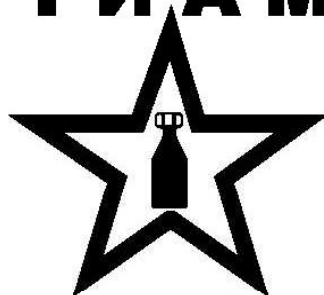


# Dynamo-Sovellusprojekti

## Projektiraportti

Tero Hätinén  
Joni Purojärvi  
Antti Pyykkönen

**D Y N A M O**



Versio 0.7  
Julkinen  
22.1.2008

Jyväskylän yliopisto  
Tietotekniikan laitos  
Jyväskylä

Hyväksyjä	Päivämäärä	Allekirjoitus	Nimenselvennys
Projektipäällikkö	__.__.2008		
Tilaaja	__.__.2008		
Ohjaaja	__.__.2008		

## Tietoa dokumentista

### Tekijät:

- |                        |                    |             |
|------------------------|--------------------|-------------|
| • Tero Häätinen (TH)   | tejuhati@cc.jyu.fi | 050-3528817 |
| • Joni Purojärvi (JP)  | jopuroja@cc.jyu.fi | 040-5271885 |
| • Antti Pyykkönen (AP) | anpyykko@cc.jyu.fi | 050-5376727 |

**Dokumentin nimi:** Dynamo-projekti, Projektiraportti

**Sivumäärä:** 48

**Tiedosto:** projektiraportti07.tex

**Tiivistelmä:** Dynamo-projektissa jatkokehitettiin Teknillisessä korkeakoulussa kehitettyä Dynamics-ohjelmistoa vastaamaan Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen LaiLa-projektin tarpeita. Projektiraportissa kuvataan projektin läpivientiä käsitellen mm. tavoitteita, resursseja, käytänteitä, tehtäviä, työnjakoa, aikataulua ja riskejä sekä analysoidaan niiden toteutumista verrattuna suunnitelmiin.

**Avainsanat:** Aikataulu, Dynamics, kokemukset, käytänteet, LaiLa-projekti, Mobile IP, oppiminen, resurssit, riskit, sovellusprojekti, tehtävät, tulokset, työmäärät.

## Muutoshistoria

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.1	27.11.2007	Laadittu luvut 1–6 ja luku 9 projektisuunnitelman pohjalta.	AP
0.2	5.12.2007	Laadittu luku 8 projektisuunnitelman pohjalta, lisätty kaikkien lukujen johdantokappaleisiin olennaisimmat erot suunnitellun ja toteutuman välillä, korjattu kirjoitus- ja muotoiluvirheitä vastaavan ohjaajan ohjeiden mukaisesti, lisätty maininnat sovellusraportista ja Doxygen-raportista sekä testaussuunnitelmasta ja -raportista, tarkennettu projektin toteuttamien toimintojen kuvausta ja lisätty tavutusohjeita.	AP
0.3	11.12.2007	Täydennetty avainsanalistaa, lisätty tavutusohjeita ja sivunvaihtoja, korjattu kirjoitusasua sekä lisätty huomioita suunnitelmien ja toteutumien välillä.	AP
0.4	13.12.2007	Lisätty lukujen 7 ja 10 runko, lisätty yhteenveto sekä täydennetty lukua 8. Täydennetty avainsanalistaa, korjailtu tavutusohjeita ja sivunvaihtoja, korjattu kirjoitusasua sekä lisätty huomioita suunnitelmien ja toteutumien välillä.	AP
0.5	19.12.2007	Lisätty viikoittaisia työtunteja kuvaavia graafeja, muokattu työtuntien jakaumaa kuvaavat piirakkagraafit, muokattu arvioituja ja toteutuneita työtunteja kuvaavaa taulukkoa, lisätty lähteitä lähdeluetteloon, korjailtu tavutusohjeita ja sivunvaihtoja, korjattu kirjoitusasua sekä lisätty huomioita suunnitelmien ja toteutumien välillä.	AP

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.6	15.1.2008	Muokattu viikoittaisia työtunteja ja työtuntien jakaumaa kuvaavia graafeja, muokattu Gantt-kaaviota, muokattu arvioituja ja toteutuneita työtunteja kuvaavaa taulukkoa ja korjattu kirjoitusasua.	AP
0.7	22.1.2008	Muokattu viikoittaisia työtunteja ja työtuntien jakaumaa kuvaavia graafeja, muokattu Gantt-kaaviota, muokattu arvioituja ja toteutuneita työtunteja kuvaavaa taulukkoa, korjattu kirjoitusvirheitä ja vaihdettu viittaukset "Dynamics-sovellukseen" "Dynamics-järjestelmään".	AP

## Tietoa projektista

Dynamics on Teknillisen korkeakoulun kehittämä järjestelmä Mobile IPv4 -verkkoon. Se mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden liikkumisen verkosta toiseen katkaistamatta yhteyttä, sekä huolehtii pakettien välittämisestä verkosta toiseen. Dynamo-projekti jatkokehitti Dynamics-järjestelmää vastaamaan paremmin tietotekniikan laitoksen ja LaiLa-projektin tarpeita.

### Tekijät:

- Tero Häätinen (TH)      `tejuhati@cc.jyu.fi`      050-3528817
- Joni Purojärvi (JP)      `jopuroja@cc.jyu.fi`      040-5271885
- Antti Pyykkönen (AP)      `anpyykkko@cc.jyu.fi`      050-5376727

### Tilaaja:

- Riku Ahonen      `riahonen@jyu.fi`      040-5174014
- Olli Alanen      `opalanen@jyu.fi`      014-2604974

### Ohjaajat:

- Juha Huikari      `juha.huikari@jyu.fi`      044-5329883
- Jukka-Pekka Santanen      `santanen@mit.jyu.fi`      014-2602756

### Yhteystiedot:

- Sähköpostilistat:      `dynamo@korppi.jyu.fi`,  
                                 `dynamo_opetus@korppi.jyu.fi`
- Sähköpostiarkistot:      `korppi.jyu.fi/list-archive/dynamo/`,  
                                 `korppi.jyu.fi/list-archive/dynamo_opetus/`
- WWW-sivut:      `http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/dynamo/`

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Termit</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Taustaa</b>	<b>3</b>
3.1	Mobile IPv4 . . . . .	3
3.2	Dynamics . . . . .	4
3.3	DHCP . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Projektin tavoitteet ja niiden toteutuminen</b>	<b>5</b>
4.1	Sovellukseen jatkokehityt ominaisuudet . . . . .	5
4.2	Toteutetut tulokset . . . . .	6
4.3	Oppimistavoitteet . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Organisaatio ja resurssit</b>	<b>9</b>
5.1	Projektiorganisaatio . . . . .	9
5.2	Perehdytys ja koulutus . . . . .	10
5.3	Työtilat, laitteet ja ohjelmistot . . . . .	10
5.4	Testausympäristö . . . . .	11
5.5	Dokumentointityökalut . . . . .	12
<b>6</b>	<b>Käytänteet</b>	<b>13</b>
6.1	Tiedotus . . . . .	13
6.2	Palaverit . . . . .	14
6.3	Dokumentointi . . . . .	14
6.4	Versionumerointi ja versiohallinta . . . . .	15
6.5	Tiedostojen nimeäminen . . . . .	15
6.6	Tulosten hyväksyminen ja katselmoinnit . . . . .	15
6.7	Tulosten koostaminen ja hakemistorakenne . . . . .	16
<b>7</b>	<b>Tehtävät, työmäärät ja työnjako</b>	<b>18</b>
7.1	Vastuualueet . . . . .	18
7.2	Tehtävien työmäärä ja jakautuminen . . . . .	18
7.3	Ryhmän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain . . . . .	21
7.4	Tero Hätisen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain . . . . .	22
7.5	Joni Purojärven työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain . . . . .	24

7.6	Antti Pyykkösen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain . . . . .	25
<b>8</b>	<b>Aikataulu ja viikottaiset työmäärät</b>	<b>26</b>
8.1	Prosessimalli ja inkrementtien tehtäväkokonaisuudet . . . . .	26
8.2	Tehtävien aikataulut . . . . .	27
8.3	Tulosten tavoitepisteet . . . . .	30
8.4	Ryhmän viikoittaiset työtunnit . . . . .	31
8.5	Tero Hätisen viikoittaiset työtunnit . . . . .	32
8.6	Joni Purojärven viikoittaiset työtunnit . . . . .	33
8.7	Antti Pyykkösen viikoittaiset työtunnit . . . . .	34
<b>9</b>	<b>Riskit ja niiden toteutuminen</b>	<b>35</b>
9.1	Riskien arvioitu toteutuminen . . . . .	35
9.2	Kokemattomuus projektihallinnasta . . . . .	36
9.3	Uudet tekniikat . . . . .	36
9.4	Sisäistettävän tiedon suuri määrä . . . . .	37
9.5	Ongelmat Dynamicsin kanssa . . . . .	37
9.6	Laite- ja ohjelmisto-ongelmat . . . . .	38
9.7	Ongelmat testausympäristön kanssa . . . . .	38
9.8	Poissaolot . . . . .	38
9.9	Ryhmähengen puute . . . . .	39
9.10	Ongelmat tiedotuksessa . . . . .	39
9.11	Ohjauksen puute . . . . .	39
<b>10</b>	<b>Kokemukset ja oppiminen</b>	<b>40</b>
10.1	Tero Hätinen . . . . .	40
10.2	Joni Purojärvi . . . . .	43
10.3	Antti Pyykkönen . . . . .	44
<b>11</b>	<b>Yhteenveto</b>	<b>46</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>47</b>



# 1 Johdanto

Dynamics on Teknillisen korkeakoulun kehittämä järjestelmä Mobile IPv4 -verkkoon. Se mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden liikkumisen verkosta toiseen katkaisematta yhteyttä, sekä huolehtii pakettien välittämisestä verkosta toiseen. Dynamo-projekti oli Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen syksyn 2007 sovellusprojekti. Se määritteli ja suunnitteli sekä osin toteutti ja testasi Dynamics-järjestelmän tarvittavat muutokset, jotta se saatiin vastaamaan paremmin LaiLa-projektin tarpeita.

Projektiraportissa kuvataan projektin suunniteltua ja toteutunutta läpivientä sekä suunnitelman ja toteutuman välisiä eroja ja niiden syitä. Dokumentissa käsitellään mm. projektin tehtäviä, aikataulua, työnjakoa, resursseja, riskejä ja käytänteitä sekä jäsenten kokemuksia ja oppimista.

Vaatusmäärittelyssä [1] esitellään jatkokehityksen vaatimusten ohella jatkokehitettävän sovelluksen toiminta ennen muutoksia sekä projektissa toteutettujen lisäysten ja muutosten jälkeen. Sovellusraportissa [9] kuvataan sovelluksen jatkokehityksen ohjelmalliset toteutusratkaisut. Yksityiskohtaisemmin muokatun sovelluksen lähdekoodi on esitelty referenssimanuaaleissa [10] ja [11]. Testaussuunnitelmassa [3] esitellään testitapaukset ja testausten käytänteet. Testausraportteihin [4] – [8] on koottu testauksessa käytetty testidata ja testauksen tulokset huomioineen.

Luvussa 2 on kuvattu tärkeimmät projektiin liittyvät termit. Projektin taustoja kuvataan luvussa 3 ja tavoitteiden toteutumista luvussa 4. Projektin organisaatio ja resurssit esitellään luvussa 5. Luvussa 6 määritellään projektissa käytetyt yleiset käytänteet, mm. kokousten ja dokumentoinnin osalta. Projektiin liittyvät tehtävät, niiden työmäärät, työnjako, tehdyt työtunnit ja aikataulut esitellään luvuissa 7 ja 8. Luvussa 9 tarkastellaan projektin arvioituja riskejä ja niiden toteutumista. Luvussa 10 projektin jäsenet kuvaavat kokemuksiaan ja omaa oppimistaan projektin kuluessa.

## 2 Termit

Dokumentin aihealueen termejä ovat seuraavat:

<b>Dynamics</b>	on Teknillisen korkeakoulun kehittämä sovellus Mobile IPv4-verkkoon.
<b>Dynamo-verkko</b>	on Dynamo-projektissa käytettävä verkko, jonka vaatimuksia vastaavaksi Dynamics-järjestelmä muokataan.
<b>GPL</b>	on käytetyin vapaan lähdekoodin ohjelmien lisenssi.
<b>LaiLa</b>	on tietotekniikan laitoksen tutkimusprojekti, jossa tarkastellaan langattomien laajakaistapalveluiden hallintaa multiaccess-verkossa.

Dokumentissa esiintyviä teknisiä termejä ovat seuraavat:

<b>Autentikointi</b>	on tapahtuma, jolla kaksi osapuolta varmistavat toistensa identiteetin.
<b>DHCP</b>	(Dynamic Host Configuration Protocol) on verkkoprotokolla, jonka avulla jaetaan dynaamisesti IP-osoitteita verkkoon liittyville päätelaitteille.
<b>Kotiagentti</b>	on kotiverkossa oleva ohjelmisto, joka tunneloi kaikki mobiililaitteelle menevät paketit ja ylläpitää tietoa mobiililaitteen sijainnista.
<b>Kotiverkko</b>	on verkko, johon mobiilin päätelaitteen kotiosoite kuuluu.
<b>Mobiili päätelaite</b>	on laite, joka voi liikkua verkosta toiseen. Se voi olla esimerkiksi WLAN-yhteydellä varustettu kämmenmikro.
<b>Mobile IPv4</b>	on IPv4-protokollan laajennus, joka mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden toiminnan IPv4-verkossa.
<b>Vierasagentti</b>	ohjaa liikennettä kotiagentin ja mobiilin päätelaitteen välillä, sekä tarjoaa verkon palvelut päätelaitteelle.
<b>Vierasverkko</b>	on verkko, jossa mobiili päätelaite vierailee.

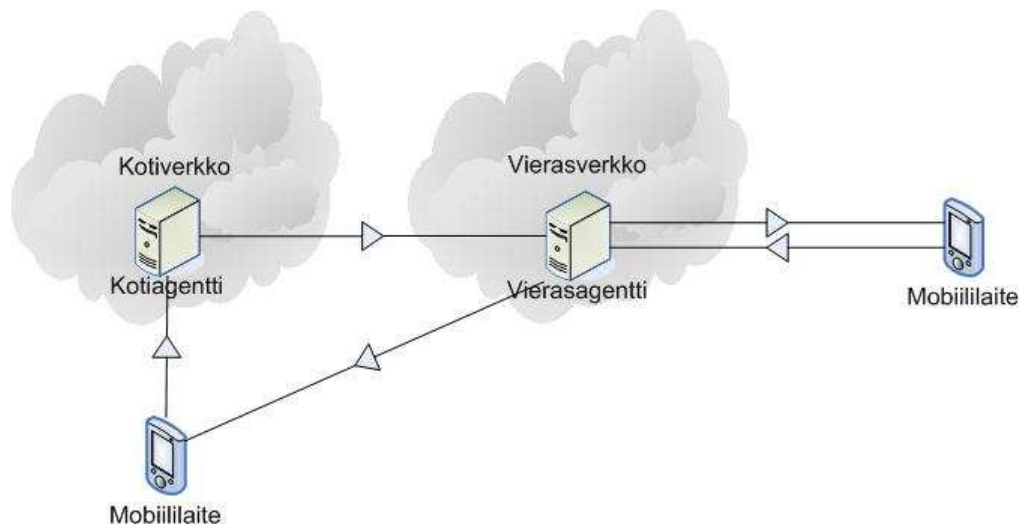
## 3 Taustaa

Luvussa käsitellään Dynamo-projektin taustoja Mobile IPv4 -protokollan, Dynamics-ohjelmiston ja DHCP:n osalta.

