

Kuvatus-sovellusprojekti

Pekka Iso-Ahola

Jussi Perttola

Tommi Tuovinen

Projektiraportti

Julkinen

Versio 1.0.0

24.4.2012

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

Jyväskylä

Hyväksyjä	Päivämäärä	Allekirjoitus	Nimenselvennys
Projektipäällikkö	__.__.2012		
Tilaaja	__.__.2012		
Ohjaaja	__.__.2012		

Tietoa dokumentista

Tekijät:

- Pekka Iso-Ahola (PIA) pekka.o.iso-ahola@jyu.fi 040 842 8378
- Jussi Perttola (JP) jussi.t.perttola@jyu.fi 050 412 4420
- Tommi Tuovinen (TT) tommi.s.tuovinen@jyu.fi 040 751 8187

Dokumentin nimi: Kuvatus-projekti, Projektiraportti

Sivumäärä: 56

Tiedosto: projektiraportti_v_1_0_0.tex

Tiivistelmä: Kuvatus-projekti toteutti Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitokselle hyperspektrikameran kuvien analysointiin ja oppivien tietokoneohjelmien koulutusaineiston hallintaan soveltuvan WWW-sovelluksen prototyypin. Projektiraportti kuvaa projektin toteutuneen läpiviennin ja toteutetut tulokset. Dokumentissa käsitellään projektin tavoitteiden ja riskien toteutumista sekä jäsenten kokemuksia ja oppimaa. Lisäksi projektiraportissa kuvataan, miten projektin suunniteltu aikataulu ja työmäärät toteutuivat projektin aikana.

Avainsanat: Aikataulu, käytänteet, metatieto, ohjelmistoprojekti, projektin läpiviennit, prosessimalli, prototyyppi, resurssit, riskien hallinta, tavoitteet, tehtävät, toteuma, työmäärät, vastuualueet.

Muutoshistoria

Versio	Päivämäärä	Muutokset	Tekijät
0.0.1	10.4.2012	Projektiraportin laatiminen aloitettu. Johdanto sekä termejä, tavoitteita, organisaatiota ja käytänteitä koskevat luvut alustavasti laadittu.	JP
0.0.2	11.4.2012	Tehtäviä, työmääriä ja vastuualueita koskeva luku alustavasti kirjoitettu.	JP
0.0.3	12.4.2012	Prosessimallia ja aikataulua koskeva luku alustavasti kirjoitettu.	JP
0.1.0	13.4.2012	Koko dokumentti alustavasti laadittu.	JP
0.1.5	16.4.2012	Lisätty Iso-Aholan ja Tuovisen omat kokemuksen, tarkennettu muotoiluja ja korjattu kieliasu- virheitä.	JP
0.2.0	17.4.2012	Lisätty toteutumaa kuvaava Gantt-kaavio, tarkennettu muotoiluja ja korjattu kieliasu- virheitä.	JP
0.3.0	19.4.2012	Tarkennettu muotoiluja ja korjattu kieliasu- virheitä.	JP
1.0.0	24.4.2012	Tarkennettu muotoiluja ja korjattu kieliasu- virheitä.	JP

Tietoa projektista

Kuvatus-projekti toteutti Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitokselle hyperspektrikameran kuvien analysointiin ja oppivien tietokoneohjelmien koulutusaineiston hallintaan soveltuvan WWW-sovelluksen prototyypin.

Tekijät:

- Pekka Iso-Ahola (PIA) pekka.o.iso-ahola@jyu.fi 040 842 8378
- Jussi Perttola (JP) jussi.t.perttola@jyu.fi 050 412 4420
- Tommi Tuovinen (TT) tommi.s.tuovinen@jyu.fi 040 751 8187

Tilaaaja:

- Paavo Nieminen paavo.j.nieminen@jyu.fi 040 576 8507
- Marko Peltola marko.peltola@jyu.fi 041 449 8622
- Ilkka Pölönen ilkka.polonen@jyu.fi 0400 248 140
- Tero Tuovinen tttuovin@mit.jyu.fi 040 531 0791

Ohjaajat:

- Tero Hänninen tero.j.hanninen@jyu.fi 0400 240 468
- Jukka-Pekka Santanen santanen@mit.jyu.fi 050 550 4666

Yhteystiedot:

- Sähköpostilista kuvatus@korppi.jyu.fi
- Sähköpostiarkisto <https://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/kuvatus/>
- Sähköpostilista (opetus) kuvatus_opetus@korppi.jyu.fi
- Sähköpostiarkisto (opetus) https://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/kuvatus_opetus/

Sisältö

1	Johdanto	1
2	Termejä	2
2.1	Aihealueen termejä	2
2.2	Kehitysvälineisiin ja -tekniikoihin liittyviä termejä	3
3	Tavoitteet	4
3.1	Taustaa ja tarpeita	4
3.2	Sovelluksen tavoitteiden toteutuminen	5
3.3	Toteutettu valintaluokkien hallintatyökalu	5
3.4	Integrointi YouData-tietojärjestelmään	6
3.5	Hyödynnetyt ohjelmistot ja tekniikat	7
3.6	Tulokset	7
3.7	Oppimistavoitteet	8
4	Organisaatio ja resurssit	11
4.1	Projektioorganisaatio	11
4.2	Projektin tilat ja laitteet	12
4.3	Ohjelmointi- ja dokumentointityökalut	12
4.4	Luennot ja perehdytykset	13
5	Käytänteet	15
5.1	Kokoukset	15
5.2	Tiedotus	16
5.3	Tiedostojen nimeäminen ja hakemistorakenne	17
5.4	Lähdekoodi	19
5.5	Testaus	19
5.6	Versiohallinta ja -numerointi	20
5.7	Katselmoinnit ja tulosten hyväksyminen	21
5.8	Tulosten koostaminen ja toimittaminen	21
6	Tehtävät, työmäärät ja vastuualueet	23
6.1	Projektipäällikkö ja varapäällikkö	23
6.2	Vastuualueet tulosten osalta	24
6.3	Tehtäväkohtaiset työmäärät ja työnjako	25
6.4	Ryhmän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	31

6.5	Pekka Iso-Aholan työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	32
6.6	Jussi Perttolan työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	33
6.7	Tommi Tuovisen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain	34
7	Prosessimalli ja aikataulu	35
7.1	Prosessimalli	35
7.2	Aikataulu	36
7.3	Ryhmän työtunnit viikoittain	37
7.4	Pekka Iso-Aholan työtunnit viikoittain	41
7.5	Jussi Perttolan työtunnit viikoittain	42
7.6	Tommi Tuovisen työtunnit viikoittain	43
8	Riskien hallinta	44
8.1	Arvioitujen riskien toteutuminen	44
8.2	Sidosryhmien toiminnan viiveet	45
8.3	Puutteet projektiryhmän tietotaidoissa	46
8.4	Muutostarpeet projektiryhmän tietokoneissa	47
8.5	Jäsenten odottamattomat poissaolot	48
8.6	Projektin hallinnan puutteet	48
8.7	Valitun alustan asettamat rajoitteet	49
9	Jäsenten kokemuksia	50
9.1	Mitä tekisimme toisin?	50
9.2	Pekka Iso-Aholan kokemuksia	51
9.3	Jussi Perttolan kokemuksia	52
9.4	Tommi Tuovisen kokemuksia	53
10	Yhteenveto	55
11	Lähteet	56

1 Johdanto

Viime vuosina Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitoksen tutkimusryhmissä on alettu analysoida ja käsitellä hyperspektrikuvia, sekä muodostaa saatujen tulosten perusteella oppivien tietokoneohjelmien koulutusaineistoja, joita voidaan hyödyntää jatkotutkimuksissa. Hyperspektrikuvat ovat hyperspektrikameralla otettuja, eri aallonpituuksia esittävistä kuvista koostuvia kuvasarjoja. Kuvatus-projektissa kehitettyä sovellusta tullaan käyttämään työkaluna hyperspektrikuvien analysoinnissa.

