yhteydessä luotiin mallipohjat kahden eri valmistajan verkkolaitteelle. Samassa yhteydessä kerrottiin mallipohjien suunnittelusta ja mitä pitää ottaa huomioon osana niiden käyttöönottoa.

Insinööriyössä esiteltiin tietoliikenneverkon ylläpidon eri osa-alueita ja pohdittiin niiden automatisointia. Selvisi, että automatisoimalla ylläpidon tehtäviä voidaan säästää ylläpitäjien aikaa sekä resursseja ja vähentää muutoksista aiheutuvia riskejä. Pilvipalveluiden esittelyn yhteydessä pohdittiin, että miten automaatiolla

ja tietoliikenneverkkojen virtualisomisella voidaan vastata pilvipalveluiden ja virtuaalisten konesalien esiin tuomiin haasteisiin tietoliikenteen näkökulmasta.

Lopuksi esitettiin mahdollisia käyttötilanteita työkalun käyttöön ja pohdittiin työkalun jatkokehitystä. Insinööriyön lopputuloksena valmistui helppokäyttöinen verkkolaitteiden konfigurointityökalu, mikä voi toimia osana alati kehittyvää tietoliikenteen automaatiota.

## Lähteet

- 1 Härkönen, Anni. 2020. Yksi laite hajosi, ja pian sadoiltatuhansilta katkesi internet, paketit jäivät automaatteihin ja valtiohallinnon yhteydet pätkivät: miten se on mahdollista? Verkkoaineisto. Helsingin Sanomat. <<https://www.hs.fi/kotimaa/art-2000006487834.html>>. Luettu 1.5.2021.
- 2 Costello, Katie; Rimol Meghan. 2020. Gartner Says Global IT Spending to Decline 8% in 2020 Due to Impact of COVID-19. Verkkoaineisto. Gartner. <<https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-05-13-gartner-says-global-it-spending-to-decline-8-percent-in-2020-due-to-impact-of-covid19>>. Luettu 2.5.2021.
- 3 Edwards, John. 2020. Smart network upgrades to consider before the next pandemic. Verkkoaineisto. Networkworld. <<https://www.network-world.com/article/3564544/smart-network-upgrades-to-consider-before-the-next-pandemic.html>>. Luettu 3.5.2021.
- 4 Clemm, Alexander. 2006. Network Management Fundamentals. E-kirja. Cisco Press.
- 5 FCAPS. 2007. Verkkoaineisto. SearchNetworking. <<https://searchnetworking.techtarget.com/definition/FCAPS>>. Luettu 9.5.2021.
- 6 Ulinic, Mircea & House, Seth. 2017. Network Automation at Scale. E-kirja. O'Reilly Media.
- 7 Overby, Stephanie; Greiner, Lynn; Gibbons Paul, Lauren. 2017. What is an SLA? CIO. <<https://www.cio.com/article/2438284/outsourcing-sla-definitions-and-solutions.html>>. Luettu 1.5.2021.
- 8 Building the Plan for Automating Network Operations. Verkkoaineisto. State Migration. <<https://statemigration.com/building-the-plan-for-automating-network-operations/>>. Luettu 2.5.2021.
- 9 Lowe, Scott; Oswalt, Matt & Edelman, Jason. 2018. Network Programmability and Automation. E-kirja. O'Reilly Media.
- 10 Netflow traffic analyzer. Kuva. <<https://www.solarwinds.com/-/media/solarwinds/swdvcv2/licensed-products/netflow-traffic-analyzer/images/product-screenshots/nta-dashboard-summary.ashx?rev=ae93a4a610ed482093da8ad175ceddd6>>. Kopioitu 9.5.2021.