### 3.1 Mobile IPv4

Mobile IPv4 on IPv4-protokollan laajennus, joka mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden toiminnan IPv4-verkossa. Se perustuu mobiilin päätelaitteen, kotiagentin ja vierasagentin yhteistoimintaan. **Päätelaite** saa kaksi IP-osoitetta: kotiosoitteen ja vierasosoitteen.

**Kotiagentti** ylläpitää listaa, jonka mukaan se pystyy yhdistämään laitteen koti- ja vierasosoitteen. Päätelaitteen liikkuessa uuteen verkkoon, kotiagentti päivittää listaan **vierasagenttilta** saamansa tiedon laitteen uudesta verkosta, jonka mukaan kotiagentti jatkossa tunneloi laitteelle tulevat paketit. Päätelaite saa vierasagenttilta käyttöönsä vierasosoitteen, josta se on aina tavoitettavissa. Kuvassa 3.1 on esitelty pakettien välitys Mobile IPv4 -verkossa.



Kuva 3.1: Pakettien välitys Mobile IPv4 -verkossa.

## 3.2 Dynamics

Dynamics on Teknillisen korkeakoulun kehittämä GPL:n alainen järjestelmä Mobile IPv4 -verkkoon Linux-alustalle. Se mahdollistaa liikkuvien päätelaitteiden liikkumisen verkosta toiseen katkaisematta yhteyttä, sekä huolehtii pakettien välittämisestä verkosta toiseen. Dynamicsin kehitys lopetettiin alkuperäisen kehitysryhmän osalta 2000-luvun alussa.

Dynamics-järjestelmää muokattiin luvussa 4.1 mainittuja tarpeita vastaavaksi. Näiden muutosten tarpeet lähtivät Jyväskylän yliopiston LaiLa-projektin tarpeista.

## 3.3 DHCP

DHCP (Dynamic Host Configuring Protocol) on verkkoprotokolla, jonka avulla jaetaan dynaamisesti IP-osoitteita verkkoon liittyville laitteille. DHCP toimii asiakaspalvelin -periaatteella. Verkkoon liittyvä laite pyytää käynnistyksen yhteydessä DHCP-palvelimelta IP-osoitteen. Palvelin myöntää laitteelle osoitteen osoiteavaruudesta ennalta määräytyksi ajaksi. Tarvittaessa palvelin voi jakaa laitteelle muitakin asetuksia, kuten esimerkiksi oletusyhdyntävän ja nimipalvelimen osoitteen.

## 4 Projektin tavoitteet ja niiden toteutuminen

Luvussa käsitellään projektin tavoitteita ja toteutettuja tuloksia. Tärkeimmät tilaajan esittämät jatkokehitystavoitteet saatiin toteutettua projektin aikana. Dynamic-  
sin monimutkaisen rakenteen vuoksi säikeistykseen toteutuksesta jouduttiin luopu-  
maan, mutta sovellusta voidaan käyttää myös ilman säikeistystä. Minimivaatimus-  
ten lisäksi ryhmä toteutti virtuaalisesta vierasagentista määrittelyn ja suunnittelun  
sekä yksinkertaisen prototyypin. Ryhmän jäsenet saavuttivat myös asettamansa op-  
pimistavoitteet.

### 4.1 Sovellukseen jatkokehitetyt ominaisuudet

Tilaaja esitti Dynamicsin jatkokehitykselle useampia tavoitteita, joista olennaisim-  
mat toteutettiin projektissa. Projektin vaatimuksia ja niiden toteutumista käsitellään  
tarkemmin vaatimusmäärittelyssä [1]. Dynamics-järjestelmän jatkokehitys toteutet-  
tiin C-kielellä Linux-alustalla. Toteutuksessa hyödynnettiin valmista avoimen läh-  
dekoodin alaista UDHCPC-asiakasohjelmaa.

Tilaaja esitti toteutettavaksi seuraavat muutokset järjestelmään:

- DHCP:lle piti lisätä tuki. Dynamicsin aiemmassa versiossa kotiagentti antoi staattisen IP-kotiosoitteen päätelaitteelle. Dynaamisessa toteutuksessa kotiagentti pyytää uuden osoitteen DHCP-palvelimelta, kun uusi mobiili päätelaite ilmestyy verkkoon.
- "Virtuaalinen vierasagentti" on testaukseen tarkoitettu työkalu, joka generoi liikennettä Mobile IP -verkkoon. Virtuaalisen vierasagentin avulla voidaan testata kotiagentin kuormitusta.
- Kotiagentin kahdentamisella voidaan nostaa järjestelmän virheensietokykyä ajamalla aktiivisen prosessin rinnalla toista prosessia, joka tarkkailee aktiivisen prosessin tilaa. Jos aktiivisena ollut prosessi ei vastaa tietyn aikamääreen sisällä kutsuun, passiivisena ollut prosessi aktivoituu ja lataa edellisen prosessin tilatiedot.

Näistä kahteen ensimmäiseen tehtiin määrittely ja suunnittelu. DHCP-tuki toteutettiin säikeistystä lukuunottamatta. Dynamicsin monimutkaisen rakenteen vuoksi

säikeistys sovittiin tilaajan kanssa siirrettäväksi projektin jälkeiseen jatkokehitykseen. Ryhmän toteuttama virtuaalisen vierasagentin prototyyppi generoi liittymis- ja eroamispyyntöjä kotiagentille asetustiedostossa määriteltyjen parametrien mukaisesti. Kolmatta aihetta ei ehditty toteuttaa projektin aikana, kuten tilaajan kanssa ennakoitiin jo projektin alussa.

Järjeslmän käyttökelpoisuuden kannalta säikeistuksen toteuttaminen olisi yksi tärkeimmistä kehityskohteista. Muita ideoita mahdolliselle jatkokehitykselle on koottu sovellusraporttiin [9].

## 4.2 Toteutetut tulokset

Kaikki projektin aikana laaditut tulokset tallennettiin CD-levyille, jotka toimitettiin ryhmän jäsenille, projektikansioon, tilaajalle, tietotekniikan laitokselle sekä tekniselle ohjaajalle.

Varsinaista sovellussuunnitelmaa ei toteutettu alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen, koska jatkokehitystyön aikana huomattiin, että suunnitelmat muuttuivat lähes jatkuvasti toteutusvaiheessa. Järjestelmään tehdyt muutokset on kirjattu muutוסraporttiin.

Projektin aikana todettiin tarvetta erilliselle testaussuunnitelmalle sekä testaustulokset ja käytetyn testausdatan esitteleville testausraporteille. Projektin loppupuolella ryhmä tutustui Doxygen-nimiseen lähdekoodin dokumentointityökaluun, jonka avulla tuotettiin funktioiden kuvaukset muokatun sovelluksen lähdekoodista.

Projektin alussa laadittavaksi suunniteltujen dokumenttien lisäksi ryhmä laati asennusohjeen, joka sisältää vaiheittaiset ohjeet järjestelmän kääntämiseen ja ajamiseen.

Projektin aikana laadittiin seuraavat dokumentit:

<b>Projektisuunnitelma</b>	kuvaa projektin suunniteltua läpivientä, kuvaten mm. käytänteitä, aikataulua, työnjakoa, resursseja, riskejä ja tehtäviä.
<b>Vaatimusmäärittely</b>	sisältää järjestelmän jatkokehityksen tavoitteet, toiminnalliset ja tekniset vaatimukset, rajoitteet sekä vaatimusten tilan projektin päättyessä.

<b>Lähdekoodi</b>	sisältää ohjelmalistaukset kommentteineen.
<b>Muutosraportti</b>	kuvaa projektin aikana lähdekoodiin tehdyt muutokset. Muutosraportti kirjoitettiin englanniksi raakatekstimuodossa.
<b>Testaussuunnitelma</b>	kuvaa projektin aikana suoritettujen testausten testausympäristöt ja testitapaukset.
<b>Testausraportit</b>	kuvaavat järjestelmän testaustulokset ja käytetyn testausdatan.
<b>Referenssimanuaali</b>	on Doxygen-dokumentointityökalulla generoitu dokumentti lähdekoodin funktioista ja aliohjelmista.
<b>Sovellusraportti</b>	kuvaa jatkokehitetyn järjestelmän rakenteen yleisesti ja siihen jatkokehityksen yhteydessä toteutettujen toimintojen toteutusratkaisut.
<b>Asennusohje</b>	sisältää ohjeet järjestelmän kääntämiseen ja ajamiseen.
<b>Projektiraportti</b>	kuvaa projektin läpiviennin ja sille asetettujen tavoitteiden toteutumisen sekä analysoi toteutuman ja suunnitelman eroja ja mahdollisia syitä.

Lisäksi ryhmä laati seuraavat projektinhallintaan liittyvät dokumentit:

<b>Ajankäyttöraportit</b>	sisältävät ryhmän jäsenten kirjaamat vaihe- ja tehtäväkohtaiset työtunnit.
<b>Esittelymateriaali</b>	sisältää väli- ja loppuesittelyjä varten valmistellut materiaalit ja raportit.
<b>Palaverien dokumentit</b>	sisältävät palaverien esityslistat ja pöytäkirjat, lähdekoodin katselmointien pöytäkirjat sekä projektin tilan katsaukset.
<b>Itsearviointit</b>	sisältävät ryhmän jäsenten arvioinnit projektin tavoitteiden toteutumisesta, omasta panoksesta ja oppimisesta.

**Sähköpostit**

sisältävät kaikki projektin sähköpostilistoilla käydyt keskustelut tallennettuina HTML-muotoisiin arkistoihin.

### 4.3 Oppimistavoitteet

Sovellusprojektin aikana ryhmän jäsenten tavoitteena oli oppia todellisen ohjelmistoprojektin läpiviemistä ryhmässä, sekä suunnittelemaan ja hallitsemaan aikataulua ja työmäärän arviointia. Projektipäällikön lisäksi myös muut ryhmän jäsenet osallistuivat projektin hallintaan. Ryhmän jäsenet tekivät yhdessä mm. projektin aikataulusuunnitelmia, työmäärien arviointia ja raportteja. Näin ollen kaikki saivat projekteihin liittyvää arvokasta kokemusta.

Projektiorganisaation sisäisen kommunikoinnin tärkeys korostui projektin aikana. Vaikka projektipäälliköllä oli pääasiallinen vastuu tiedotuksesta, muutkin ryhmän jäsenet osallistuivat aktiivisesti tiedotukseen.

Projektiin liittyneiden väliesittelyjen ja loppuesittelyn myötä jäsenet oppivat esitteilyiden laatimista ja esityksen pitämistä. Ennen projektia ryhmän jäsenillä ei ollut kovin vankkaa kokemusta kokouskäytännöistä. Viikottaisissa palaverissa jäsenet oppivat myös kokoustekniikkaa sekä esityslistojen ja pöytäkirjojen laatimista. Kaikki ryhmän jäsenet pääsivät toimimaan vuorollaan kokouksissa puheenjohtajana ja sihteerinä.

Sovellusprojektiin kuului useiden eri dokumenttien laatimista. Ryhmän jäsenet jakoivat vastuuta eri dokumenttien tuottamisesta ja kirjoitusasun muokkaamisesta. Näin kaikki pääsivät laatimaan ja muokkaamaan dokumentteja vastaavan ohjaajan ohjeistuksen mukaisesti.

Projektissa käytettiin C-kieltä Linux-alustalla. Nämä molemmat tulivat ryhmän jäsenille melko uusina asioina. Tärkeimpiä projektissa käytettyjä työkaluja olivat KDevelop-kehitysympäristö, Wireshark-diagnostiikkatyökalu ja  $\text{\LaTeX}$ -ladontaohjelma.

Uusista tekniikoista työläimmäksi osoittautui säikeistuksen toteuttaminen. Muita projektin aikana opittuja tekniikoita ovat Mobile IPv4, sokettiohjelmointi, ja DHCP-palvelimet. Näistä tekniikoista sokettiohjelmointi jäi hieman ennakoitua vähemmälle huomiolle, koska toteutuksessa pystyttiin hyödyntämään jo valmiita ratkaisuja.



## 5 Organisaatio ja resurssit

Luvussa esitellään projektioorganisaatioon kuuluneet henkilöt sekä heidän käytössä olleet laitteet, tilat ja sovellukset. Organisaatiossa tai resursseissa ei tapahtunut juurikaan muutoksia projektin aikana. Projektioorganisaation ulkopuolelta apua kysyttiin C-kielen säikeistykseen ja GPL-lisenssiin liittyen.

### 5.1 Projektioorganisaatio

Projektiryhmään kuului kolme tietotekniikan laitoksen opiskelijaa: Tero Hätinen, Joni Purojärvi ja Antti Pyykkönen. Pyykkönen toimi projektin päällikkönä ja Purojärvi varapäällikkönä. Ryhmän jäsenistä ainoastaan Purojärvellä oli aiempaa kokemusta projektissa käytetystä Linux-alustasta. Myös C-kieli tuli jäsenille melko uutena asiana.

Tilaaajan eli tietotekniikan laitoksen edustajina toimivat tutkijat Riku Ahonen ja Olli Alanen. Ryhmän vastaavana ohjaajana toimi Jukka-Pekka Santanen ja teknisenä ohjaajana Juha Huikari. Tekninen ohjaaja oli yhteydessä Dynamicsin alkuperäiseen kehitysryhmän yhteyshenkilöön Björn Anderssoniin hankkiessaan lisädokumenttiota Dynamicsiin liittyen.

Projektin käytössä olleiden ohjelmistojen asennuksessa työhuoneen koneisiin auttoi ATK-tukihenkilö Petteri Olkinuora. Lisäksi ryhmän jäsenet saivat koulutusta ja tukea versiohallintajärjestelmä SVN:n käyttöön Maunu Tuomaiselta. Ryhmä otti yhteyttä Tapani Tarvaiseen selvittääkseen GPL-lisenssiin liittyviä velvollisuuksia ja oikeuksia. Toteutusvaiheessa ryhmä kysyi neuvoa Vesa Lappalaiselta säikeistykseen liittyen.

Testausympäristöä pystytettäessä ryhmä sai apua tekniseltä ohjaajalta ja tilaaajan edustajilta. Tarvittavat ohjelmat testausympäristön koneisiin asennettiin tietoliikennelaboratoriossa. Lisäksi ATK-tuki järjesti testaushuoneeseen yhden yliopiston verkkoon liitetyn koneen erilleen testausverkosta.

## 5.2 Perehdytys ja koulutus

Projektin rinnalla jäsenet suorittivat oheiskurssin, jossa saatiin koulutusta projektin hallintaan liittyviin asioihin. Oheiskurssiin kuuluivat projektiin liittyvät luennot ja ryhmätyöt, opponoinnit sekä dokumenttien kirjoitusasun muokkaaminen.

Oheiskurssiin sisältyivät seuraavat luennot:

- projektin johtaminen ja hallinta,
- käytettävyys,
- tekijänoikeus,
- versiohallinta sekä
- kaksi väliesittelyä.

Oheiskurssin sisältöön ei tullut projektin aikana muutoksia suunniteltuun verrattuna.

Luennoilla saatiin hyvää yleistä sovellusprojekteihin ja sovelluksiin liittyvää tietoa, vaikka kaikki luennoilla käydyt asiat eivät suoranaisesti liittyneet Dynamo-projektiin. Esimerkiksi käytettävyysluennot olivat mielenkiintoisia ja informatiivisia, mutta koska projektin aiheena oli konsolipohjaisen sovelluksen jatkokehittäminen, ei käytettävyysluennoista ollut varsinaisesti hyötyä projektia ajatellen.

Tekninen ohjaaja järjesti perehdytyksen Dynamics-sovellukseen, KDevelop-kehitysympäristöön ja testausympäristöön. Heti projektin alkuvaiheessa annettu perehdytys oli projektin etenemisen kannalta tärkeä, sillä näin ryhmän jäsenet saivat paremman kuvan jatkokehittävästä sovelluksesta ja sen toteutuksesta.