Sovelluksen taustalla olevana kokonaistavoitteena on tehostaa yliopistolla tehtävää tutkimusta ja yhtenäistää tutkimusryhmien välisiä käytäntöjä hyperspektrikuvien analysoinnissa. Käytännössä tämä edellyttää, että kehitettävällä sovelluksella tulee olla helpompi ja nopeampi tehdä hyperspektrikuviin valintoja ja muodostaa valinnoista koulutus- eli opetusaineistoja kuin aiemmin käytössä olleilla työkaluilla.

Projektiraportti kuvaa yksityiskohtaisesti projektin toteutunutta läpivientiä ja sitä, miten asetetut tavoitteet saavutettiin. Projektiraportti esittelee projektin tulosten ohella myös projektiorganisaation jäsenet, projektin käytänteet ja prosessimallin sekä riskien toteutumista ja niiden vaikutusta. Projektiraportissa myös verrataan projektin toteutunutta aikataulua ja työmääriä projektisuunnitelmassa [5] esitettyihin. Projektissa toteutettua sovellusta kuvataan tarkemmin sovellusraportissa [4]. Sovelluksen toiminnallisuuksiin liittyvät vaatimukset on eritelty vaatimusmäärittelyssä [6]. Projektiraporttia laadittaessa on käytetty mallina Judo-projektin projekti-suunnitelmaa [10] ja projektiraporttia [11].

Luvussa 2 kuvataan projektiin ja toteutettavaan sovellukseen liittyviä termejä. Luku 3 keskittyy esittelemään projektin tavoitteiden toteutumista sovelluksen, muiden tulosten ja ryhmän jäsenten oppimisen osalta. Luvussa 4 käsitellään projektiorganisaatiota, sovellusprojektissa käytössä olevia resursseja ja ryhmän jäsenille tarjottua opetusta. Luku 5 käsittelee projektissa noudatettuja käytänteitä muun muassa kokousten, tiedotuksen, tiedostojen nimeämisen ja dokumentoinnin osalta. Luku 6 käsittelee projektiryhmän tehtäviä ja niiden työmääriä sekä ryhmän jäsenten henkilökohtaisia vastuualueita. Luvussa 7 kuvataan projektissa käytettyä prosessimallia sekä projektin kokonaisaikataulua. Luku 8 käsittelee projektin arvioituja riskejä sekä analysoi toteutuneiden riskien vaikutusta projektin läpivientiin ja tuloksiin. Projektiryhmän jäsenet kuvaavat omia projektikokemuksiaan luvussa 9.

2 Termejä

Luvussa esitellään dokumentissa käytettäviä aihealueen ja kehitysvälineiden termejä.

2.1 Aihealueen termejä

Dokumentissa esiintyvät projektin hallintaan ja aihealueeseen liittyvät termit ovat seuraavat:

Hyperspektrikuva	on hyperspektrikameralla otettu kuva, joka koostuu useista sähkömagneettisen säteilyn eri aallonpituusalueita kuvaavista kuvista.
Ketterä ohjelmistokehitys	sisältää useita ohjelmistotuotantoprojektin läpiviennessä käytettäviä menetelmiä, jotka tunnustavat <i>Agile Manifestossa</i> [1] esiteltyjä arvoja. Ketterän ohjelmistokehityksen peruseriaatteisiin kuuluvat toimivan ohjelmiston priorisointi, nopea muutoksiin reagointi sekä joustava viestintä kehittäjän ja asiakkaan välillä.
Metatieto	on tiedoston sisältöä kuvailevaa tietoa, joka helpottaa tiedon etsintää ja lajittelua. Tiedoston metatietoihin voi kuulua esimerkiksi käyttö- ja muutoshistoriatiedot sekä kuvaus sen suhteesta muihin tiedostoihin.
Opetusaineisto	eli oppivien tietokoneohjelmien koulutusaineisto on joukko kerättyä aineistoa, jonka avulla voidaan kouluttaa luokitin tunnistamaan samoja piirteitä mistä tahansa uudesta aineistosta.
Prototyyppi	on osittaista toiminnallisuutta sisältävä versio tuotantokäyttöön tarkoitettusta tuotteesta, jolla pyritään keräämään käyttäjäkokemuksia.

WWW-käyttöliittymä on WWW-selaimella käytettävä sovelluksen käyttöliittymä.

2.2 Kehitysvälineisiin ja -tekniikoihin liittyviä termejä

Dokumentissa esiintyy seuraavia kehitysvälineisiin ja -tekniikoihin liittyviä termejä:

JavaScript	on oliopohjainen komentosarja- eli skriptikieli, jonka avulla voidaan luoda dynaamista sisältöä WWW-sivuille.
JIRA	on ohjelmisto, jota projektissa käytetään sovelluksen vaatimusten ja virheiden määrittelyyn ja hallintaan.
jQuery	on avoimen lähdekoodin lisenssin alainen JavaScript-kirjasto, jota käytetään WWW-käyttöliittymän dynaamisten ominaisuuksien määrittelyyn.
Korppi	on Jyväskylän yliopistossa kehitetty opintotietojärjestelmä.
MongoDB	on avoimen lähdekoodin lisenssin alainen NoSQL-dokumentti-tietokanta.
NoSQL	tarkoittaa perinteisestä relaatiotietokantamallista poikkeavia tietokantoja.
Ruby	on avoimen lähdekoodin lisenssin alainen olio-ohjelmointikieli. Rubyssa on vahva ja dynaaminen tyyppitys, sekä se on suoritusmalliltaan tulkattava [8].
Ruby on Rails	on avoimen lähdekoodin WWW-sovelluskehys Ruby-ohjelmointikielille. Ruby on Rails käyttää MVC-arkkitehtuurimallia, jossa ohjelma jaetaan malleihin, näkymiin ja ohjaimiin.
YouData	on Judo-projektissa kehitetty tiedostojen jakamiseen käytettävä tietojärjestelmä.
YouSource	on Verso-projektissa kehitetty lähdekoodien julkaisujärjestelmä, jota käytetään projektin tulosten julkistamiseen ja versiohallintaan.

3 Tavoitteet

Luvussa käsitellään projektissa toteutettavalle YouHyper-sovellukselle ja muille tulo-
loksille sekä ryhmän oppimiselle asetettuja tavoitteita. Luvussa käydään läpi, mi-
tä tilaajan toivomia toiminnallisuuksia ei ehditty toteuttaa kokonaan ja mistä tämä
johtuu.

Kokonaan toteuttamatta jäi intensiteettikuvaaja, joka antaisi sovelluksen käyttäjälle
lisätietoa käsiteltävästä hyperspektrikuvasta. Myös muodostettujen opetusaineisto-
jen hyödyntäminen laskennassa ja saatujen tulosten tarkastelu edellyttää jatkokehi-
tystä. Kaikki projektille asetetut oppimistavoitteet toteutuivat.

3.1 Taustaa ja tarpeita

Hyperspektrikuvat ovat hyperspektrikameralla otettuja eri aallonpituuksia esittä-
vistä kuvista koostuvia kuvasarjoja. Hyperspektrikuvia voidaan käyttää apuna esi-
merkiksi metsän biomassan arvioinnissa, paperiteollisuuden laadunvalvonnassa,
rikospaikkatutkimuksessa ja ihotautien havaitsemisessa. Analysoimalla useita sa-
maan aihealueeseen liittyvien hyperspektrikuvien piirteitä voidaan koota oppivien
tietokoneohjelmien koulutusaineistoja, joiden avulla voidaan esimerkiksi opettaa
tietokone tunnistamaan automaattisesti sairas ihoalue terveestä.

Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitos on osallisena useassa tutkimusprojek-
tissa, joissa tutkitaan hyperspektrikameralla kerättävän aineiston erilaisia käytän-
nön sovelluksia. Tällä hetkellä laitoksella ei ole käytössä käyttäjien tarpeita vastaa-
vaa ohjelmistoa kuva-analyysimenetelmissä käytettävän koulutusaineiston valitse-
miseen ja hallintaan, joten hyperspektrikuvien käsittely on hyvin työlästä. Osittain
tästä syystä myöskään tutkijoiden työskentelykäytänteet koulutusdatan valitsemi-
sessa ja hallinnassa eivät ole välttämättä yhtenevät edes tutkimusryhmän sisällä.

Projektin tilaajana toimiva Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitos toivoo, että
Kuvatus-projektissa kehitettävä sovellus auttaisi yhtenäistämään käytänteitä eri tut-
kimusryhmien välillä. Lisäksi sovelluksen avulla laitoksen tutkimusta voidaan ha-
vainnollistaa yhteistyökumppaneille ja opiskelijoille.

3.2 Sovelluksen tavoitteiden toteutuminen

Kuvatus-projekti toteutti Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitokselle toiminnallisen prototyypin kuva-analyysimenetelmissä käytettävän opetusaineiston valitsemiseen ja hallintaan tarkoitettusta WWW-sovelluksesta. Kehitetyllä prototyypillä voi määrittää erilaisiin **valintaluokkiin** kuuluvia **valintoja** YouData-tietojärjestelmän **projekteihin** sisältyviin **hyperspektrikuviin** liittyen. Näistä valinnoista voidaan siten muodostaa **opetusaineistoja**, joita voidaan hyödyntää hyperspektrikuvien analysoinnissa.

Kuvatus-projektin päätavoite oli toimittaa tilaajalle toimiva sovellus, jossa on huomioitu esitettyjen vaatimusten ohella sovelluksen laajennettavuus. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että vaikkei kaikkia ominaisuuksia ehdittäisi toteuttaa, varattiin niille kuitenkin tilaa käyttöliittymässä ja toteutettiin lähdekoodiin alustavat aliohjelmarungot. Jatkokehitystä varten hahmoteltiin käyttöliittymät myös niille näkymille, joiden toiminnallisuutta ei ehditty toteuttaa. Sovelluksen lähdekoodiin jätettiin jatkokehitystä ajatellen tyhjiä aliohjelmarunkoja, jotka eivät kuitenkaan kata kaikkia jatkokehitystä vaativia toiminnallisuuksia.

Sovelluksen vaatimukseen kuului myös laskentarajapinnan toteuttaminen, jonka kautta opetusaineiston pystyy välittämään kolmannen osapuolen **laskentaohjelmaan** analysoitavaksi. Tätä toiminnallisuutta ei kuitenkaan ehditty toteuttamaan projektiin varattujen työtuntien sisällä. Kuvien avaamisen toteutus kuitenkin tukee myös laskentarajapintojen toteutusta, joten toiminnallisuuden jatkokehitys on suoraviivaista. Sovelluksen käyttöliittymään kuitenkin hahmoteltiin laskentarajapintojen edellyttämät käyttöliittymänäkymät. Vastaavasti myös laskentaohjelmien palauttamien tulosten tarkastelumahdollisuus jäi toteuttamatta.

3.3 Toteutettu valintaluokkien hallintatyökalu

Projektissa kehitetyllä prototyypillä pystyy rajaamaan alueita hyperspektrikuviista ja määrittelemään tehdyille valinnoille valintaluokkia. Esimerkiksi ihonäytteitä analysoiva käyttäjä saattaa haluta merkitä kuvaan kolme siinä näkyvää ihotyyppiä ja osoittaa niiden esiintymät merkkaamalla vastaavat alueet jollain **rajaustyökalulla**. Jokainen kuvista etsittävä ihotyyppi on siten yksi valintaluokka, ja yksittäiseen kuvaan merkityt tietyn ihotyypin esiintymät muodostavat yhdessä valinnan. Yhdestä tai useammasta valintaluokasta voidaan muodostaa opetusaineisto, jota voi

hyödyntää sovelluksen ulkopuolella.

Yhteen projektiin voi liittyä useita hyperspektrikuvia, joihin voi liittyä useita valintaluokkia ja valintoja. Kuviin ja tehtyihin valintoihin liittyvät **metatiedot** määrittelevät, miten kuvat, valintaluokat ja valinnat liittyvät toisiinsa. Lisäksi jokaiseen kuvaan tallennetaan metatietona muutoshistoria, joka sisältää tiedon siitä, millaiset valinnat liittyvät kuhunkin versioon. Tällä tavoin käyttäjä voi palauttaa aiemmin tekemänsä valinnat helposti takaisin.

Sovelluksen tärkein ominaisuus on monipuolinen **rajaustyökalu**, jolla käyttäjä voi valita valintaluokkien alueita ja ryhmitellä tehtyjä valintoja tähän tarkoitukseen suunnitellussa käyttöliittymänäkymässä. Aiemmin käytössä olleissa sovelluksissa erityisesti valinnan tekeminen on hankalaa ja hidastaa koko työskentelyprosessia. Toteutetussa sovelluksessa on suorakulmio-, ellipsi- ja monikulmiotyökalut, sekä samanväristen alueiden valitsemiseen tarkoitettu taikasauvatyökalu.

Näkymässä voi **lähentää ja loitontaa** käsiteltävää hyperspektrikuvaa, jolloin käyttäjä voi tehdä tarkempia valintoja. Koon muunnos on tehty kokonaislukumonikertoimena, jolloin pystytään välttämään kuvan skaalauksesta johtuva tiedon katoaminen. Lisäksi käyttäjä voi helposti valita, mitä hyperspektrikuvan aallonpituutta tarkastellaan.

Sovelluksen toivottiin esittävän käsiteltävästä hyperspektrikuvasta myös kuvaajan, joka kuvaisi yksittäisen pikselin intensiteetin eri aallonpituuksilla. Kuvaajaa ei kuitenkaan ehditty toteuttaa, koska projektiryhmän suunniteltujen työtunnit kuluivat korkeammin priorisoitujen toiminnallisuuksien toteuttamiseen.

3.4 Integrointi YouData-tietojärjestelmään

Tilaaaja määritteli olennaiseksi tavoitteeksi sujuvan **yhteistoiminnan YouData-tiedonjakopalvelun kanssa**, johon YouHyper-sovellus integroidaan. Lähinnä YouDatatan toteutuksesta johtuen tilaaaja halusi projektissa kehitettävään sovellukseen WWW-käyttöliittymän. Tällöin sovelluksen käyttö ei myöskään edellytä käyttäjältä ohjelmiston asennusta.

Sovellus **integroitiin YouDataan** siten, että samoja projektiryhmiä ja niiden tiedostoja voidaan hyödyntää sekä YouHyperissä että YouDatassa. Tunnistautuminen tapahtuu samalla tavalla Korppi-tunnuksilla kuin YouDatassa. Integraation ensisijaisena tarkoituksena on parantaa YouDatatan ja YouHyperin yhteiskäyttöä ja vähentää

päällekkäisiä käyttäjäryhmiä, mutta se todennäköisesti parantaa samalla myös kehitettävän sovelluksen suorituskykyä erityisesti tiedostojen lataamisen ja tallentamisen osalta. YouData-integraatio siirrettiin projektin aikana tilaajan edustaja Marko Peltolan tehtäväksi, ja hän vastaa myös ominaisuuden jatkokehityksestä.