- 11 How Ansible Works. Verkkoaineisto. Ansible. <<https://www.ansible.com/overview/how-ansible-works>>. Luettu 1.5.2021.
- 12 Sumit Jaiswal. Cisco.ios – VLANs resource module. Verkkoaineisto. Ansible. <[https://docs.ansible.com/ansible/latest/collections/cisco/ios/ios\\_vlans\\_module.html#examples](https://docs.ansible.com/ansible/latest/collections/cisco/ios/ios_vlans_module.html#examples)>. Päivitetty 30.4.2021. Luettu 1.5.2021.
- 13 Edelman, Jason. 2016. Network Automation with Ansible. E-kirja. O'Reilly Media.
- 14 SolarWinds Network Configuration Manager. 2020. Verkkoaineisto. E-Spin. <<https://www.e-spincorp.com/solarwinds-network-configuration-manager-ncm/>>. Luettu 26.4.2021.
- 15 Byers, Kirk. 2019. Netmiko Library. Verkkoaineisto. Pynet. <<https://pynet.twb-tech.com/blog/automation/netmiko.html>>. Luettu 18.5.2021.
- 16 Netmiko Examples. 2020. Verkkoaineisto. GitHub. <<https://github.com/ktbyers/netmiko/blob/develop/EXAMPLES.md#configuration-changes-1>>. Luettu 18.5.2021.
- 17 Slattery, Terry. 2020. Compare Paramiko, Netmiko and NAPALM network automation. Verkkoaineisto. SearchNetworking. <<https://searchnetworking.techtarget.com/tip/Network-automation-with-Python-Paramiko-Netmiko-and-NAPALM>>. Luettu 18.5.2021.
- 18 Clark, Stuart. 2019. Network Automation Using Unified API – Napalm. Verkkoaineisto. Cisco Blogs. <<https://blogs.cisco.com/developer/network-automation-using-napalm>>. Luettu 19.5.2021.
- 19 Manual EX Series Switch Configurations. 2020. Verkkoaineisto. Juniper TechLibrary. <[https://www.juniper.net/documentation/en\\_US/release-independent/nce/topics/example/nce-177-manual-mist-with-ex-switches.html](https://www.juniper.net/documentation/en_US/release-independent/nce/topics/example/nce-177-manual-mist-with-ex-switches.html)>. Luettu 24.4.2021.
- 20 Ulinic, Mircea & House, Seth. 2017. Network Automation at Scale. E-kirja. O'Reilly Media.
- 21 5 Hidden Challenges of Network Automation. 2018. Verkkoaineisto. NetBrain. <<https://www.netbraintech.com/blog/5-hidden-challenges-network-automation-age-sdn-beyond/>>. Luettu 5.5.2021.
- 22 Culver, Timothy; Goransson, Paul & Black Chuck. 2016. Software Defined Networks, 2nd Edition. E-kirja. Morgan Kaufmann.

- 23 Kapadia, Shyam; Krattiger, Lukas & Jansen, David. 2017. Building Data Centers with VXLAN BGP EVPN. E-kirja. Cisco Press.
- 24 SDN market size growing. 2019. Verkkoaineisto. Globe News Wire. <<https://www.globenewswire.com/news-release/2019/04/04/1797303/0/en/Software-Defined-Networking-SDN-Market-Size-USD-59-Billion-by-2023-Growing-at-Massive-CAGR-of-42-41.html>> Luettu 15.5.2021.
- 25 ACI Programmability. Verkkoaineisto. Cisco Devnet. <<https://developer.cisco.com/docs/aci/#!introduction/aci-programmability>>. Luettu 15.5.2021.
- 26 Craven, Connor. 2015. What is Overlay Networking? Verkkoaineisto. SdxCentral. <<https://www.sdxcentral.com/networking/sdn/definitions/what-is-overlay-networking/>>. Päivitetty 9.2020. Luettu 15.5.2021.
- 27 Aruba 2530 Management and Configuration guide for ArubaOS-Switch 16.09. 2019. Verkkoaineisto. Aruba HPE. <<https://techhub.hpe.com/eginfolib/Aruba/16.09/5200-5891/index.html#GUID-018484DF-7437-4632-B261-308956207255.html>>. Luettu 3.4.2021.
- 28 Claus, Eric. 2021. HP Procurve CLI Cheat Sheet. Verkkoaineisto. Spiceworks Community. <[https://community.spiceworks.com/how\\_to/85991-hp-procurve-cli-cheat-sheet](https://community.spiceworks.com/how_to/85991-hp-procurve-cli-cheat-sheet)>. Luettu 3.4.2021.
- 29 Cisco. Catalyst 2960 and 2960-S Switch Command Reference. Verkkoaineisto. <[https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960/software/release/12-2\\_53\\_se/command/reference/2960Com-Ref/intro.html](https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst2960/software/release/12-2_53_se/command/reference/2960Com-Ref/intro.html)>. Luettu 15.5.2021.