Oheiskurssin lisäksi ryhmän jäsenet olisivat toivoneet lisäkoulutusta C-kielestä. Etenkin C-kielen säikeistys tuotti ongelmia toteutusvaiheessa.

## 5.3 Työtilat, laitteet ja ohjelmistot

Ryhmän työskentely tapahtui suunnitelmien mukaisesti pääasiassa ryhmän työhuoneessa AgC223.4 ja viereisessä työhuoneessa AgC223.3, jossa sijaitsi testausympäristö.

Työhuoneessa ryhmällä oli käytössä neljä tietokonetta, joista yhteen oli asennettu käyttäjärjestelmäksi Windows XP ja kolmeen Linux Fedora Core 6. Linux-koneisiin

oli asennettu valmiiksi KDevelop 3.4.1 -sovelluskehitysympäristö koodin tuottamiseen ja muokkaamiseen.

Sovellusprojektien avotilassa oli projektiryhmien yhteinen tulostin. Lisäksi ryhmän jäsenillä oli käyttöoikeus tietotekniikan laitoksen kopiokoneeseen. Tarvittaessa ryhmä sai varata käyttöönsä videoprojektorin, kannettavan PC:n, digitaalisanelimen ja MiniDisc-tallentimen. Näistä laitteista tärkeimpiä ryhmälle olivat palaverissa ja katselmoinneissa käytetty videoprojektori ja tulostin.

Projekti hyödynsi verkkolevyä ja WWW-sivustoa projektin tiedostojen säilytyksessä. Lisäksi kaikki julkaistavaksi tarkoitetut dokumentit asetettiin saataville projektin WWW-sivuille. Verkkolevy oli hakemistossa `//iths1.it.jyu.fi/dynamo` ja sivusto osoitteessa `http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/dynamo`.

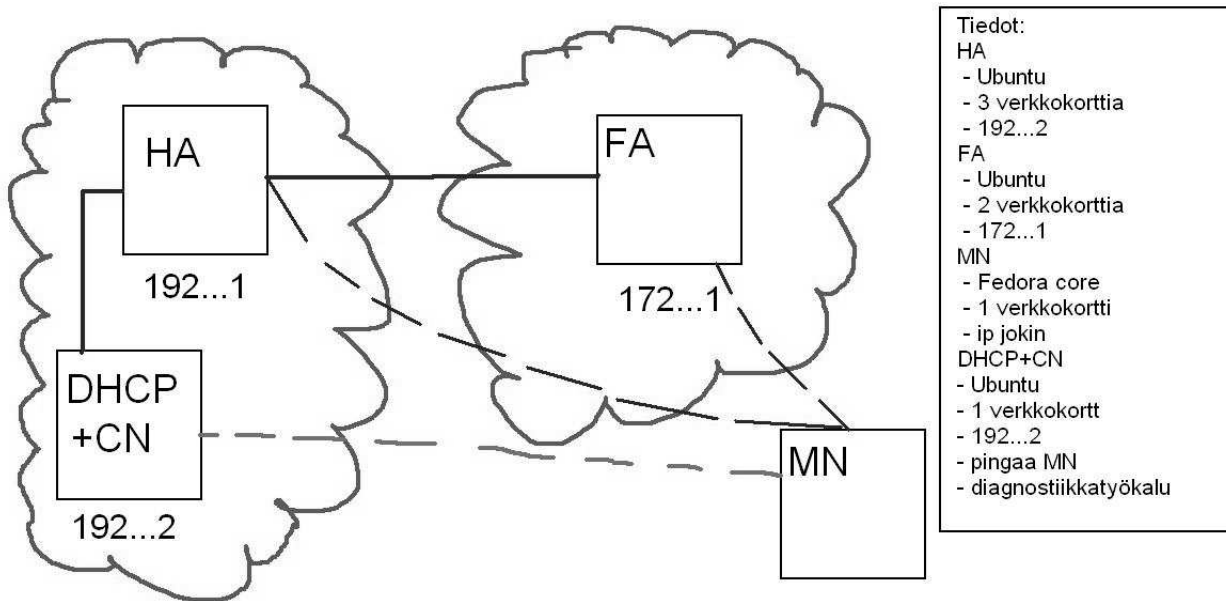
## 5.4 Testausympäristö

Testausympäristö pystytettiin suunnitelmien mukaisesti projektin alkuvaiheessa. Huoneessa AgC223.3 sijaitseva testausympäristö, joka koostui neljästä koneesta. Kaikkiin neljään koneeseen asennettiin Linux-käyttöjärjestelmä. Lisäksi mobiilina päätelaitteena toimineeseen mikeroon asennettiin Windows XP -käyttöjärjestelmä sekä kaupallinen Cisco-mobiililaitteohjelmisto.

Testausympäristön koneet muodostivat itsenäisen verkon erilleen yliopiston verkosta. Testahuoneeseen asennettiin lisäksi Internetin käyttöä varten yksi kone, joka oli yhteydessä yliopiston verkkoon, mutta erillään testiverkosta.

Testauksessa käytettiin aluksi Dynamicsin alkuperäistä versiota 0.81. Projektin edessä sen sovelluksia muokattiin projektin tarpeiden mukaan. Verkon liikennettä seurattiin Wireshark-ohjelman versiolla 0.99.4. Alkuperäisen suunnitelman lisäksi ryhmä sai myös käyttöönsä GDB-virheenjäljitysohjelman testauksen avuksi.

Testausympäristön verkkotopologia on kuvattu kuvassa 5.1. Järjestelmätestausvaiheessa sovellusta testattiin myös tilaajan ympäristössä tietoliikennelaboratoriossa.



Kuva 5.1: Testausympäristön verkkotopologia.

## 5.5 Dokumentointityökalut

Dokumentoinnissa hyödynnettiin suunnitellun mukaisia työkaluja ja käytänteitä. Dokumentit laadittiin  $\text{\LaTeX}$ -ladontaohjelmistolla Linux-koneisiin asennettua Texmaker-ohjelmaa apuna käyttäen. Muut tekstidokumentit, esimerkiksi esityslistat ja pöytäkirjat, tallennettiin teksti- ja HTML-muodossa.

Ajankäytönseurantaan ryhmällä oli käytössään tarkoitukseen räätälöity Excel-taulukko. Lisäksi Windows-mikrosta löytyi tarvittavat toimisto-ohjelmistot (Open Office ja Microsoft Office) taulukoiden käsittelyyn sekä esitysgrafiikan laatimiseen. Taulukkolaskentaohjelmaa käytettiin ajankäytön suunnitelmien ja testausraporttien taulukoiden laatimiseen sekä ajankäytön seurantaan. Esitysgrafiikkatyökaluja käytettiin projektin esittelyjen ja tilannekatsausten laatimiseen.

## 6 Käytänteet

Projektin läpivienti suoritettiin noudattamalla luvussa kuvattavia käytänteitä liitteen tiedotukseen, kokouskäytänteisiin, dokumentointiin, katselmointeihin ja tulosten koostamiseen. Projektin käytänteisiin ei tullut suuria muutoksia. Testaushuoneeseen asennettu yliopiston verkkoon liitetty Windows-kone helpotti ryhmän työskentelyä, sillä kone mahdollisti verkkolevyn ja Internetin käytön testaushuoneesta käsin.

### 6.1 Tiedotus

Tiedottaminen projektin aikana sujui suunnitelmien mukaisesti. Tiedotusvastuu projektin ja sovelluksen tilasta oli pääasiassa projektipäälliköllä. Kukin ryhmän jäsenistä huolehti omiin tehtäviinsä ja tuloksiinsa liittyvästä tiedotuksesta.

Projektiin liittyvistä valinnoista, muutoksista ja niiden vaihtoehdoista keskusteltiin projektiorganisaation kesken palavereissa. Projektipäällikkö laati joka viikko tilannekatsauksen, joka esiteltiin viikkopalaverissa. Jos ko. viikolla ei järjestetty palaveria, tilannekatsaus oli nähtävissä projektin WWW-sivuilla.

Projektiryhmän sisäinen tiedotus hoidettiin pääosin suullisesti, sillä ryhmän jäsenet työskentelivät fyysisesti samassa tilassa ja tapasivat lähes päivittäin. Lisäksi ryhmän jäsenten väliseen viestintään luotiin Korppi-opintotietojärjestelmään oma ryhmä ja siihen kuuluva sähköpostilista. Kiireelliset asiat hoidettiin puhelimitse.

Tiedotusta varten luotiin kaksi sähköpostilistaa. Listalle `dynamo@korppi.jyu.fi` kuului koko projektiorganisaatio (kts. luku 5.1), sekä ryhmän jäsenet ja ohjaajat kuuluivat listalle `dynamo_opetus@korppi.jyu.fi`. Listoilla tiedotettiin yleisistä asioista, kuten tapaamisista ja palavereista. Lisäksi listojen avulla jaettiin palaverien esityslistat ja pöytäkirjat.

Sähköpostilistojen viestit arkistoituivat julkisiin arkistoihin

<http://korppi.jyu.fi/list-archive/dynamo/> ja

[http://korppi.jyu.fi/list-archive/dynamo\\_opetus/](http://korppi.jyu.fi/list-archive/dynamo_opetus/).

Dokumentit ja muut valmiit tulokset tallennettiin projektin WWW-sivuille osoitteeseen

<http://sovellusprojektit.it.jyu.fi/dynamo>.

## 6.2 Palaverit

Palaverien käytänteissä ei tullut muutoksia suunnitelmiin nähden. Projektin alkuvaiheessa projektiorganisaatio kokoontui viikoittain, jotta projektin tavoitteet ja toteutusratkaisut pystyttiin määrittämään tarkasti. Loppuvaiheessa palavereita pidettiin harvemmin. Palaverissa käytiin läpi ajankohtaisten asioiden lisäksi edellisen projektin pöytäkirja, projektin tehtävien tilanne ja jäsenten työmäärät, kullekin osallistujalle edellisessä kokouksessa määrätyt tehtävät, seuraavat tehtävät sekä muut esille tulleet ajankohtaiset asiat.

Jäsenet toimivat vuorotellen palavereissa puheenjohtajana ja sihteerinä. Sihteeri laati muistiinpanojensa pohjalta kokouksen pöytäkirjan ja seuraavaan kokouksen esityslistan. Esityslista toimitettiin kaikille projektiorganisaation jäsenille viimeistään vuorokautta ennen palaveria. Sihteeri varmisti pöytäkirjansa paikkansapitävyyden kyseisen palaverin puheenjohtajalta, sijoitti tarkastetun pöytäkirjan projektin WWW-sivulle ja ilmoitti siitä sähköpostitse projektiorganisaatioon kuuluville.

## 6.3 Dokumentointi

Dokumentointi tapahtui suunnitelman mukaisesti. Projektin dokumentit laadittiin  $\text{\LaTeX}$ -ladontaohjelmistolla. Dokumentit tallennettiin ja julkaistiin PDF-muodossa. Lisäksi dokumentit tallennettiin  $\text{\LaTeX}$ -muodossa myöhemmän muokkaamisen mahdollistamiseksi.

Palaverien esityslistat ja pöytäkirjat tallennettiin raakatekstimuodossa sähköpostitse levittämisen helpottamiseksi. Palaverien pöytäkirjat lisättiin HTML-muodossa projektin WWW-sivuille.

Dokumentit laadittiin suomen kielellä. Koodin kommentointi ja nimeäminen tapahtui Dynamics-ohjelmiston aikaisempia käytäntöjä noudattaen englanniksi.

## 6.4 Versionumerointi ja versiohallinta

Dokumenttien versionumeroinnissa käytettiin juoksevaa numerointia suunnitelman mukaisesti. Ensimmäinen tarkastettavaksi toimitettu versio oli 0.1. Tarkastettavaksi toimitettavan version numeroa lisättiin 0.1 edelliseen tarkastettuun versioon verrattuna. Tarkastusten välillä tallennettavia versioita kasvatettiin 0.01:llä. Versio 1.0 oli ensimmäinen tilaajan ja vastaavan ohjaajan hyväksymä versio.

Koska testausympäristön koneet eivät ole yhteydessä yliopiston verkkoon, siirrettiin koodiin tehdyt muutokset USB-tikulla Windows-koneeseen, josta ne siirrettiin edelleen verkkolevyille.

## 6.5 Tiedostojen nimeäminen

Kaikki dokumentit nimettiin suunnitellun mukaisesti pienillä kirjaimilla ilman skandinaavisia merkkejä. Tiedostojen nimeämisessä käytettiin tyyliä `dokumentinimi-versio.pääte`, eli esimerkiksi `projektisuunnitelma02.tex`. Palaverien esityslistat ja pöytäkirjat tallennettiin muodossa `järjestysluku_dokumentinimi.txt`. HTML-muodossa WWW-sivuille sijoitettavat dokumentit nimettiin muuten samoin kuin tekstitiedostot, mutta päätteeksi tuli HTML.

## 6.6 Tulosten hyväksyminen ja katselmoinnit

Projektissa muokattu lähdekoodi katselmoitiin projektin aikana kolme kertaa suunnitellun kahden kerran sijaan. Tarkastettava koodi asetettiin projektin verkkosivuille nähtäväksi ennen katselmointia.

Katselmoinnissa puheenjohtaja kävi videoprojektorin avulla läpi lähdekoodiin tehdyt muutokset. Ohjaajat ja tilaajan edustajat kertoivat omia parannusehdotuksiaan koodiin liittyen. Yksi ryhmän jäsenistä toimi katselmoinneissa sihteerinä, ja kirjoitti parannusehdotukset ylös.

Dokumenttien tarkastukseen ei järjestetty erillisiä katselmointeja. Vastaava ohjaaja tarkasti ryhmän julkaisemat dokumentit ja toimitti ryhmälle korjausehdotukset. Lisäksi vaatimusmäärittelyä, testaussuunnitelmaa ja sovellusraporttia katselmoitiin viikkopalaverien yhteydessä.

Projektipäällikkö, tilaajan edustaja ja vastaava ohjaaja allekirjoittivat hyväksytyt projektisuunnitelman, vaatimusmäärittelyn, testausuunnitelman, sovellusraportin ja projektiraportin. Tilaaja ja tekninen ohjaaja hyväksyivät myös viimeistellyn lähdekoodin.

## 6.7 Tulosten koostaminen ja hakemistorakenne

Kaikki projektin aikana laaditut dokumentit ja lähdekoodit koottiin yhteen kansioon. Lisäksi tulokset tallennettiin CD-levylle, josta toimitettiin kopiot tilaajalle, projektikansioon, tietotekniikan laitokselle, tekniselle ohjaajalle ja jokaiselle ryhmän jäsenelle. Hakemistorakenteeseen lisättiin suunniteltuun versioon nähden katselointien pöytäkirjat ja referenssimanuaalit.