3.5 Hyödynnetyt ohjelmistot ja tekniikat

Sovellus toteutettiin käyttäen **ohjelmointikielenä** palvelinpuolella **Ruby on Railsia** ja asiakaspuolella **JavaScriptiä**. Ruby on Rails valittiin pääosin siksi, että sitä on käytetty myös YouDatan toteutuksessa. JavaScriptin projektiryhmä valitsi siksi, että se tukee hyvin HTML5:n Canvas-elementtiä, jonka katsottiin soveltuvan hyvin valintänäkymän toteuttamiseen.

Asiakas toivoi, ettei sovellus olisi riippuvainen käyttöjärjestelmästä, vaan sitä pystyisi käyttämään jollain **Mozilla Firefoxin** versiolla käyttöjärjestelmästä riippumatta. Sovellus kehitettiin niin, että se toimii Mozilla Firefoxilla versiosta 3.6.24 alkaen. Sovellus toimii myös massamuistilta ajatus selaimessa, mikä helpottaa huomattavasti sen käyttöä tavallisen työympäristön ulkopuolella, esimerkiksi asiakkaan tietokoneella.

3.6 Tulokset

Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen käyttöohje sekä testausuunnitelma ja -raportti jäivät toteuttamatta. Koska sovellus on vielä prototyyppiasteella, ei erillistä käyttöohjetta laadita, vaan tilaajan kanssa sovittiin sovellusraportissa [4] olevien käyttöliittymäkuvausten riittävän. Testausdokumentit sovittiin projektin jälkeiseen jatkokehitykseen, koska tilaaja toivoi, että testaukseen varattu aika käytettäisiin sovelluksen toteutukseen.

Sovelluksen prototyypin ohella projektiryhmä toteutti seuraavat tulokset:

- **Ajankäyttöraportti** sisältää ryhmän jäsenten kirjaamat työtunnit sekä niiden jakautumisen eri tehtäville ja tehtäväkokonaisuuksille.
- **Asennusohje** neuvoo järjestelmän asennuksen ja käyttöönoton palvelimelle.
- **Esittelymateriaalit** sisältävät väli- ja loppuesittelyn esitysgrafiikat ja muistiot.

- **Itsearvioinnit** sisältävät ryhmän jäsenten arvioinnit omasta, ryhmän, tilaajan edustajien, ohjaajien ja atk-tuen toiminnasta ja onnistumisesta sekä luennoista ja perehdytyksistä.
- **Kokousten dokumentit** sisältävät kokousten esityslistat, pöytäkirjat ja niissä esitetyt tilakatsaukset.
- **Lähdekoodi** sisältää projektissa toteutetun sovelluksen kommentoidun lähdekoodin.
- **Oheiskurssin materiaalit** sisältävät oheiskurssien suoritukseen kuuluvat kirjoitusharjoitukset ja muun materiaalin.
- **Projektiraportti** dokumentoi projektin toteutuneen läpiviennin, vertaa toteutunutta suunnitelmaan sekä arvioi erojen syitä ja vaikutuksia.
- **Projektisuunnitelma** on projektin läpivientisuunnitelma.
- **Sovellusraportti** kuvaa projektissa toteutetun sovelluksen rakenteen ja toiminnot sekä mahdolliset puutteet ja jatkokehitysideat.
- **Sähköpostiarkistot** sisältävät kaikki projektiorganisaation kahdelle sähköpostilistalle lähetetyt viestit.
- **Vaatimusmäärittely** kuvaa tekniset ja toiminnalliset vaatimukset.

Kaikki projektidokumentit on sijoitettu Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported (cc-by-sa 3.0) -lisenssin alaisuuteen. Kaikki projektin aikana toteutettu lähdekoodi on sijoitettu avoimen lähdekoodin MIT-lisenssin alaisuuteen.

3.7 Oppimistavoitteet

Sovellusprojekti-opintojakson päätavoitteena on totuttaa opiskelijat projektimuotoiseen työskentelyyn. Jokainen projektiryhmän jäsen sai kokemusta useilta ohjelmistokehityksen eri osa-alueilta, sillä pieni ryhmäkoko pakotti jakamaan useita tehtäviä samoille henkilöille. Erityisesti projektipäällikkö oppi projektityöskentelyn suunnittelussa ja hallinnassa vaadittuja johtamistaitoja ja ajankäytön hallintaa. Kaikki ryhmän jäsenet oppivat monipuolisesti taitoja ohjelmiston määrittelyyn, suunnitteluun, toteutukseen ja testaukseen liittyen, minkä lisäksi tiiviissä ryhmässä kaikki oppivat väistämättä ryhmätyötaitoja.

Viikoittaiset kokoukset olivat olennainen osa sovellusprojektiä ja sitä kautta myös oppimisprosessia. Kokouksissa ryhmän jäsenet oppivat noudattamaan asianmukaisia kokouskäytänteitä, minkä lisäksi he oppivat laatimaan esityslistoja ja pöytäkirjoja. Kaikki ryhmän jäsenet toimivat vuorollaan myös puheenjohtajan ja sihteerin

roolissa, joten jokainen sai kokemusta myös kyseisistä tehtävistä.

Sovellusprojektiurssin yhteyteen on liitetty opiskelijoiden puhe- ja kirjoitusviestintätaitoja kehittävä *Projektiviestintä IT-alalla* -kurssi, johon kuuluu erilaisia kirjoitus- ja esiintymisharjoituksia. Myös kaikista sovellusprojektin aikana laadittavista dokumenteista saatu palaute tuki viestintätaitojen oppimista. Projektiin liittyy myös oheiskurssi *Sovellusprojektin hallintaa, viestintää ja työkaluja*. Tämän kurssin aikana jäsenet oppivat projektityöskentelyn edellyttämiä taitoja, ryhmätyöskentelyä ja suunnitelmallisuutta. Kurssin aikana opittiin myös, mitä käytettävyys käytännössä tarkoittaa.

Projektin aikana opiskelijat kohtasivat monia odottamattomia tilanteita. Aiempien sovellusprojektiryhmien materiaalien läpikäynti opetti hyväksi havaittuja käytänteitä, mutta näytti myös sen, miten joitain asioita ei välttämättä kannata tehdä. Vastaavasti projektiryhmä oppi sosiaalisia taitoja neuvotellessaan asiakkaan kanssa sovelluksen toiminnallisuuksista ja pyrkiessään kaikkien osapuolien tarpeita vastaaviin ratkaisuihin. Myöskään ryhmän sisäisessä työskentelyssä vaadittujen viestintätaitojen vaikutusta oppimiseen ei voida jättää huomiotta.

Kaikki sovellusprojektiryhmän jäsenet oppivat myös **ohjelmointitaitoja** erityisesti, koska käytetyt ohjelmointikielet tai sovelluskehikset eivät olleet entuudestaan tuttuja. Ohjelmoinnin yhteydessä ryhmän jäsenet oppivat väistämättä myös lukemaan toisten kirjoittamaa lähdekoodia ja hyödyntämään versiohallintaohjelmistoa, joka mahdollistaa koodin yhtäaikaisen kehityksen. Sovelluksen vaatimusmääritellyn yhteydessä käytettiin JIRA-sovellusta, jonka avulla ryhmän jäsenet oppivat kirjaamaan vaatimuksia ja niiden tiloja, virheitä sekä kehitysideoita.