Tiedostot tallennettiin CD:lle seuraavanlaiseen hakemistorakenteeseen:



## dokumentit

ajankaytto	ryhmän jäsenten ajankäyttötaulukko
palaverit	palaverien esityslistat ja pöytäkirjat
tilannekatsaukset	projektin tilannekatsaukset
katselmoinnit	katselmointien pöytäkirjat
suunnitelmat	projektiin liittyvät suunnitelmat
projektisuunnitelma	
vaatimusmaarittely	
testaussuunnitelma	
sopimukset	projektin aikana laaditut sopimukset
esittelyt	esittelyiden materiaalit ja pöytäkirjat
raportit	projektin tulosten raportointi
projektiraportti	
sovellusraportti	
testausraportit	
itsearviointit	
lahdekoodi	
muutosraportti	lähdekoodiin tehdyt muutokset
asennusohjeet	ohjeet lähdekoodin kääntämiseen ja sovel- luksen ajamiseen
referenssimanuaali	Doxygen-dokumentointityökalulla laadi- tut lähdekoodin dokumentit
sähköpostit	
dynamo	projektiorganisaation yhteisen sähköposti- listan arkisto
dynamo_opetus	ryhmän jäsenten ja ohjaajien välisen sähkö- postilistan arkisto
ryhmatyöt	ryhmätöiden materiaalit

## 7 Tehtävät, työmäärät ja työnjako

Luvussa esitellään projektiin liittyneet tehtäväkokonaisuudet ja tehtävät sekä niiden arvioidut ja toteutuneet työmäärät ja työnjako. Suurimmat ylitykset tulivat projektin hallinnan työtunneissa. Tämä johtui siitä, että isojen dokumenttien laatiminen oli arvioitua työläämpää. Suurimmat alitukset työtunteihin tulivat perehtymisessä ja toteutuksessa. Toteutus sujui säikeistystä lukuunottamatta yllättävän nopeasti.

### 7.1 Vastuualueet

Projektipäällikkö Antti Pyykkönen keskittyi projektin alusta lähtien projektin suunnitteluun, hallintaan ja dokumentointiin. Tero Hätinen ja Joni Purojärvi tutustuivat projektin alussa uusiin tekniikoihin, kuten C-kieleen, Mobile IPv4:ään ja Dynamic-siin. He myös kantoivat päävastuun jatkokehityksen toteutusvaiheesta.

Ryhmän pienen koon vuoksi tehtäviä kuitenkin jaettiin ryhmän jäsenten kesken, ja kaikki pääsivät tekemään osittain kaikkia tehtäväkokonaisuuksia. Projektiin kuului paljon dokumentointia, eikä yksi henkilö olisi ehtinyt laatia kaikkia tarvittavia dokumentteja. Lisäksi oikeaoppinen projektin dokumentointi, kirjoitusasun muokaus ja L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-ladontaohjelman käyttö olivat tärkeitä saavutettuja oppimistavoitteita.

Hätiselle kasaantui arvioitua enemmän työtunteja projektin hallintaan liittyen, vaikka Purojärvi olikin nimettynä projektin varapäälliköksi. Tämä johtui lähinnä siitä, että Purojärvellä oli vankin kokemus C-kielen ohjelmoinnista ja näin ollen hän luonnollisesti osallistui eniten ohjelmointiin. Lisäksi Purojärvelle kertyi paljon työtunteja jo toteutusvaiheessa, joten henkilökohtaisten työtuntien erojen pienentämiseksi Hätinen teki projektin loppuvaiheessa enemmän projektin hallintaan liittyvää dokumentointia.

### 7.2 Tehtävien työmäärä ja jakautuminen

Taulukossa 7.1 on esitelty ryhmän jäsenten suunnitellut (S) ja toteutuneet (T) työtunnit tehtävittäin.

Tehtävät	AP		JP		TH		yht	
	S	T	S	T	S	T	S	T
<b>Projektin hallinta</b>	<b>88</b>	<b>117</b>	<b>25</b>	<b>49,25</b>	<b>29</b>	<b>72</b>	<b>142</b>	<b>238,25</b>
Projektin suunnittelu	40	51,5	4	5	8	5	52	61,50
Projektin raportointi	20	46,5	0	0	0	0	20	46,50
Sovelluksen raportointi	5	0	10	37,25	10	59	25	96,25
Tiedotus	10	12	6	4	6	5	22	21,00
Seuranta	10	7	2	3	2	3	14	13,00
Tulosten luovutus	3	0	3	0	3	0	9	0,00
<b>Palaverit</b>	<b>29</b>	<b>28,75</b>	<b>23</b>	<b>32,75</b>	<b>23</b>	<b>24,25</b>	<b>75</b>	<b>85,75</b>
Projektin tila	6	5	0	3	0	0	6	8,00
Esityslista	3	3	3	5	3	3	9	11,00
Palaverit	15	15,25	15	15,25	15	13,75	45	44,25
Pöytäkirja	5	5,5	5	9,5	5	7,5	15	22,50
<b>Perehtyminen</b>	<b>39</b>	<b>16,75</b>	<b>49</b>	<b>36</b>	<b>49</b>	<b>33,25</b>	<b>137</b>	<b>86,00</b>
C-kieli	4	7,75	5	4,5	5	12,75	14	25,00
Mobile IP	6	2	8	2	8	4	22	8,00
DHCP	5	1	6	6	6	4,5	17	11,50
Dynamicsin koodi	6	3	6	16,5	6	9,5	18	29,00
Dynamicsin kääntäminen	4	0	4	0	4	0	12	0,00
Soketit	6	0	8	3	8	1,5	22	4,50
Säikeet	8	3	12	4	12	1	32	8,00
<b>Testausympäristö</b>	<b>17</b>	<b>26,5</b>	<b>21</b>	<b>31,75</b>	<b>15</b>	<b>17,5</b>	<b>53</b>	<b>75,75</b>
Koneiden asennus	6	4,5	8	6,75	2	3	16	14,25
Dynamicsin asennus	5	4	5	5	5	5	15	14,00
Testausympäristön pystytys	6	18	8	20	8	9,5	22	47,50
<b>DHCP kotiagenttiin</b>	<b>86</b>	<b>51,5</b>	<b>121</b>	<b>104</b>	<b>121</b>	<b>44</b>	<b>328</b>	<b>199,50</b>
Määrittely	5	1	18	22,5	18	7	41	30,50
Suunnittelu	10	5,5	10	7	10	17,5	30	30,00
<b>Ohjelmointi</b>								
tilat	8	7	8	20	8	8	24	35,00
säikeistys	10	14,5	18	16	18	1	46	31,50
viestit	13	4	17	16	17	3	47	23,00
soketit	8	0	18	3,5	18	0	44	3,50
Testaus	17	14,5	17	13	17	5,5	51	33,00
Koodin viimeistely	15	5	15	6	15	2	45	13,00
<b>Virtuaalinen vierasagentti</b>	<b>59</b>	<b>20,5</b>	<b>78</b>	<b>38,25</b>	<b>78</b>	<b>32</b>	<b>215</b>	<b>90,75</b>
Määrittely	5	5	10	14	10	4	25	23,00
Suunnittelu	10	4	14	3,25	14	8	38	15,25
<b>Ohjelmointi</b>								
viestit	12	10,5	20	17	20	15	52	42,50
soketit	3	0	5	0	5	0	13	0,00
Testaus	14	1	14	1	14	1	42	3,00
Koodin viimeistely	15	0	15	3	15	4	45	7,00
<b>Oheiskurssi</b>	<b>70</b>	<b>73,75</b>	<b>70</b>	<b>59,75</b>	<b>70</b>	<b>75,25</b>	<b>210</b>	<b>208,75</b>
Luennot	20	20	20	20	20	20	60	60,00
Dokumenttien kirjoitusasu	35	37,25	35	30,75	35	39,75	105	107,75
Väliesitykset ja valmistelu	15	16,5	15	9	15	15,5	45	41,00
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>388,00</b>	<b>334,75</b>	<b>387,00</b>	<b>351,75</b>	<b>385,00</b>	<b>298,25</b>	<b>1160</b>	<b>984,75</b>

Taulukko 7.1: Ryhmän jäsenten työtuntimäärät tehtävittäin.

Projektin hallintaan kului arvioitua enemmän aikaa. Tähän vaikuttaa se, että isojen dokumenttien laatiminen oli arvioitua työläämpää. Etenkin projektisuunnitelma, vaatimusmäärittely sekä projekti- ja sovellusraportit veivät paljon aikaa. Projektin hallinnan työtunnit ovat korkeat myös siksi, että kolmen hengen ryhmässä projektin hallintaan kuluu suhteessa enemmän aikaa neljän hengen ryhmään verrattuna.

Palaverien osalta ajankäyttösuunnitelmat pitivät hyvin paikkansa. Pienet erot tulivat lähinnä pöytäkirjojen laatimisesta ja korjailusta. Kenelläkään ryhmän jäsenistä ei ollut aiempaa kokemusta palavereista ja oikeaoppisen pöytäkirjan laatimisesta.

Ryhmä aloitti aiheeseen ja uusiin tekniikoihin perehtymisen heti projektin alkuvaiheessa. Perehtymiseen merkatut työtunnit jäivät kuitenkin hieman arvioidusta. Tämä johtuu osittain siitä, että jo perehtymisvaiheessa pyrittiin kokeilemaan erilaisia toteutusratkaisuja käytännössä.

Testausympäristön pystytys vei aikaa huomattavasti enemmän kuin arvioitiin. Koska sovellusta testattiin erikseen testausverkossa ja tilaajan verkossa, piti testausympäristö pystyttää kahteen kertaan. Testausympäristön pystytyksen viemä aika ei näy kokonaisuudessaan tehdyissä työtunneissa, sillä välillä ryhmän jäsenet joutuivat ongelmatilanteessa odottamaan teknisen ohjaajan tai tilaajan edustajan apua.

Toteutusvaihe sujui säikeistystä lukuunottamatta arvioitua helpommin. DHCP-tuen toteutuksessa hyödynnetyn UDHCPC-asiakassovelluksen integrointi Dynamicsiin onnistui melko nopeasti. Säikeistys sen sijaan osoittautui ongelmalliseksi. Usean yrityksen jälkeen säikeistys todettiin alkuperäisen Dynamicsin monimutkaisen rakenteen vuoksi liian työlääksi toteuttaa, ja se siirrettiin edelleen jatkokehitystavoitteeksi. Myöskään säikeistuksen aiheuttama viivästys ei näy suoraan tehdyissä työtunneissa. Ryhmän jäsenet joutuivat välillä odottamaan neuvoja tilaajan edustajilta ja tekniseltä ohjaajalta, kuten myös ongelmissa testausympäristön kanssa.

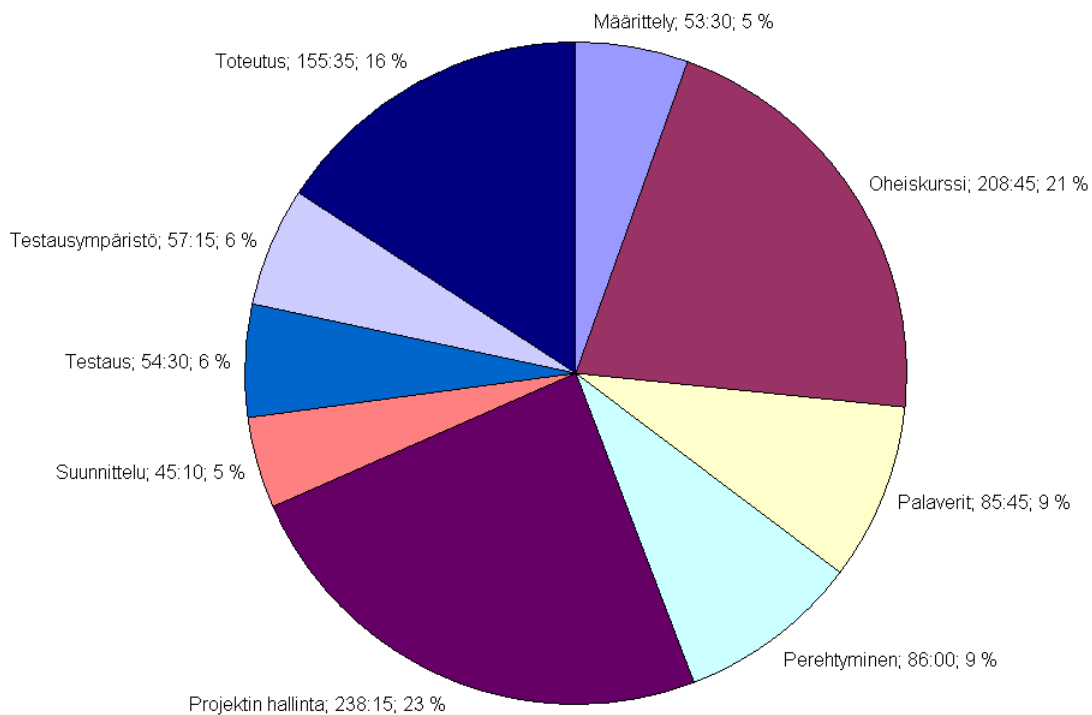
Oheiskurssiin kuluneet työtunnit vastaavat hyvin arvioitua. Tehtävien jaon vuoksi Purojärven työtunnit väliesitysten valmisteluissa jäivät muita jäseniä pienemmiksi.

Kaikki ryhmän jäsenet jäivät asetetusta kokonaistyötuntimäärätarvotteesta. Tämä johtui lähinnä muiden opintojen ja töiden vaikutuksesta viikoittaisiin työtunteihin. Tästä huolimatta projektin tavoitteet saatiin toteutettua.

### 7.3 Ryhmän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain

Jäsenten välillä näkyi eroja tehdyissä työtunneissa koko projektin ajan. Tämä johtui pääasiassa siitä, että projektin kanssa samaan aikaan suoritettavat muut opinnot rajoittivat ajoittain projektin parissa työskentelyä. Ryhmän keskinäisiä eroja pyrittiin mm. tasoittamaan siten, että jäätyään tunneissa muita jälkeen, Tero Hätinen teki iltaisin ja viikonloppuisin projektiin liittyviä tehtäviä.

Kuvassa 7.1 esitellään projektiryhmän kokonaistuntimäärä tehtäväkokonaisuuksittain. Projekti jatkokehitti järjestelmää, joten uusiin tekniikoihin ja sovelluksen edelliseen versioon perehtymiseen kului normaalia projektia enemmän aikaa. DHCP-tuen toteutuksessa hyödynnettiin valmista UDHCP-asiakassovellusta. Valmiiden sovellusten integrointi sujui arvioitua nopeammin. Itse toteutuksen työtunnit jäivät edellä mainituista syistä johtuen alle 20 prosenttiin.



Kuva 7.1: Ryhmän työtuntien jakauma tehtäväkokonaisuuksittain.

Sovellusta testattiin sekä testausympäristössä että tilaajan ympäristössä. Näin ollen testausverkko piti pystyttää kahteen eri paikkaan. Tästä syystä myös testaukseen kului suhteellisen paljon aikaa.