Projektityöskentely edellytti kaikilta ryhmän jäseniltä tiivistä **yhteistyötä**, sillä projektin läpivienti riippui kaikkien jäsenten panoksesta. Ryhmässä työskenteleminen vaati jäsenten väliltä luottamusta ja kykyä ottaa vastuuta. Projektityöskentelyssä korostuivat myös aloitekyky ja omatoimisuus, mutta toisaalta jokaisen tuli samalla pystyä pitämään muut ryhmän jäsenet ajan tasalla siitä, mitä itse kulloinkin tekee.

Edellä mainittujen oppimistavoitteiden lisäksi projektiryhmän jäsenet olivat asettaneet itselleen seuraavat **henkilökohtaiset oppimistavoitteet**:

- Pekka Iso-Ahola asetti oppimistavoitteikseen projektitoiminnan käytänteiden ja ryhmätyötaitojen oppimisen sekä oli kiinnostunut oppimaan WWW-sovelluksen kehittämiseen liittyviä taitoja.
- Jussi Perttolan tavoitteena oli oppia projektiryhmän johtamisessa vaadittavia

taitoja ja organisointikykyä. Lisäksi hän halusi osallistua sovelluksen käyttöliittymän suunnitteluun, kehittää ohjelmointivarmuuttaan sekä oppia Ruby on Rails -sovelluskehityksen käyttöä ja Ruby-ohjelmointia.

- Tommi Tuovinen halusi oppia työelämässä vaadittuja projektityöskentely- ja ryhmätyötaitoja. Hän halusi myös käytännön kokemusta ohjelmistokehityksestä sekä sen kaikista osa-alueista ja niihin liittyvistä tehtävistä.

Henkilökohtaiset oppimistavoitteet toteutuivat jokaisen ryhmän jäsenen osalta.

4 Organisaatio ja resurssit

Luvussa käsitellään projektiorganisaatioon kuuluvien henkilöiden lisäksi muita projektin käytössä olleita resursseja, kuten työtiloja, laitteita ja työkaluja. Projektiorganisaatio ja muut resurssit toteutuivat alkuperäisen suunnitelman mukaisesti. Suunnitelmasta poiketen tilaajan edustajana toimiva Marko Peltola otti päävastuun You-Data-integraation kehittämisestä, mikä vapautti projektiryhmän työtunteja muiden toiminnallisuuksien toteutukseen.

4.1 Projektiorganisaatio

Projektiryhmään kuului kolme **jäsentä**: Pekka Iso-Ahola, Jussi Perttola ja Tommi Tuovinen. Jussi Perttola toimi projektipäällikkönä ja Pekka Iso-Ahola varapäällikkönä. Projektityöskentelyssä hyödynnettiin kunkin ryhmän jäsenen henkilökohtaisia taitoja ja osaamista. Pekka Iso-Ahola oli teknisesti kyvykäs ohjelmoija, joka osasi tarttua nopeasti uusiin tehtäviin. Jussi Perttolalla oli aiempaa kokemusta projektipäällikkönä toimimisesta. Hän osasi tarvittaessa puuttua ongelmakohtiin sekä antaa rakentavaa kritiikkiä. Tommi Tuovisen erityisosaamiseen kuuluivat laajojen konaisuuksien hahmotuskyky sekä matemaattisen analysoiva lähestymistapa.

Tilaajan edustajina toimivat Paavo Nieminen, Marko Peltola, Ilkka Pölönen ja Tero Tuovinen, jotka työskentelevät tietotekniikan laitoksella. Projektin vastaavana **ohjaajana** toimi tietotekniikan laitokselta Jukka-Pekka Santanen. Helmikuun lopussa projektiorganisaatioon liittyi Tero Hänninen, joka toimi projektiryhmän teknisenä ohjaajana.

Projektin sidosryhmien osalta Jyväskylän yliopiston tietohallintokeskus vastasi ryhmän käytössä olevien laitteistojen ja ohjelmistojen ylläpidosta. Projektiryhmän yhteyshenkilönä ATK-lähituessa toimi Santeri Lapinmäki.

Oheiskursseilla puheviestintään liittyvissä kysymyksissä neuvoi Minna Haapsaari ja **kirjalliseen viestintään** liittyviin kysymyksiin vastasi Kaisa Leino. Käytettävyyden osalta ryhmää neuvoi Meeri Mäntylä.

4.2 Projektin tilat ja laitteet

Projektiryhmän työtilana toimi **projektihuone** Ag C223.2, joka sijaitsee Agoran C-siiven toisessa kerroksessa sovellusprojektien tiloissa. Huoneen solussa on monitoimilaite, jota projektiryhmän jäsenet käyttivät tulostukseen, kopiointiin ja skannaamiseen.

Projektin aikana ryhmä käytti **kokoustilana** kokoushuonetta Ag C226.2. Kokoushuoneessa olevan tietokoneen ja videoprojektorin lisäksi projektiryhmä sai tarvittaessa kokouskäyttöön kannettavan tietokoneen.

Projektiryhmällä oli käytössä kolme **tietokonetta**, joista kahdessa oli käyttöjärjestelmänä Linux Fedora 14 ja yhdessä Windows 7 Enterprise. Jäsenten käytössä oli myös yksi tietohallintokeskuksen virtuaalipalvelin, jossa sovelluksen toimintaa voitiin testata.

Projektiryhmän käytössä oli kaksi **verkkolevyä**. Toinen verkkolevy oli tarkoitettu ryhmän sisäiseen tiedostojen jakamiseen ja toinen varattiin projektin WWW-sivuille, joiden kautta ryhmä julkisti dokumentteja projektiorganisaatiolle.

4.3 Ohjelmointi- ja dokumentointityökalut

Ohjelmointikielenä sovellusprojektissa käytettiin Rubya ja sovelluskehityksenä Ruby on Railsia. WWW-käyttöliittymän toteutuksessa hyödynnettiin JavaScriptiä ja **HTML5:ttä** sekä erityisesti sen kuvien käsittelyyn soveltuva `Canvas`-elementtiä. Tietojen tallentamiseen käytettiin MongoDB-nimistä NoSQL-tietokantaa, joka on käytössä myös YouDatassa.

Sovellukseen kirjautumista varten suunniteltiin toteutettavan **Korppi-tietojärjestelmän** kirjautumisrajapinnan toteuttavaa komponenttia. Projektin aikana päätettiin kuitenkin integroida toteutettava sovellus kokonaan osaksi YouDataa, jolloin myös tunnistautuminen voidaan hoitaa YouDatan kautta. Ruby on Rails -sovelluksen kehittämisessä ei käytetty mitään tiettyä sovelluskehitysympäristöä, vaan ryhmän jäsenet käyttivät ohjelmointiin parhaaksi katsomaansa tekstieditoria.

Tulosten versiohallintaan käytettiin Git-versiohallintaohjelmistoa ja YouSource-nimistä lähdekoodien julkistusjärjestelmää. Luokkadokumentaatio muodostettiin **lähdekoodista** RDoc-työkalulla.

Projektin keskeisimmät ja laajimmat **dokumentit** kirjoitettiin \LaTeX -ohjelmistolla. Muiden dokumenttien laatimiseen ryhmän jäsenet käyttivät kulloiseenkin tilanteeseen parhaiten soveltuvaa tekstinkäsittelyohjelmistoa.

Toteutettavan **sovelluksen vaatimusten** suunnittelussa ja hallinnassa hyödynnettiin JIRA-tikettijärjestelmää. JIRAan kirjattiin sovelluksen vaatimuksia, kiinnitettiin ne jollekin jäsenelle sekä seurattiin työn edistymistä. Myös asiakkaan edustajat pysyivät seuraamaan tehtäväkokonaisuuksien edistymistä JIRA-järjestelmän avulla ja lisäämään tarvittaessa uusia vaatimuksia, mutta he eivät kuitenkaan hyödyntäneet tätä toiminnallisuutta.