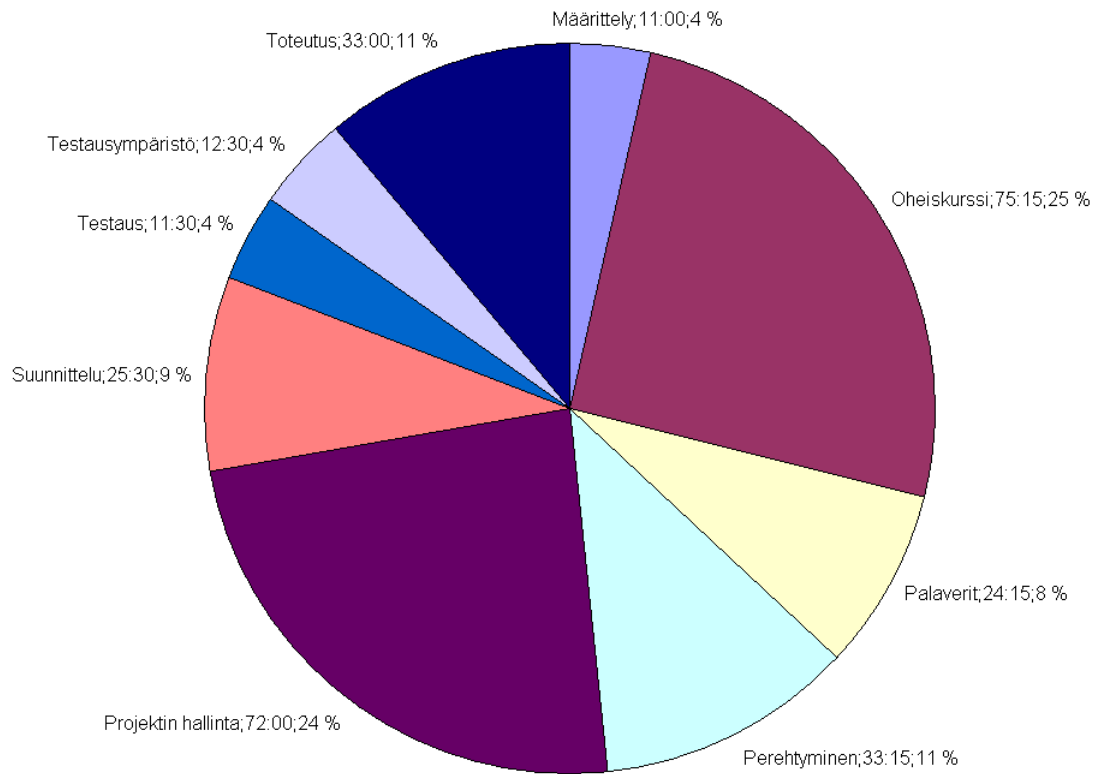
Koska ryhmässä oli ainoastaan kolme jäsentä, projektin hallintaan kului suhteessa melko paljon työtunteja. Osittain samasta syystä johtuu myös oheiskurssin suhteellisen korkea tuntimäärä, sillä oheiskurssin tunteihin merkattiin dokumenttien kirjoitusasuun liittyvät korjaukset.

## 7.4 Tero Hätisen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain

Kuvassa 7.2 esitellään Tero Hätisen kokonaistyötuntimäärän jakautuminen eri tehtäväkokonaisuuksille. Hänen työtunteihin sisältyi melko paljon perehtymistä heti projektin alkuvaiheissa uusien tekniikoiden vuoksi.

Hätisellä oli projektin aikana ryhmän jäsenistä eniten muita töitä ja opintoja hoidettavanaan. Projektin loppuvaiheessa hän otti kiinni muiden työtunteja laatimalla ja korjailemalla dokumentteja. Tämän vuoksi hänelle tuli paljon tunteja projektin hallintaan ja oheiskurssiin. Oheiskurssiin kirjattiin myös dokumenttien kirjoitusasun korjaus.

Hätinen käytti ryhmän jäsenistä eniten aikaa suunnitteluun. Tämä johtuu lähinnä siitä, että sovellussuunnitelman laatiminen oli alunperin Hätisen vastuulla ja osa hänen sovellussuunnitelmaan käyttämistä työtunneista on merkattu suunnitteluun. Koska toteutussuunnitelmat muuttuivat koko ajan, sovellussuunnitelman laatimisesta kuitenkin luovuttiin. Hätisellä on ryhmän jäsenistä vähiten toteutuksen työtunteja. Tämä johtuu siitä, että hänellä oli toteutusvaiheessa eniten kiireitä muiden opintojen ja töiden parissa.

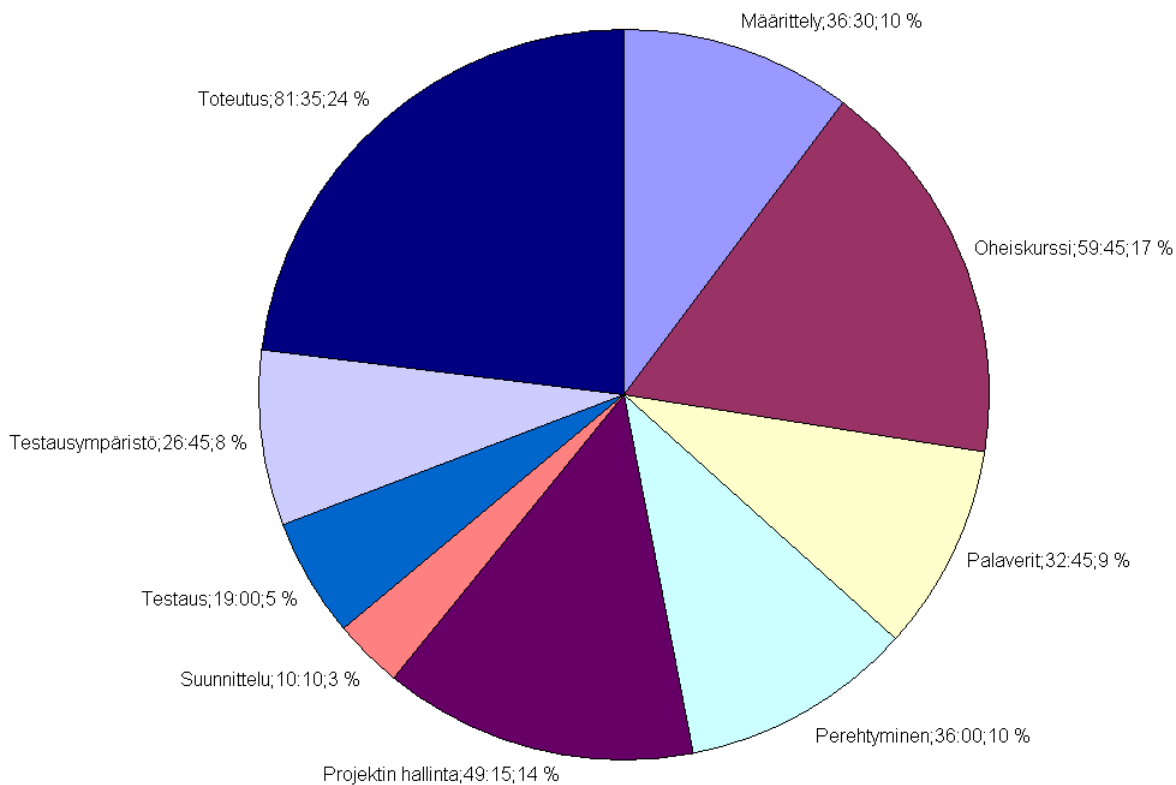


Kuva 7.2: Tero Häti'sen työtuntien jakauma tehtäväkokonaisuuksittain.

## 7.5 Joni Purojärven työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain

Kuvassa 7.3 esitellään Joni Purojärven kokonaistyötuntimäärän jakautuminen eri tehtäväkokonaisuuksille. Purojärvellä on ryhmän jäsenistä selkeästi eniten työtunteja toteutuksessa. Hänen toteutusratkaisut myös näkyvät eniten sovelluksen tilaajalle luovutettavassa versiossa. Purojärvelle tuli myös melko paljon tunteja määrittelyyn, sillä alunperin Purojärven vastuulle kuulunutta vaatimusmäärittelyä laadittaessa vaatimukset tarkentuivat.

Purojärvelle tuli muihin ryhmän jäseniin verrattuna enemmän työtunteja toteutukseen. Tämä johtunee siitä, että hän hallitsi ohjelmoinnin ja erityisesti C-kielen ryhmän jäsenistä parhaiten. Projektin loppupuolella hänelle oli jo kertynyt melko paljon työtunteja, joten muut ryhmän jäsenet tekivät häntä enemmän projektin hallintaan kuuluvaa dokumentointia huolimatta siitä, että Purojärvi toimi projektin varapäälikkänä.

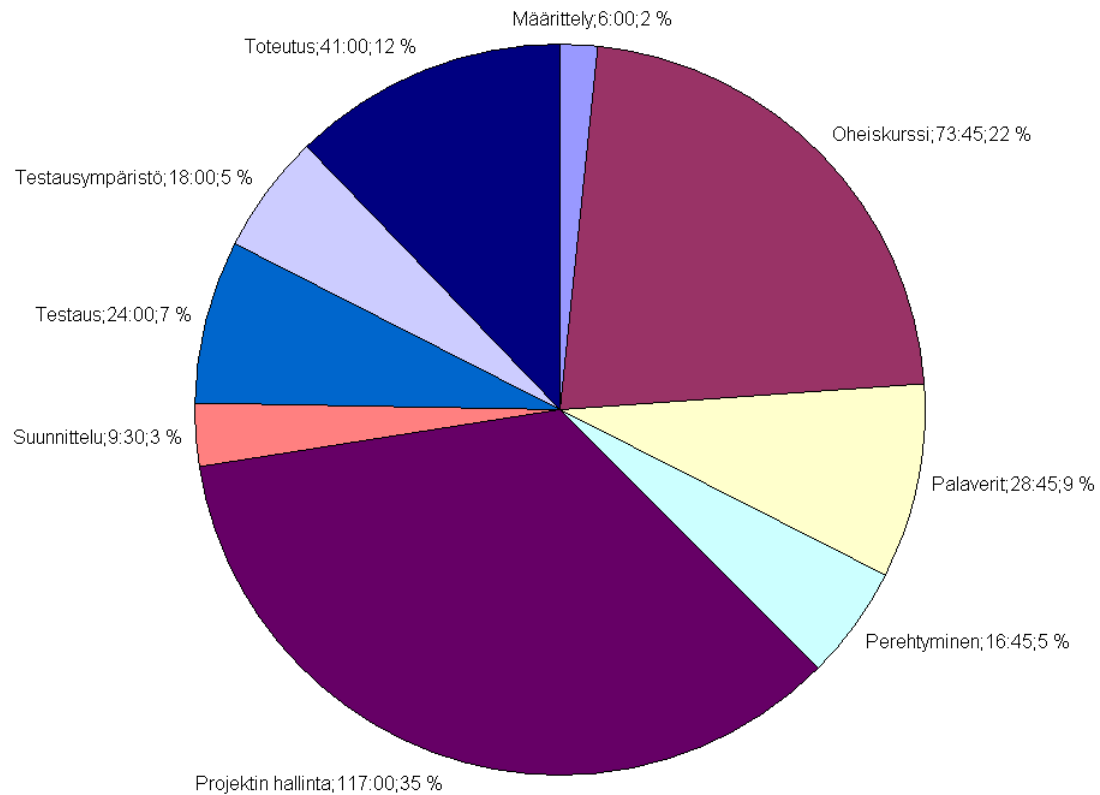


Kuva 7.3: Joni Purojärven työtuntien jakauma tehtäväkokonaisuuksittain.



## 7.6 Antti Pyykkösen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain

Kuvassa 7.4 esitellään Antti Pyykkösen kokonaistyötuntimäärän jakautuminen eri tehtäväkokonaisuuksille. Projektipäällikkö Pyykkösellä tuli heti projektin alusta lähtien selkeästi eniten työtunteja projektin hallintaan ja oheiskurssiin. Tämä johtuu projektin hallintaan liittyvien dokumenttien laatimisesta ja niiden kirjoitusasun korjauksesta. Projektisuunnitelman laatimisen vuoksi projektin alussa perehtymiseen käytetty aika jäi muita vähäisemmäksi.



Kuva 7.4: Antti Pyykkösen työtuntien jakauma tehtäväkokonaisuuksittain.

## 8 Aikataulu ja viikottaiset työmäärät

Luvussa käsitellään projektin eri vaiheita ja niiden arvioitujen aikataulujen toteutumisista. Projektin aikana todettiin pieniä virheitä suunnitellussa aikataulussa sekä arvioituissa työmäärissä. Lähinnä tämä näkyi liian optimistisina arvioina ryhmän jäsenten viikottaisesta tuntityöpanoksesta ja dokumenttien valmistumisaikataulusta. Nämä eivät kuitenkaan loppujen lopuksi viivästyttäneet projektin aikataulua paitsi, että dokumenttien hyväksytyt versiot valmistuivat pari viikkoa suunniteltua myöhemmin.

### 8.1 Prosessimalli ja inkrementtien tehtäväkokonaisuudet

Projektissa sovellettiin inkrementaalista eli rakentavaa ohjelmistokehitysmallia. Dynamics-järjestelmään jatkokehitettävät toiminnallisuudet oli jaettu selkeisiin itenäisiin kokonaisuuksiin, joten inkrementaalinen lähestymistapa katsottiin sopivimmaksi. Inkrementit koostuivat kokonaisuuksista, jotka on esitelty luvussa 4.1. Täysin puhtaasta inkrementaalista mallista ei kuitenkaan voida puhua, koska inkrementtejä toteutettiin päällekkäin. Inkrementit testattiin erikseen omilla testitapauksillaan, mutta tulosten hyväksyttäminen tapahtui samaan aikaan viimeisen katselmoinnin yhteydessä.

**Vaatimusmäärittelyssä** kuvattiin Dynamicsin alkuperäinen toiminta sekä siihen tarvittavat muutokset. Vaatimusmäärittelyä alettiin laatimaan heti projektin alussa samalla, kun jäsenet tutustuivat Dynamics-sovelluksen alkuperäiseen lähdekoodiin ja toiminnallisuuteen. Jatkokehitettävän sovelluksen tavoitteet jaettiin yksittäisiin vaatimuksiin. Kullekin vaatimukselle määrättiin tilaajan kanssa prioriteetti sen mukaan, kuinka tärkeitä kyseisen vaatimuksen toteutus oli.

**Suunnittelussa** laadittiin vaatimusmäärittelyn pohjalta suunnitelma varsinaisesta ohjelmallisesta toteutuksesta. Koska suunnitelmat muuttuivat jatkuvasti eri ratkaisuja kokeiltaessa, luovuttiin varsinaisen sovellussuunnitelman laatimisesta, ja kunkin sovellusosion suunnitelmat päätettiin dokumentoida raakatekstidokumentteihin.

**Toteutus** aloitettiin osin päällekkäin suunnittelun kanssa. Toteutuksessa ohjelmoitiin koodiin suunnitellut lisäykset ja muutokset. Suurin osa sovelluksen jatkokehitystyöstä tehtiin testausympäristössä, jolloin sovelluksen tarkoituksenmukaista toi-

mintaa pystyttiin seuraamaan aina pientenkin muutosten jälkeen.

Kunkin ohjelmaan kehitetyn komponentin toimintaa testattiin **yksikkötestauksella**. Kun sovellukseen saatiin toteutettua vaatimusmäärittelyn mukaiset vaatimukset, sovelluksen toimintaa testattiin **integroititestauksella** sekä **järjestelmätestauksella** testausympäristössä. Testauksen läpivienti, testitapaukset ja testitulokset on esitelty tarkemmin testaussuunnitelmassa [3] sekä testausraporteissa [4] – [8].

Viimeisenä inkrementtinä olleessa **viimeistelyvaiheessa** viimeisteltiin kaikki laaditut dokumentit, laadittiin sovellus- ja projektiraportit sekä koottiin tulokset projektiansioon ja CD:lle.