Sovellusprojektiin käytettävien työtuntien kirjaamisen käytettiin Petri Heinosen kehittämää Excel-pohjaista ajankäytönseurantasovellusta [3]. Sen avulla muodostettuja kuvaajia käytettiin myös projektin tilakatsauksissa.

Valitut työkalut pysyivät samana koko projektin ajan. Kehitimme sovellusta kolmella eri käyttöjärjestelmällä, joten tekstieditorien ja muiden käyttöjärjestelmäkohtaisten sovellusten kohdalla saatettiin saman päivän aikana käyttää useita eri työkaluja. Työasemakohtaisesti sovellukset pysyivät kuitenkin samoina.

4.4 Luennot ja perehdytykset

Sovellusprojektikurssin ohella opiskelijat suorittivat oheiskurssit *Sovellusprojektin hallintaa, viestintää ja työkaluja* sekä *Projektiviestintä IT-alalla*. Näillä kursseilla opiskelijat oppivat projektin hallintaan ja projektiviestintään liittyviä taitoja. Luennot ja tapaamiset keskittyivät seuraaviin aiheisiin:

- kokous- ja neuvottelukäytänteet (Haapsaari)
- esittely ja esiintyminen (Haapsaari)
- kirjoitusviestintä (Leino)
- projektin johtaminen ja hallinta (Santanen)
- käytettävyyden luennot ja ryhmätyöt (Mäntylä)
- tekijänoikeus ja sopimukset (Santanen)
- WWW-ohjelmointi HTML5:n ja JavaScriptin avulla (Vepsäläinen)
- Git-versiohallinnan ja YouSourcen käyttö (Valkama)
- Ruby on Railsin perusteet (Hänninen)
- kaksi väliesittelyä (Haapsaari ja Santanen).

Projektiryhmän jäsenet käyttivät projektin aikana erilaisia työkaluja ja tekniikoita, jotka eivät olleet heille entuudestaan tuttuja. Näiden työkalujen käyttöä, erityisesti Ruby-ohjelmointikieltä ja Ruby on Rails -sovelluskehystä ryhmän jäsenet opiskelivat omatoimisesti Internetistä löytyvistä oppaista. Lisäksi opiskelijoiden käytössä oli Agile Web Development with Rails -kirja [7].

Kaikki oheiskurssien luennot ja perehdytykset toteutuivat suunnitellusti lukuun ottamatta alkuperäiseen suunnitelmaan kuulunutta projektipäälliköiden yhteistä tapaamista. Ryhmän jäsenet oppivat oheiskursseilla paljon erilaisia taitoja, jotka helpottavat projektityöskentelyä. Luennot käsittelivät aiheita kattavasti, eikä ryhmä kokenut lisäperehdytystä tarpeelliseksi.

5 Käytänteet

Luvussa kuvataan projektissa noudatettuja käytänteitä. Ne edesauttoivat projektin läpivientiä, asetettujen tavoitteiden saavuttamista ja tulosten toteuttamista. Käytänteiden tarkoitus oli varmistaa, että projekti etenee aikataulussa ja sen aikana syntyvät tulokset ovat korkealaatuisia. Käytänteet toteutuivat suunnitellusti, eikä niiden noudattamisesta aiheutunut ongelmia.

5.1 Kokoukset

Projektiorganisaatio piti viikoittaisen kokouksen lukuun ottamatta viikkoja 8, 10 ja 15, jolloin kokousta ei järjestetty projektiorganisaation jäsenten muista sitoumuksista johtuen. **Kokouksissa käsiteltiin** kuluneen viikon aikana tapahtuneita projektin etenemiseen vaikuttaneita asioita sekä tulevia toimenpiteitä ja tarvittavia päätöksiä. Jokaisessa kokouksessa käytiin myös läpi edellisen kokouksen pöytäkirjaan merkityt päätökset sekä osallistujille osoitetut tehtävät ja niiden tila.

Projektipäällikkö esitteli kolmannesta kokouksesta lähtien viikoittain **tilakatsauksen**, jossa kuvattiin, mitä projektissa on tehty viimeisen viikon aikana, mitä ongelmia on kohdattu ja mitä tehdään seuraavaksi. Tilakatsauksissa esiteltiin, miten projektiryhmän ja sen yksittäisten jäsenten käyttämät työtunnit jakautuivat projektin eri tehtäväkokonaisuuksien välillä sekä kuinka monta tuntia ryhmä oli käyttänyt projektiin kunakin viikkona ja kokonaisuudessaan.

Kokouksissa keskusteltiin toteutettavan sovelluksen ominaisuuksista ja vaatimuksista sekä niiden toteutusratkaisuksista. Kokouksissa käsiteltävät asiat pyrittiin käymään läpi niin perusteellisesti, että asiakkaan edustajat ja projektiryhmän jäsenet ymmärsivät asiat samalla tavalla, eikä väärinymmärryksiä päässyt syntymään. Jos projektiryhmällä oli esittää sovelluksesta konkreettisia käyttöliittymädemostratioita tai prototyyppejä, ne esitettiin viikoittaisessa kokouksessa. Kokouksissa sovittiin myös projektin läpivientiin liittyvistä käytänteistä, kuten sovelluksen ja dokumentaation sijoittamisesta avoimen lähdekoodin lisenssin alle.

Jokainen ryhmän jäsen toimi vuorollaan kokouksissa **sihteerinä** ja **puheenjohtajana**. Opiskelijat toimivat samassa roolissa kaksi peräkkäistä kokouskertaa, jonka jälkeen sihteerinä toiminut projektiryhmän jäsen otti puheenjohtajan roolin. Puheenjohtaja johti keskustelua ja piti huolen siitä, että kokous eteni esityslistan osoittamal-

la tavalla.

Sihteerin tehtävänä oli laatia kokouksesta **pöytäkirja**, jonka puheenjohtaja tarkisti ennen sen toimittamista projektiorganisaation jäsenille. Jokainen ryhmän jäsen toimitti ensimmäisen laatimansa pöytäkirjan myös kirjoitusviestinnän opettaja Kaisa Leinon ja vastaavana ohjaajana toimineen Jukka-Pekka Santasen tarkastettavaksi. Pöytäkirjaan voitiin esittää muutoksia joko etukäteen tai seuraavassa kokouksessa, jossa pöytäkirjaa käsiteltiin. Kokouksessa pöytäkirja voitiin joko hyväksyä sellaisenaan, hyväksyä muutoksin tai jättää hyväksymättä.

Kokoukset toteutuivat suunnitelman mukaisesti. Kaikki edellisten kokousten pöytäkirjat joko hyväksyttiin sellaisenaan tai pienin muutoksin.

5.2 Tiedotus

Projektiin liittyvien asioiden tiedotuksesta projektiryhmän ja muun projektiorganisaation välillä vastasi ensisijaisesti projektipäällikkö. Jokainen ryhmän jäsen oli kuitenkin vastuussa hänelle osoitettuun tehtävään, tulokseen tai muuhun vastualueeseen liittyvästä tiedotuksesta.

Projektipäällikkö toimitti asiakkaalle vähintään kerran viikossa lyhyen **välikatsauksen**, jossa hän kuvasi, mitä projektiryhmä oli edellisen katsauksen tai kokouksen jälkeen tehnyt ja mitkä tekijät olivat vaikuttaneet projektin etenemiseen. Jos projektin eteneminen esimerkiksi viivästyi jonkin ongelman takia, välikatsauksessa raportoitiin siitä. Samalla kerrottiin, miten ongelma ratkaistiin tai miten se aiottiin ratkaista. Välikatsaus sisälsi myös lyhyen kuvauksen siitä, mitä projektiryhmä aikoi tehdä seuraavaksi. Kun projekti oli edennyt erityisen nopeasti tai ongelmia oli ilmennyt poikkeuksellisen paljon, lähetettiin välikatsauksia useammin.

Ryhmän jäsenten keskinäinen tiedotus hoidettiin pääosin silmäkkäin. Jäsenet pyrkivät työskentelemään keskenään samassa tilassa, jotta viestintä ryhmän jäsenten välillä olisi mahdollisimman tehokasta. Jos suullinen tiedotus ei ollut mahdollista, hoidettiin yhteydenpito puhelimitse, sähköpostitse tai pikaviestimien välityksellä.

Ohjaajille ja tilaajan edustajille suunnattu tiedotus hoidettiin ensisijaisesti yhteisen sähköpostilistan kautta. Sähköpostilistan osoite oli kuvatus@korppi.jyu.fi, ja sen jakelulistalle kuuluivat kaikki projektiorganisaation edustajat. Kaikki listalle lähetetyt viestit tallennettiin sähköpostiarkistoon, joka on nähtävillä osoitteessa <https://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/kuvatus/>.

Projektiryhmän jäsenten ja ohjaajien käytössä oli myös sisäinen sähköpostilista `kuvatus_opetus@korppi.jyu.fi`. Opetuslistan sähköpostiarkisto sijaitsee osoitteessa `https://korppi.jyu.fi/kotka/servlet/list-archive/kuvatus_opetus/`.

Tiedotus toteutui suunnitelman mukaisesti. Projektiryhmän sisäinen viestintä toimi erinomaisesti, koska kaikki ryhmän jäsenet olivat erittäin motivoituneita. Myös vastaava ohjaaja, tekninen ohjaaja ja ATK-tuki hoitivat yhteydenpidon moitteettomasti. Tilaajan edustajat vastasivat sähköposteihin vaihtelevasti, mutta kasvatusten kommunikaatio sujui hyvin.

5.3 Tiedostojen nimeäminen ja hakemistorakenne

Lähdekooditiedostojen nimeämisessä käytettiin Rubyn [9] ja JavaScriptin [2] yleisiä käytänteitä. Tiedostojen ja hakemistojen nimet kirjoitettiin englanniksi ja vain pieniä kirjaimia käyttäen. Välilyönnit tiedostonimissä korvattiin alaviivalla. Lähdekooditiedostojen hakemistorakenne oli valmiiksi määritelty Ruby on Rails -ohjelmointiympäristössä, eikä sitä muutettu.

Dokumenttitiedostot nimettiin sisältöä kuvaavilla nimillä ja dokumentin kielen mukaisesti, kuten `projektisuunnitelma.tex`. Ohjaajille tai asiakkaan edustajille julkaistuihin laajoihin pdf-dokumentteihin liitettiin tiedostonimien perään versio numero (kts. luku 5.6) esimerkiksi muodossa `projektiraportti_v_[numero]_[numero]_[numero].pdf`.

Kokouksiin liittyvät dokumenttitiedostot nimettiin seuraavasti:

- Kokousten raakatekstimuotoiset esityslistat nimettiin `esityslista_[järjestysnumero]_[päivämäärä].txt`.
- \TeX -muotoisten pöytäkirjojen nimeämistapa oli `poytakirja_[järjestysnumero]_[päivämäärä].tex`.
- Pdf-muotoisten pöytäkirjojen nimeämistapa oli `poytakirja_[järjestysnumero]_[päivämäärä].pdf`.
- Pdf-muotoiset tilakatsaukset nimettiin `tilakatsaus_[järjestysnumero]_[päivämäärä].pdf`.

Päivämäärä esitettiin muodossa `kkpp`. Esimerkiksi maaliskuun ensimmäinen päivä merkittiin siis muodossa `0301`.

Projektin tulokset tallennettiin CD-levylle ja projektin WWW-hakemistoon päähakemiston alle seuraavan **hakemistorakenteen** mukaisesti:

```
ajankaytto
application_report
class_documentation
esittelyt
itsearviointit
kayttoliittymademot
    html_luonnos_1
    html_luonnos_2
    js_luonnos_1
    js_luonnos_2
    tyokaluluonnokset
kokoukset
    esityslistat
    poytakirjat
    tilakatsaukset
ohjeet
projektiraportti
projektisuunnitelma
requirements_specification
sahkopostiarkistot
    kuvatus
    kuvatus_opetus
sitoumus_ja_lisenssit
source_code
```

Koska testaus päätettiin jättää pois, myös kansiorakenne muuttui hieman. Kaikki testausdokumentteihin liittyvät kansiot poistettiin sekä siirrettiin projektiraportti ja projektisuunnitelma hakemiston juurikansioon.

5.4 Lähdekoodi

Sovelluksen Ruby-lähdekoodi toteutettiin noudattaen Rubyn yleisiä käytänteitä [9] ja ennalta määrättyjä RDoc-käytänteitä. Sovelluksen JavaScript-lähdekoodin toteutuksessa mukailtiin JavaScriptin yleisiä käytänteitä [2].

Lähdekoodissa käytetyt luokat, muuttujat ja aliohjelmat nimettiin käyttäen mahdollisimman kuvaavia englanninkielisiä nimiä. Myös lähdekoodin kommentit kirjoitettiin englanniksi, ja ne pyrittiin muotoilemaan riittävällä tarkkuudella. **Lähdekoodissa** olevat kommenttirivit aloitettiin Rubyssa #-merkillä ja JavaScriptissä kahdella /-merkillä

Alla on esimerkki edellä mainittuja käytänteitä noudattaen toteutetusta JavaScript-lähdekoodista.

```
// Destructor for the object - removes the list element
// as well as the canvas.
// Also removes the remaining JS objects.
this.destruct = function() {
    this.post_delete();
    this.canvas.remove();
    // Some candy for the list item removal!
    this.list_element.fadeOut(300,
    function() {
        $(this).remove();
    });
    delete selection_table[this.name];
    expandList();
    delete this;
}
```

Lähdekoodin ja kommentoinnin käytänteet toteutuivat suunnitelman mukaisesti.

5.5 Testaus

Alkuperäisen suunnitelman mukaan sovelluksen verifiointi oli tarkoitus hoitaa yksikkö-, integraatio- ja järjestelmätestauksen avulla. Näin olisi voitu löytää virheitä

lähdekoodeista ja varmistua siitä, että sovellukselle asetetut vaatimukset toteutuivat.

Tilaaajan edustajat kuitenkin toivoivat, että testaukseen varattu aika käytettäisi uusien toiminnallisuuksien toteuttamiseen. Tästä syystä projektissa toteutettiin ainostaan **yksikkötestausta** siten, että ohjelmoijat testasivat toteuttamiaan koodin osia sen kirjoittamisen yhteydessä

Sovelluksen validoimiseksi pyrittiin saamaan tilaaajan edustajilta mahdollisimman paljon käyttökokemuksia ja muita kommentteja. Tätä varten projektiryhmällä oli käytössään testipalvelin, jossa tilaaajan edustajilla oli mahdollisuus kokeilla sovelluksen viimeisintä vakaata testiversiota. Tilajaat kommentoivat sovelluksen toiminnallisuuksia projektikokouksissa. Lisäksi ohjaaja Jukka-Pekka Santanen teki useita huomioita sovelluksen toiminnasta.