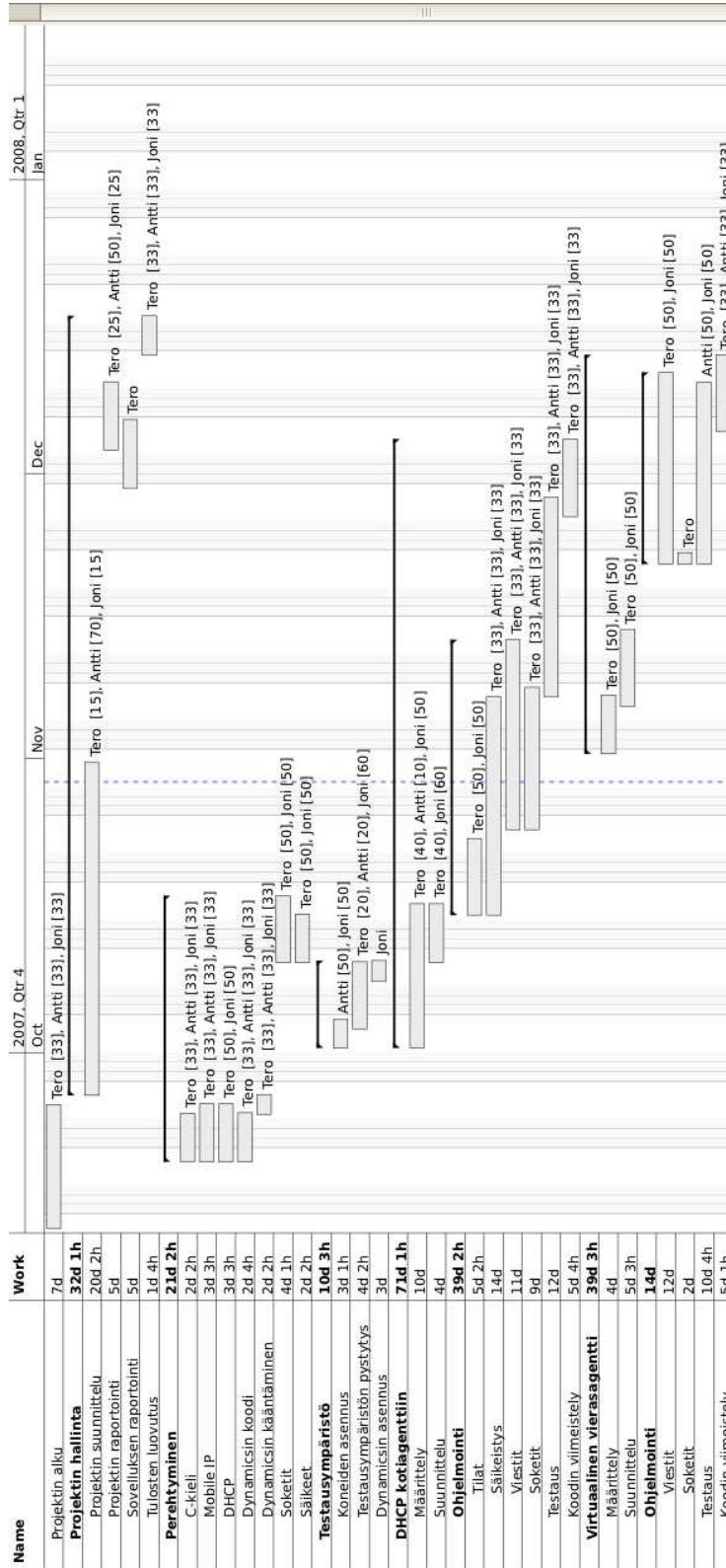
Projektin inkrementtien tehtäväkokonaisuudet etenivät suurin piirtein suunnitellun mukaisesti. Toteutus kuitenkin suoritettiin käytännössä melko paljon päällekkäin suunnittelun kanssa, sillä suunnitelmat muuttuivat jatkuvasti eri ratkaisuja kokeiltaessa. Samasta syystä myös erillisen sovellussuunnitelman laatimisesta luovuttiin.

## 8.2 Tehtävien aikataulutus

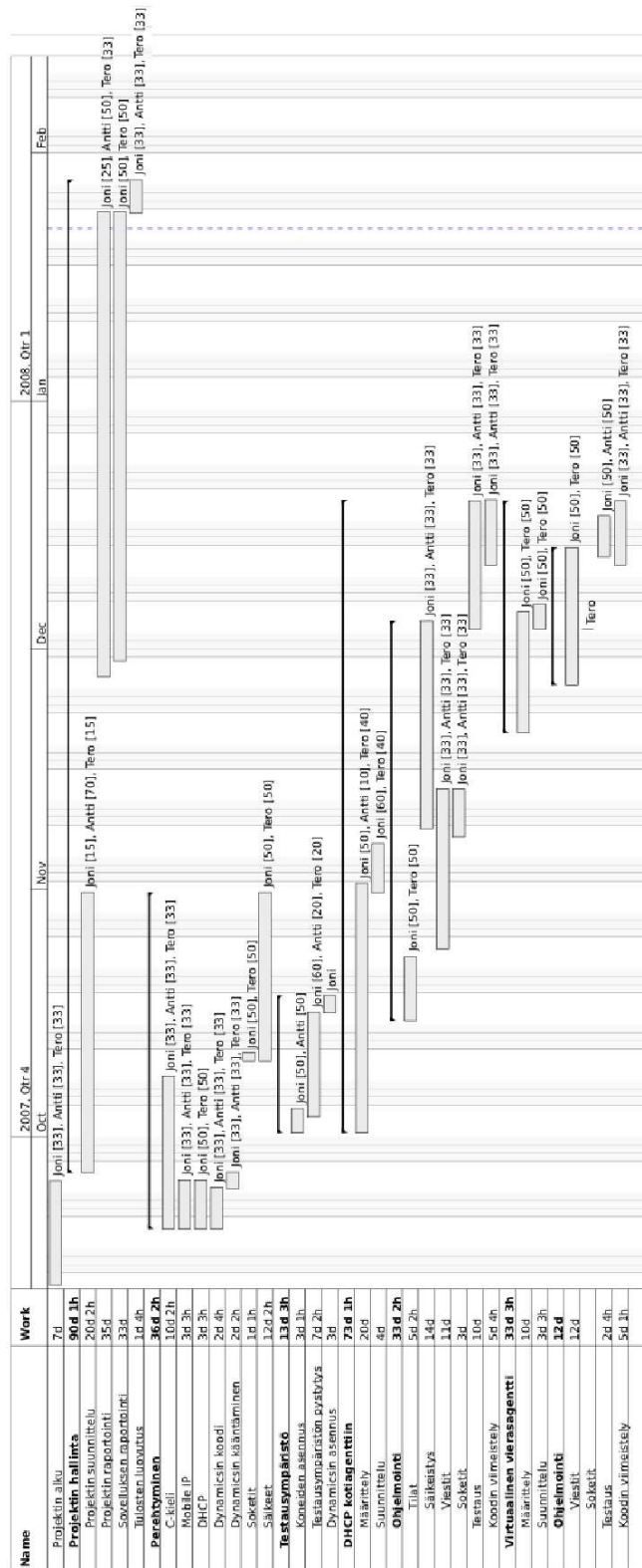
Kuvissa 8.1 ja 8.2 on esitetty projektin inkrementtien ja jäsenten työtehtävien suunniteltu ja toteutunut aikataulutus Gantt-kaavioina. Palkit aikajanalla kuvaavat tietyn tehtävän kestoja projektin aikana. Nimien perässä olevat numerot kuvaavat kunkin jäsenen prosentuaalista osuutta ko. tehtävän työtunneista.

Vaatimukset muuttuivat ja tarkentuivat projektin aikana. Tämä viivästytti vaatimusmäärittelyä. Toteutus voitiin kuitenkin aloittaa osin päällekkäin määrittelyn ja suunnittelun kanssa, joten tämä ei varsinaisesti viivästyttänyt koko projektia.

Toteutusvaiheessa huomattiin, että suunnitellut toteutusratkaisut muuttuivat jatkuvasti ohjelmoinnin edetessä. Tästä syystä suunnittelu- ja toteutusvaiheet etenivät päällekkäin. Molempien toteutettujen aiheiden ohjelmointi päästiin aloittamaan ajoissa. Säikeistystä lukuunottamatta ohjelmointi myös eteni hyvää vauhtia. Ongelmat säikeistyksen kanssa myös viivästyttivät testauksen aloittamista ja näin ollen myös raporttien laatimista. Lopulta tilaajan kanssa sovittiin säikeistyksestä luopumisesta.



Kuva 8.1: Gantt-kaavio suunnitellusta aikataulutuksesta.



Kuva 8.2: Gantt-kaavio toteutuneesta aikataulutuksesta.

### 8.3 Tulosten tavoitepisteet

Taulukossa 8.1 on esitetty projektin tärkeimpien tulosten vastuuhenkilöt, hyväksymisen tavoitepäivämäärät ja toteutuneet hyväksymispäivämäärät. Suunnitelmista poiketen vastuu vaatimusmäärittelyn laatimisesta virtuaalisen vierasagentin osalta siirtyi myöhemmin Tero Hätiselle.

Tulos	Vastuu	Tavoite	Toteutunut
Projektisuunnitelma	AP	31.10.	31.10.
Vaatimusmäärittely	JP & TH	7.11.	4.12.
Sovellussuunnitelma	kaikki	14.11.	ei tehty
DHCP-toteutus ja testaus	kaikki	28.11.	18.12.
Virtuaalisen vierasagentin toteutus ja testaus	kaikki	5.12.	13.12.
Sovellusraportti	TH	5.12.	kesken
Projektiraportti	AP	10.12	kesken

Taulukko 8.1: Projektin tärkeimpien tulosten tavoitepiste-päivämäärät.

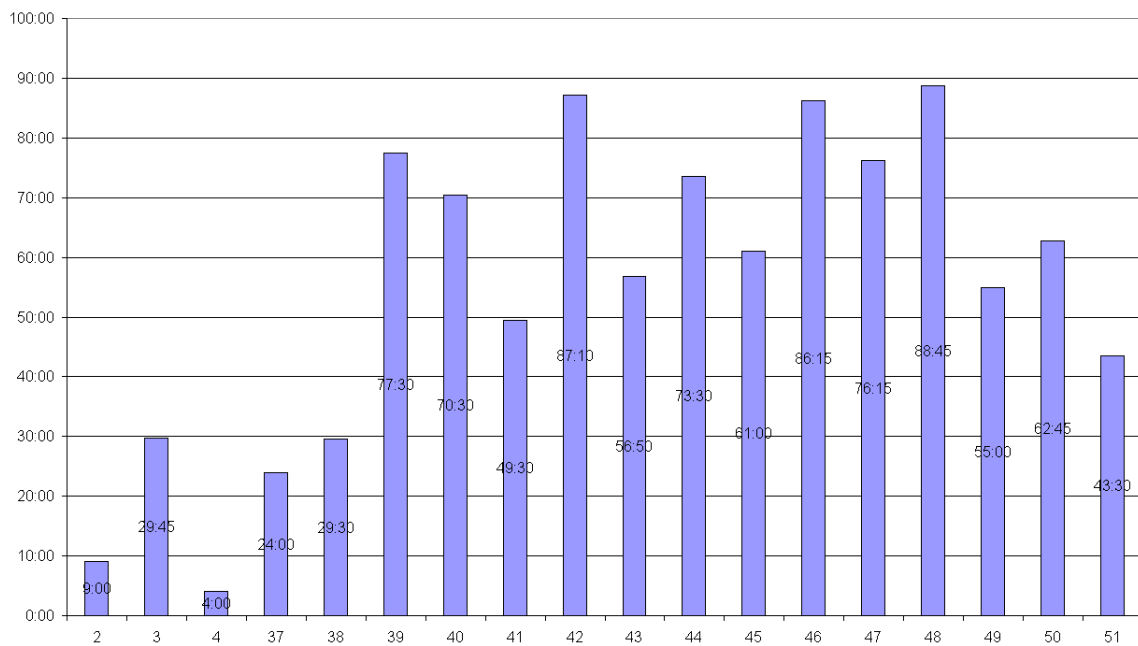
DHCP-tuen toteutuksen viivästyminen johtui pääasiassa ongelmista järjestelmän säikeistyksen kanssa. Tämä ei kuitenkaan viivästyttänyt koko projektia kovin paljoa, sillä virtuaalisen vierasagentin toteutusta aloitettiin osin päällekkäin DHCP-tuen toteutuksen kanssa.

Usean dokumentin valmistumisaikataulussa jäätin hieman tavoitteista. Tämä johtui pääasiassa liian optimistisesta arvioinnista dokumenttien sisällön ja kirjoitustason hyväksynnän suhteen. Myös vaatimukset ja toteutusratkaisut tarkentuivat projektin edetessä, ja näin ollen aiheuttivat korjauksia dokumentteihin. Aiempien dokumenttien kokemusten vuoksi projekti- ja sovellusraporttien laatiminen aloitettiin hyvissä ajoin jo marraskuun puolella.

## 8.4 Ryhmän viikoittaiset työtunnit

Ryhmän jäsenten viikoittaiset työpanokset jäivät hieman suunnitellusta. Tämä johtui lähinnä liian optimistisista arvioista kunkin henkilön mahdollisuuksista työskennellä projektin parissa. Tästä huolimatta projektin tavoitteet saatiin täytettyä.

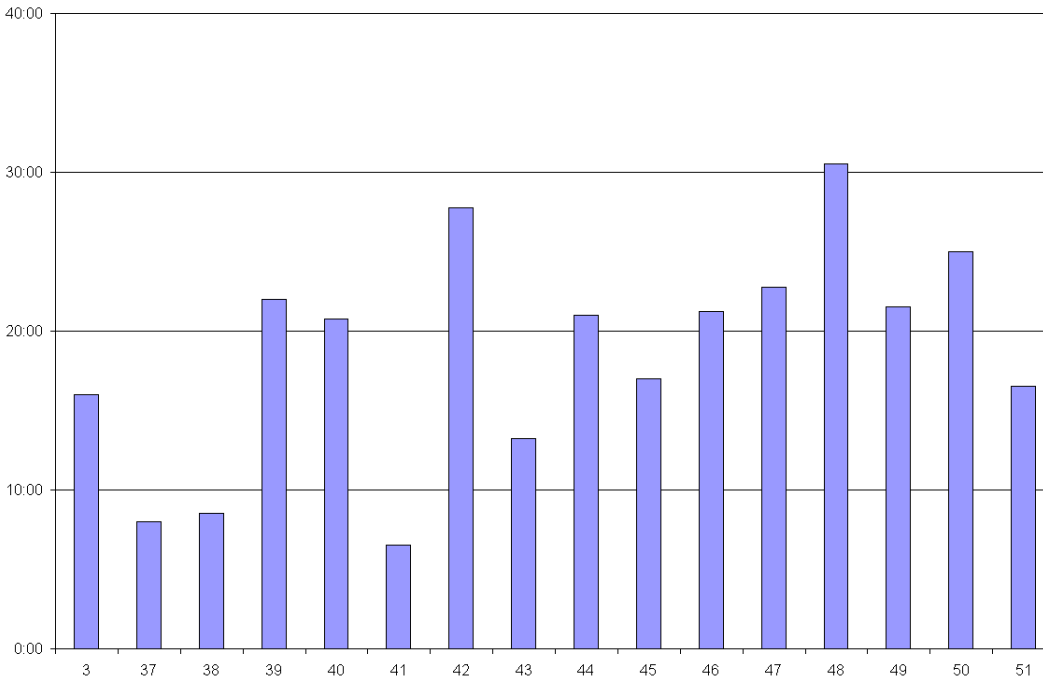
Kuvassa 8.3 on esitetty ryhmän jäsenten viikoittaiset työtunnit yhteensä. Kahden ensimmäisen viikon jälkeen ryhmä teki keskimäärin noin 70 tunnin työviikkoja. Viikkojen 41, 43 ja 45 vähäisemmät työtunnit johtuivat tenteistä ja henkilökohtaisista matkoista. Viikolla 49 oli itsenäisyyspäivä, jolloin ryhmä piti kaksi päivää vapaata. Vuoden vaihteen jälkeiset työviikot näkyvät kuvissa 8.3–8.6 aikajanalla viikkonumeron mukaan virheellisesti alussa.



Kuva 8.3: Ryhmän viikoittaiset työtunnit.

## 8.5 Tero Hätisen viikoittaiset työtunnit

Kuvassa 8.4 on kuvattu Tero Hätisen viikoittaiset työtunnit. Hätisellä oli ryhmän jäsenistä eniten muita opintoja ja töitä projektin aikana. Viikkojen 41, 43 ja 45 vähäiset työtunnit johtuvat tenteistä ja henkilökohtaisesta matkasta. Projektin loppua kohden Hätinen alkoi tehdä pidempiä viikkoja. Hän teki osan dokumentoinnista ja kirjoitusasun muokkaamisesta iltaisin ja viikonloppuisin.

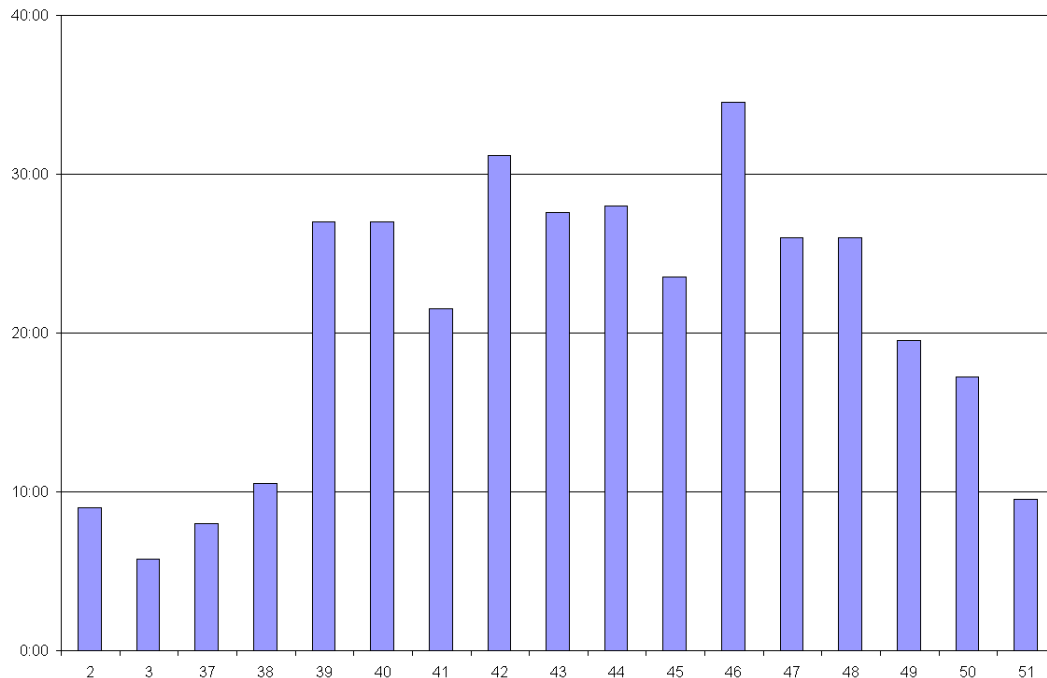


Kuva 8.4: Tero Hätisen viikoittaiset työtunnit.



## 8.6 Joni Purojärven viikoittaiset työtunnit

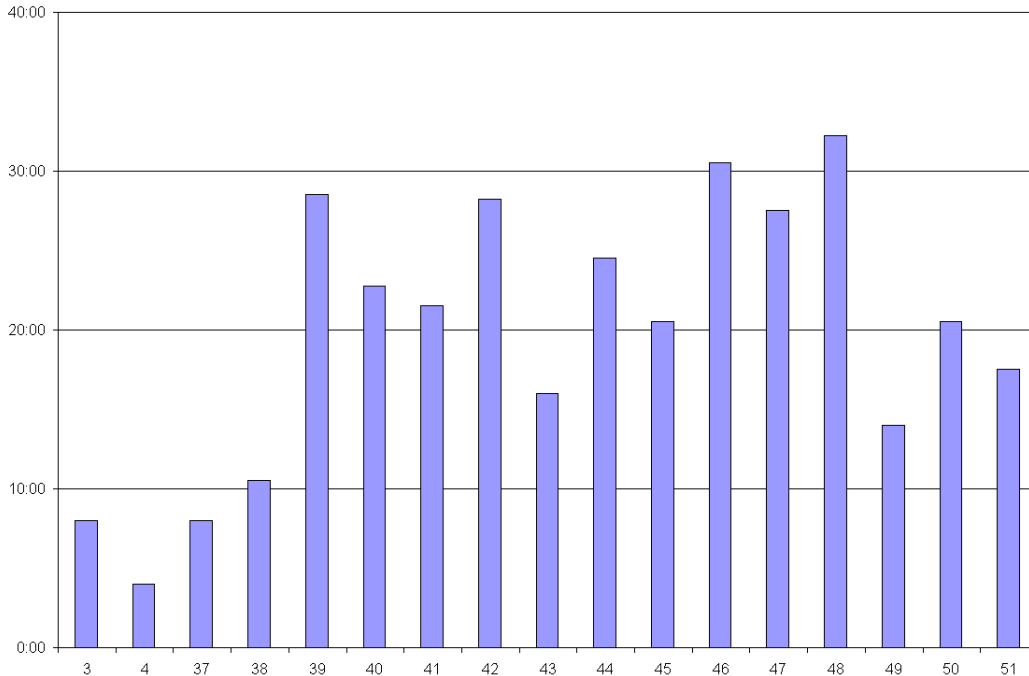
Kuvassa 8.5 on kuvattu Joni Purojärven viikoittaiset työtunnit. Purojärvi teki melko tasaisesti keskimäärin noin 25 tuntin työviikkoja. Viikon 41 vähäisemmät työtunnit johtuvat tentistä ja viikolla 49 tehtiin vain kolme päivää itsenäisyyspäivän vuoksi. Suurin piikki ajoittuu viikolle 46, jolloin hän ohjelmoi DHCP-tukea. Koska Purojärvelle oli kertynyt tunteja muita ryhmän jäseniä enemmän, hän teki projektin loppuvaiheessa muita lyhyempiä työviikkoja työtuntien tasaamiseksi.



Kuva 8.5: Joni Purojärven viikoittaiset työtunnit.

## 8.7 Antti Pyykkösen viikoittaiset työtunnit

Kuvassa 8.6 on kuvattu Antti Pyykkösen viikoittaiset työtunnit. Pyykkönen teki projektin aikana keskimäärin noin 24 tunnin työviikkoja. Viikon 43 vähäiset työtunnit johtuvat ulkomaan matkasta, ja viikolla 49 ryhmä teki kolmepäiväisen työviikon itsenäisyyspäivän vuoksi. Viikon 46 normaalia korkeammat työtunnit tulivat DHCP-tuen toteutuksen yhteydessä, ja viikolla 48 hän aloitti projektiraportin rungon laatimisen.



Kuva 8.6: Antti Pyykkösen viikoittaiset työtunnit.

## 9 Riskit ja niiden toteutuminen

Luvussa käsitellään projektisuunnitelmassa [2] esiteltyjä riskejä ja niiden toteutumisista projektin aikana. Toteutuneista riskeistä suurimman vaikutuksen projektin läpivientiin aiheuttivat ongelmat Dynamicsin kanssa. Toteutusvaiheessa sovelluksen rakenne todettiin sellaiseksi, että säikeistyksen toteuttaminen olisi tuottanut kohuttoman paljon työtä. Näin ollen säikeistyksen toteuttamisesta luovuttiin projektiorganisaation yhteisestä päätöksestä.

### 9.1 Riskien arvioitu toteutuminen

Taulukossa 9.1 on esitetty projektisuunnitelmassa esitetyt riskit ja niiden toteutuneet vaikutukset. Riskien arvioitua todennäköisyyttä ja vaikutusta sekä toteutunutta vaikutusta on arvioitu neliportaisella asteikolla: ei toteutunut, pieni, keskinkertainen tai suuri.

Riski	Todennäköisyys	Arvioitu	Toteutunut
Kokemattomuus projektihallinnasta	suuri	keskinkert.	pieni
Uudet tekniikat	suuri	keskinkert.	suuri
Sisäistettävän tiedon suuri määrä	suuri	keskinkert.	pieni
Ongelmat Dynamicsin kanssa	keskinkert.	keskinkert.	suuri
Laite- ja ohjelmisto-ongelmat	keskinkert.	keskinkert.	keskinkert.
Ongelmat testausympäristön kanssa	keskinkert.	keskinkert.	keskinkert.
Poissaolot	pieni	suuri	ei toteutunut
Ryhmähengen puute	pieni	suuri	ei toteutunut
Ongelmat tiedotuksessa	pieni	suuri	ei toteutunut
Ohjauksen puute	pieni	keskinkert.	pieni

Taulukko 9.1: Riskien arvioitu todennäköisyys sekä arvioitu ja toteutunut vaikutus.

Arvioiduilla henkilöihin liittyvillä pienen todennäköisyyden riskeillä ei ollut juuri vaikutusta projektin etenemiseen. Laite- ja ohjelmisto-ongelmista ja testausympäristön ongelmista tuli ajoittain pieniä viivytyksiä toteutus- ja testausvaiheissa, mut-

ta nekään eivät päässeet vaikuttamaan projektin lopputulokseen. Suurimmat vaikutukset aiheutuivat uusista tekniikoista ja ongelmista Dynamicsin kanssa. Tämä näkyi etenkin DHCP-tuen säikeistyksessä. Dynamicsin monimutkaisen rakenteen vuoksi tilaajan kanssa päätettiin siirtää säikeistys Dynamicsin jatkokehitysideoihin.

Kokonaisuutena riskien toteutumisen vaikutusta voidaan pitää keskinkertaisena. Riskien toteutumisesta huolimatta projektin minimitalvoitteet saavutettiin. Kuitenkin välttämättömäksi vaatimukseksi kirjattu DHCP-tuen säikeistys jäi toteuttamatta. Säikeistystä yritettiin toteuttaa sovellukseen tuloksetta. Tähän kuluneen ajan vuoksi projekti viivästyi noin kahdella viikolla.

## 9.2 Kokemattomuus projektihallinnasta

Ryhmän jäsenillä ei ollut aiempaa kokemusta tämän kokoluokan projektista. Tästä aiheutui pieniä hankaluuksia työmäärien ja aikataulujen arvioinnissa. Suurimmat poikkeamat suunniteltuun aikatauluun johtuivat ryhmän jäsenten turhan positiivisista arvioista sen suhteen, kuinka monta tuntia he pystyvät panostamaan projektiin viikossa muiden opintojen ja töiden ohessa.

Koska ryhmän jäsenten välillä oli eroja muiden opintojen ajankäytön kanssa, tehdyt työtunnit vaihtelivat jäsenten välillä. Tero Hätinä oli ryhmän jäsenistä kiireisin muiden opintojen kanssa, joten hän teki dokumenttien kirjoitusasun korjauksia iltaisin ja viikonloppuisin, jotta työtunnit saatiin tasaisemmiksi.

Virheellisten arvioiden vuoksi tehdyt työtunnit yhteensä jäivät arvioitua pienemmiksi. Myös ryhmän jäsenten välillä tuli eroja henkilökohtaisissa työtunneissa. Projektin alussa asetetut minimitalvoitteet saavutettiin näistä virhearvioinneista huolimatta.

## 9.3 Uudet tekniikat

Dynamics-sovelluksen jatkokehitys toteutettiin C-kielellä Linux-ympäristössä. Ryhmän jäsenistä ainoastaan Purojärvellä oli aiempaa kokemusta näistä kahdesta.

Suurimmaksi ongelmaksi toteutusvaiheessa osoittautui säikeistuksen toteutus Dynamicsiin. Tästä johtuen DHCP-aiheen viimeistely ja testausvaiheet viivästyivät. Ryhmän jäsenet kysyivät apua säikeistysongelmaan tilaajan edustajilta, tekniseltä

ohjaajalta sekä Vesa Lappalaiselta. Alkuperäinen Dynamics-sovellus kuitenkin todettiin rakenteeltaan liian monimutkaiseksi, jonka vuoksi tilaajan kanssa sovittiin säikeistykseen siirtämisestä sovelluksen jatkokehitysideoihin.

## 9.4 Sisäistettävän tiedon suuri määrä

Projektiin liittyi erittäin paljon ryhmän jäsenille etukäteen tuntematonta asiaa ja uusia tekniikoita, kuten C-kieli, Mobile IPv4, Dynamics-järjestelmä, UDHCPC-asiakasohjelma, sokettiohjelmointi, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-ladontaohjelma, GDB-virheenjäljitystyökalu ja säikeistys. Säikeistystä lukuunottamatta suuria ongelmia ei kuitenkaan uusista tekniikoista syntynyt.

Ohjaajat ja tilaajan edustajat toimittivat aiheeseen liittyvää dokumentaatiota ja kirjallisuutta sekä neuvoivat jäseniä ongelmatilanteissa.

## 9.5 Ongelmat Dynamicsin kanssa

Dynamicsin mobiililaitte ei tue dynaamista IP-osoitetta, mikä tuotti ongelmia DHCP-tukea lisättäessä. Tämän vuoksi yhteen testausympäristön koneista asennettiin Windows XP -käyttöjärjestelmä ja kaupallinen Cisco-mobiililaitteohjelmisto, josta löytyy dynaamisen IP-osoitteen tuki.

Dynamicsin vierasagentti ei tue IP-osoitteesta 0.0.0.0 tulevan rekisteröintipyyntöä edelleenlähettämistä. Tämän vuoksi testauksessa täytyy käyttää staattista IP-osoitetta, ja pitää huoli siitä, että DHCP-palvelin antaa mobiililaitteen staattista osoitetta vastaavan IP-osoitteen.

Dynamicsin kotiagenttiin oli tarkoitus toteuttaa säikeistys. Sovelluksen alkuperäisen monimutkaisen toteutuksen vuoksi säikeistykseen ohjelmointi todettiin kuitenkin liian aikaa vieväksi, ja se jätettiin toteuttamatta projektiorganisaation yhteisestä sopimuksesta. Säikeistykseen yrittäminen viivästytti projektia arviolta kaksi viikkoa.

## 9.6 Laite- ja ohjelmisto-ongelmat

Heti projektin ensimmäisinä päivinä projektihuoneen Windows-koneesta hajosi virtalähde. Tämä ei kuitenkaan aiheuttanut mitään ongelmia, ja ATK-tuki hoiti asian kuntoon varsin nopeasti.

Testausympäristöä pystytettäessä mobiililaitteen koneesta hajosi verkkokortti. Myös virtuaalisen vierasagentin koneen integroidun verkkokortin todettiin hajonneen.

Testahuoneen mobiilin päätelaitteen kovalevy hajosi DHCP-tuen toteutusvaiheessa. Näin ollen myös mobiililaiteohjelmiston asetukset katosivat, eikä niistä ollut varmuuskopioita. Tämä aiheutti hieman ylimääräistä työtä, kun uuden kovalevyn asennuksen jälkeen Windows ja mobiililaiteohjelmisto piti asentaa uudestaan.

## 9.7 Ongelmat testausympäristön kanssa

Testausympäristön pystyttäminen oli projektin ensimmäisiä tehtäviä. Aluksi arvioitiin, että se onnistuisi yhdessä päivässä. Koneiden asentamisen aloituksesta kului kuitenkin yli viikko, ennen kuin testausympäristö saatiin käyttöön.

Tarvittavia ohjelmia ei voitu asentaa verkkoyhteyden puutteen vuoksi testausympäristössä, vaan asennettavat koneet piti viedä tietoliikennelaboratorioon asennusta varten. Tällöin kaikki koneen verkkoasetukset myös menivät uusiksi, jolloin ne täytyi asettaa uudelleen testausverkon mukaisiksi.

Myös kahden koneen (mobiili päätelaite ja virtuaalinen vierasagentti) verkkokortin hajoaminen tuotti lisätyötä asennusvaiheessa.

## 9.8 Poissaolot

Projekti kesti koko syyslukukauden, joten sairastumiset projektin aikana olivat melko todennäköisiä. Ryhmässä oli ainoastaan kolme jäsentä, joten yhdenkin jäsenen poissaolo olisi vaikuttanut paljon projektin etenemiseen.

Ryhmän jäsenille ei kuitenkaan tullut projektin aikana yllättäviä poissaoloja sairastumisista tai muistakaan syistä johtuen.

## 9.9 Ryhmähengen puute

Suurin osa projektiin liittyvästä työskentelystä tehtiin samassa työhuoneessa kaikkien ryhmän jäsenten kanssa. Jäsenten sujuva yhteistyö oli projektin kannalta välttämätöntä.

Ryhmän jäsenten välinen yhteistyö oli tiivistä koko projektin ajan, eikä ryhmähengen puutetta ollut havaittavissa.

## 9.10 Ongelmat tiedotuksessa

Tiedotuksen suhteen ei ollut ongelmia projektin aikana. Palavereita järjestettiin projektin alussa kerran viikossa ja myöhemmässä vaiheessa projektiorganisaation yhteisestä sopimuksesta aina tarvittaessa. Lisäksi projektipäällikkö laati viikottain viikokoraportin, josta kävi ilmi siihen mennessä tehdyt tehtävät, tulevat tehtävät ja tehdyt työtunnit.

## 9.11 Ohjauksen puute

Ryhmän jäsenille tuli projektissa paljon uutta asiaa niin projektin läpiviennin kuin sovelluksen toteutuksenkin osalta. Projektin läpivientiin ja dokumentointiin liittyvää ohjeistusta saatiin vastaavalta ohjaajalta kiitettävästi koko projektin ajan.

Tekniseen toteutukseen ryhmä olisi toivonut enemmän tukea, mm. C-kielen suhteen. Tähän vaikutti osaltaan Alasen kiireet omien jatko-opintojensa kanssa.

## 10 Kokemukset ja oppiminen

Luvussa kukin projektiryhmän jäsen kuvaa oppimistaan ja henkilökohtaisia kokemuksiaan projektista. Ryhmän jäsenet pitivät projektia työläänä ja aikaavievänä, mutta hyödyllisenä kokemuksena. Erityisesti hyödyllisiksi opituiksi asioiksi koettiin L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-ladontaohjelman, Mobile IPv4:n, C-kielen ja Linux-ympäristön työkalujen käytön kokemukset.

### 10.1 Tero Hätinén

Sovellusprojekti kohtasi ylitsepääsemättömiä ongelmia säikeistykseen toteutuksessa ja tietorakenteiden kopiointien yhteydessä. Dynamicsin vaikea ja dokumentoimaton rakenne on ongelma, johon olisi pitänyt ottaa kantaa voimakkaammin jo projektin alkuvaiheessa. Sovellusprojektin alkuvaiheessa olisi pitänyt kartoittaa tarkemmin mobiili IPv4 -sovellukselta vaadittavat ominaisuudet, jotta siihen voidaan toteuttaa DHCP-tuki. IPv4- ja DHCP-osaamisen puutteen vuoksi tämä jäi tekemättä.

Dynamicsin vierasagentti ei tue IP-osoitteesta 0.0.0.0 lähetetyn viestin välittämistä. DHCP-palvelun tarkoitus on antaa osoite laitteelle, jonka IP-osoite on 0.0.0.0. Näiden tietojen perusteella olisi pitänyt päätää, kannattako Dynamicsia jatkokehittää vai etsiä joku toinen vastaava avoimen lähdekoodin sovellus jatkokehitettäväksi.

Taulukoissa 1-5 kerron, mitä olen oppinut, mitä olisin halunut oppia, mihin olen pettynyt, mihin olen tyyväinen ja mitä ongelmia kohtasin projektissa.



Oppimiseni on esitetty taulukossa 10.1.

Numero	Kuvaus
1.1	Akateemista kirjoittamista.
1.2	Laatimaan vaatimusmäärittelyn.
1.3	Kirjoittamaan raportteja, pöytäkirjoja ja esityslistoja.
1.4	DHCP- JA IPv4-protokollat sekä niiden sisällön ja toiminnan.
1.5	Hieman säikeistystä.
1.6	Lukemaan C-kielistä koodia.
1.7	Suuntautumisvaihtoehtoni ei tule olemaan tietoliikenne, koska C-kieli ei kiinnosta.

Taulukko 10.1: Projektissa olen oppinut.

Olisin halunnut oppia, mutta en oppinut sovellusprojektissa taulukossa 10.2 esitettyjä asioita.

Numero	Kuvaus
2.1	C-kielistä ohjelmointia.
2.2	Enemmän Linuxin toimintaa. Linux ei ollut kuitenkaan keskeisin asia projektissa.

Taulukko 10.2: Projektissa olisin halunnut oppia.

Olen pettynyt sovellusprojektissa taulukossa 10.3 esitettyihin asioihin.

Numero	Kuvaus
3.1	Ohjelmointikehitystyökaluihin Linux -ympäristössä.
3.2	C-kielen rajoittuneisuuteen. "Asiat on tehty vaikeiksi" verrattaessa nykyisiin ohjelmointikieliin.
3.3	Projektissa ei lasketa mitään asioita rahassa. Todellisessa työelämässä tuotoksen ja panoksen suhde mitataan aina rahassa.
3.4	Paperityö vei liikaa resursseja muulta työltä.
3.5	Teknisen ohjaajan ammattitaitoon C-kielessä.
3.6	Omaan työpanokseen.

Taulukko 10.3: Projektissa olen pettynyt.

Olen tyytyväinen sovellusprojektissa taulukossa 10.4 esitettyihin asioihin.

Numero	Kuvaus
4.1	Projektiryhmän hyvään yhteistyöhön ja joustavuuteen.
4.2	Jäsenten työpanokseen.
4.3	Tilaaajan edustajien ja teknisen ohjaajan kanssa tehtyyn yhteistyöhön.
4.4	Viestintään projektissa.
4.5	Palavereihin ja niiden sisältöön.
4.6	Kahvitarjoiluun.

Taulukko 10.4: Projektissa olen tyytyväinen.

Sovellusprojektissa esiintyi haasteita, joita olen esitellyt taulukossa 10.5.

Numero	Kuvaus
5.1	Oma C-kieliosaaminen oli käytännössä nolla, kun aloitin projektin.
5.2	Dynamics on tehty C-kielillä, mikä asettaa rajoituksia kehittämiseen.
5.3	Dynamicsin dokumentointi on puutteellista. Ohjelma on todella monimutkainen kokonaisuus.
5.4	Ciscon IPv4 -mobiiliasiakas ei toiminut luotettavasti testiympäristössä.
5.5	Muut kurssit ja työkiireet veivät aikaani projektilta. Työpanokseni oli 20-25 tuntia viikossa.

Taulukko 10.5: Projektissa esiintyvät haasteet.

## 10.2 Joni Purojärvi

Projektityöskentely oli ennen sovellusprojektia aika tuntematon asia. Projektin aikana vaadittu työskentelytapa tuli aika nopeasti tutuksi. Ryhmä sai suunnitella ajankäytön oman halunsa mukaisesti, mikä oli varsin hyvä asia. Varasin itse projektille lähes koko syksyn, joten olin käytettävissä koko projektin ajan.

Ryhmän jäsenet toimivat yhdessä varsin hyvin. Saimme projektin jopa lähes ajallaan valmiiksi, mitä nyt muutamien dokumenttien viimeistely ja muut projektin lopettamiseen liittyvät asiat hieman venyivät. Päätimme heti alussa pitää kunnon joululoman välissä, joka osaltaan vaikutti hieman myöhästymiseen.

Aihe tuntui alussa varsin hankalalta ja varsin tekniseltä. Pääsimme kuitenkin nopeasti tutustumaan koodiin, jonka huono dokumentointi haittasi hieman alussa. Kun saimme testiympäristön viimein pystyyn, pääsimme tutustumaan koodin toimintaan käytännössä, mikä auttoi huomattavasti koodiin ymmärtämistä.

C-kieli ja Linux olivat minulle jonkin verran tuttuja entuudestaan. Käytännön Linux-ongelmissa oli apua teknisestä ohjaajasta ja Googlestä. Verkko-ohjelmointi ja mobiili-IP tulivat minulle käytännössä aivan uutena asiana, mutta ne tulivat projektin aikana varsin tutuiksi.

Koodaaminen tapahtui lähinnä kokeilun ja erehdysten kautta. Saimme kuitenkin mielestäni varsin hyvin toteutettua vaaditut ominaisuudet sovelluksiin. Koodausongelmat olivat lähinnä C-kieleen liittyviä, kuten muistinhallinnan ja tietorakenteiden käytön erot verrattuna Javaan, joka on koodauskielenä paljon tutumpi.

Emme saaneet toteutettua aivan kaikkia vaatimuksia, kuten säikeistystä. Ymmärsimme kuitenkin pyytää apua kaikkialta, ja löysimme ainakin joitakin ehdotuksia kuinka säikeistyksen saisi ehkä toimimaan. Totesimme kuitenkin ettei aika riittäisi kokeilla itse niitä sen tarkemmin. Myös hieman hämäräksi jäi kuinka kääntämisessä käytettävät tiedostot `Makefile.in` ja `configure` oikein toimivat, koska joskus ohjelmat kääntyivät oikein kiltisti ja toisella koneella taas sai puukottaa tiedostoja vähän eri näköiseksi. Ongelmat kuitenkin ratkesivat aina jollain tasolla.

$\text{\LaTeX}$  ja dokumenttien kirjoittaminen tulivat myös uutena asiana. Alussa dokumenttien rakenne ja haluttu sisältö olivat hieman hakusessa, mutta projektin kuluessa opin nopeasti, mitä miltäkin dokumentilta vaaditaan. Dokumenttien korjailuun ja viimeistelyyn meni aika paljon aikaa suhteessa muihin osa-alueisiin. Nyt ymmärrän, ettei sovellusten kehittäminen ole vanhan kaltaista ”pelkkää koodaamista” sillä ehdolla, että ”kunhan ohjelma vain toimii”. Dokumentaatiosta on varmasti apua varsinkin, jos lähtee jotain sovellusta jatkokehittämään.

Luulen nyt ymmärtäväni hieman paremmin, mitä projektityöskentely on ja mitä sovellusten kehittäminen todellisuudessa on. Positiivisena asiana sovellusprojektin aihe poiki minulle kandidaatintutkielman aiheen ja aion jatkaa sovelluksen jatkokehittämistä erikoistyönä. Kaiken kaikkiaan sovellusprojekti oli varsin antoisa kurssi.

### 10.3 Antti Pyykkönen

Ennen projektin alkua minulla ei ollut kovin selkeää kuvaa siitä, mitä kaikkea työ pitäisi sisällään. Olin kuullut eri tahoilta varoituksia projektin suhteellisen kovasta työtaakasta. Nämä varoitukset pitivätkin melko hyvin paikkansa.

Heti projektin aiheen saatuaamme olin hieman epäileväinen projektin kunniallisen läpiviennin suhteen. Aiheena oli sovelluksen jatkokehittäminen C-kielellä Linux-alustalla. Nämä molemmat tulivat minulle melkein täysin uusina asioina. Otin vastaan projektipäällikön pestin, ja aloitinkin projektisuunnitelman laatimisen heti projektin alussa. Muut ryhmämme jäsenet aloittivat aktiivisen aiheeseen ja uusiin tekniikoihin perehtymisen. Näin ollen pääsimme heti hyvin vauhtiin.

Linuxin ja C-kielen lisäksi tärkeimpinä uusina tekniikoina tulivat Mobile IPv4 ja DHCP. Näiden toiminta tulikin projektin aikana varsin tutuksi.

Projektipäällikön tehtävien vuoksi en voinut täysipainoisesti keskittyä toteuttamiseen ja ohjelmointiin. Olisin mielelläni osallistunut ohjelmointiin aktiivisemmin, jos aikataulu olisi sallinut sen. Pääsin kuitenkin tutustumaan itselleni uuteen C-kieleen varsin hyvin koodiin tutustumisvaiheessa.

Olin hieman yllättynyt dokumentoinnin ja kirjoitusasun muokkaamisen vaatimasta työpanoksesta. Useiden kymmenten sivujen dokumenttien toistuva korjaaminen tuntui ajoittain turhauttavalta. Olen kuitenkin tyytyväinen oikeaoppisten dokumenttien laatimisesta saadusta kokemuksesta. Lisäksi  $\LaTeX$ -ladontaohjelmiston hallinnasta tulee olemaan jatkossa varmasti hyötyä, ainakin pro gradu -tutkielmaa tehdessä.

Projektin alkuvaiheessa projektiorganisaatio piti palavereita viikoittain. Tämä oli tärkeitä projektin etenemiselle, ja näin kaikki projektiorganisaation jäsenet olivat tietoisia saavutetuista tuloksista ja tulevista tehtävistä. Lisäksi palaverien yhteydessä opittiin oikeaoppista kokoustekniikkaa sekä esityslistojen ja pöytäkirjojen laatimista. Nämä tulivat minulle uusina asioina, ja niistä on varmasti hyötyä jatkossakin.

Kaiken kaikkiaan pidin sovellusprojektia varsin hyödyllisenä kurssina, jolla yhdisteltiin monia aikaisemmilla kursseilla opittuja asioita. Lisäksi opin paljon uusia asioita, joista on minulle varmasti hyötyä jatkossa.

## 11 Yhteenveto

Dynamo-projekti muokkasi Dynamics-järjestelmää vastaamaan tietotekniikan laitoksen LaiLa-projektin vaatimuksia. Projektin tärkeimmät tavoitteet saatiin toteutettua. Projektissa sovellukseen lisättiin tuki DHCP-palvelimelle sekä toteutettiin virtuaalinen vierasagentti, joka generoi liikennettä Mobile IPv4 -verkkoon. Dynamics-sovelluksen monimutkaisen rakenteen vuoksi DHCP-tuen säikeistys sovittiin tilaajan kanssa siirrettäväksi jatkokehitykseen.

Projekti suoritettiin Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen sovellusprojektio-pintojaksona syksyllä 2007. Projektin kautta jäsenet saivat sovelluksen kehittämisen ohella runsaasti kokemusta projektin hallinnasta, ryhmätyöskentelystä ja dokumentoinnista.

Säikeistyksen yrittäminen viivästytti projektia parilla viikolla. Muut sovelluksen toteutetut jatkokehityskohteet valmistuivat ajallaan joulukuun alkuun mennessä. Projekti kuitenkin viivästytti tammikuun puolelle raporttien laatimisen ja dokumenttien muokkaamisen vuoksi.

## Lähteet

- [1] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Vaatimusmäärittely", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [2] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Projekti-suunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [3] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Testaus-suunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [4] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Testausraportti, tilaajan verkko", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [5] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Testausraportti, DHCP-tuen testaus Dynamo-verkossa", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [6] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Testausraportti, kotiagentin testaus tilaajan verkossa", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [7] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Testausraportti, kotiagentin testaus tilaajan verkossa, toinen kerta", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [8] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Testausraportti, virtuaalisen vierasagentin testaus Dynamo-verkossa", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [9] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-projekti, Sovellusraportti", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2007.
- [10] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Doxygen-document for Dynamics DHCP", University of Jyväskylä, Department of Mathematical Information Technology, 2007.
- [11] Hätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Doxygen-document for Virtual foreign agent generator", University of Jyväskylä, Department of Mathematical Information Technology, 2007.

- 
- [12] Häätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-Project, The Changes Made to Dynamics and UDHCP", University of Jyväskylä, Department of Mathematical Information Technology, 2007.
- [13] Häätinen Tero, Purojärvi Joni ja Pyykkönen Antti, "Dynamo-Project, How To Install Dynamics", University of Jyväskylä, Department of Mathematical Information Technology, 2007.
- [14] Perkins Ed C. , "RFC: IP Mobility Support for IPv4", Nokia Research Center, 2006.
- [15] Santanen Jukka-Pekka, "Tietotekniikan Sovellusprojektien ohje", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 2006.