Sovelluksen **käytettävyyteen** kiinnitettiin huomiota kaikkien kehitysvaiheiden aikana. Käytettävyyttä ei erikseen testattu, mutta mahdolliset kriittiset puutteet, virheet ja epäloogisuudet kirjattiin ylös viimeistään esiteltäessä sovellusta ohjaajille ja asiakkaan edustajille. Sovelluksen käytettävyyttä kommentoi käytettävyysasiantuntija Meeri Mäntylä, jolta saatujen kommenttien pohjalta sovelluksen käyttöliittymään tehtiin useita pieniä muutoksia.

Testaus ei toteutunut suunnitellulla tavalla. Integraatio- ja järjestelmätestaus siirrettiin asiakkaan pyynnöstä projektin jälkeiseen jatkokehitykseen, mistä seurasi myös se, ettei testaukseen liittyviä dokumentteja laadittu. Yksikkötestaus ja validointi toteutuivat suunnitellusti. Myös sovelluksen käytettävyys otettiin huomioon suunnitelman mukaisesti.

5.6 Versiohallinta ja -numerointi

Tulosten versiohallintaan käytettiin Git-versiohallintaohjelmistoa. Sovelluksen lähdekoodi sijoitettiin Git-pohjaiseen YouSource-julkistusjärjestelmään, jossa se oli koajan myös asiakkaan saatavissa. Kaikki sovellukseen ja projektiin liittyvä dokumentaatio säilytetään YouSource-järjestelmässä myös jatkossa.

Julkistetuissa dokumenttien ja sovelluksen lähdekoodien versioissa käytettiin **kolmiportaista versionumerointia**. Ryhmän sisäiset versiot aloitettiin versionumerosta 0.0.1, ja kunkin uuden version osalta kasvatettiin vähiten merkitsevää numeroa yhdellä. Tällöin toinen versio oli versionumeroltaan 0.0.2. Projektiorganisaatiolle jul-

kistettava versioiden numerointi aloitettiin versionumerosta 0.1.0. Seuraavat versiot numeroitiin kasvattamalla toisen tason numeroa yhdellä. Ensimmäisen hyväksytyyn version numero oli 1.0.0 ja sitä seuraavissa asiakkaan hyväksymissä versioissa kasvatettiin toisen tason numeroa yhdellä (siis toinen hyväksytty versio oli 1.1.0).

Versiohallinta ja -numerointi toteutettiin suunnitelman mukaisesti.

5.7 Katselmoinnit ja tulosten hyväksyminen

Lähdekoodi **katselmoitiin** kaksi kertaa projektin aikana. Katselmointiin osallistui projektiryhmän lisäksi tekninen ohjaaja Tero Hänninen, joka kommentoi projektiryhmän kirjoittamaa lähdekoodia. Molemmissa katselmoinneissa paikalla olivat myös vastaava ohjaaja Jukka-Pekka Santanen sekä tilaajan edustaja Marko Peltola.

Projektidokumentit päätettiin katselmoida tarvittaessa projektipalaverissa, mutta tähän ei kuitenkaan ollut tarvetta. Dokumentit jaettiin koko projektiorganisaatiolle, kun niihin oli ensin tehty vastaavan ohjaajan ehdottamat muutokset.

Tulokset hyväksyttiin vähintään projektin ohjaajilla ja tilaajan edustajista Tero Tuovisella tai hänen nimeämällään edustajalla. Tilaajan edustaja hyväksyi vähintään sovelluksen, käyttöohjeen ja sovellusraportin. Sovelluksen lähdekoodin hyväksyi tekninen ohjaaja. Vastaava ohjaaja hyväksyi tuloksista projektisuunnitelman ja -raportin sekä sovellusraportin ja JIRAsta kootun vaatimusmäärittelyn.

Lähdekoodin katselmointi ja tulosten hyväksyminen toteutuivat suunnitelman mukaisesti.

5.8 Tulosten koostaminen ja toimittaminen

Projektiryhmä kokosi projektin tulokset **projektikansioon** ja CD-levylle. Tilaajalle toimitettiin projektin tulokset kahdella **CD-levyllä**. Kopiot levyistä tallennettiin myös projektikansioon ja tietotekniikan laitoksen arkistoon. Myös kukin ryhmän jäsen sai itselleen tulokset CD-levyllä. Projektiryhmä sijoitti kaikki tulokset myös YouSource-sivustolle.

Projektiryhmä koosti ja luovutti CD-levyt vasta, kun kaikki tulokset oli hyväksytty. YouSource-järjestelmään tuloksia toimitettiin sitä mukaa kuin ne valmistuivat.

Tulosten koostettiin ja toimitettiin noudattaen alkuperäistä suunnitelmaa.

6 Tehtävät, työmäärät ja vastualueet

Luvussa määritellään ryhmän projektipäällikön ja varapäällikön vastualueet, sekä esitellään jäsenten muut vastualueet. Lisäksi määritellään eri tehtäväkokonaisuuksille varatut työmäärät ja ryhmän sisäinen työnjako. Projektin eri tehtäväkokonaisuuksiin käytettäväksi suunnitellut tunnit vastasivat hyvin lopullista toteumaa. Yksittäisten tehtävien kohdalla suunnitelmat eivät kuitenkaan toteutuneet, sillä järjestelmätestaus sovittiin tilaajan pyynnöstä projektin jälkeiseen jatkokehitykseen ja siirrettiin siihen varatut tunnit toteutukseen. Muutoksista ja vastoinkäymisistä huolimatta projektiryhmä onnistui pysymään asettamassaan työtuntitavoitteessa hyvin.

Projektiryhmä joutui lisäksi käyttämään työtunteja sellaisiin tehtäviin, joita ei ollut osattu ennakoida. Pääosin nämä tehtävät liittyivät toteutuksessa tarvittavien työkalujen ja tekniikoiden valitsemiseen sekä asentamiseen tai sen odottamiseen. Projektiryhmä joutui käyttämään huomattavasti työtunteja testipalvelimen käyttööntöön ja myöhemmin sen vaatimiin muutoksiin. Lisäksi projektiryhmän työtunteja kului sopivan MATLAB-sovelluksen hankkimiseen. Nämä sekalaiset työtehtävät kirjattiin projektin hallinnan muihin tehtäviin.

Tilaajan kesken projektia tekemä päätös siirtää YouData-integraation päävastuu Marko Peltolalle johti siihen, ettei projektiryhmä voinut muutaman päivän aikana toteuttaa mitään muuta kuin sovelluksen WWW-käyttöliittymää, koska kaikki muut toiminnallisuudet edellyttivät YouData-integraation toteutusta. Lisäksi projektisuunnitelman laatiminen ja sovelluksen valintojen tallennus veivät arvioitua enemmän aikaa, minkä vuoksi niihin jouduttiin käyttämään suunniteltua enemmän työtunteja.

6.1 Projektipäällikkö ja varapäällikkö

Projektipäällikkönä toimi Jussi Perttola ja varapäällikkönä Pekka Iso-Ahola. Projektipäällikön vastuutehtäviin kuuluivat projektin suunnittelu ja hallinta, ajankäytön ja projektin etenemisen seuranta, tiedotus sekä ryhmän sisäisten tehtävien jakaminen. Projektipäällikkö oli vastuussa myös projektisuunnitelman ja -raportin laatimisesta. Varapäällikön tehtävänä oli toimia projektipäällikön sijaisena tämän poissa ollessa, mutta tällaista tilannetta ei tullut vastaan.

Projektipäällikkö hoiti tehtävänsä suunnitelman mukaisesti, eikä varapäällikön tarvinnut huolehtia projektin hallinnasta projektin aikana. Selkeän roolijaon ansiosta projektiryhmän jäsenet saattoivat keskittyä omiin tehtäviinsä kokonaisvaltaisesti.

6.2 Vastuualueet tulosten osalta

Keskeisimpien tulosten vastuuhenkilöt on esitetty taulukossa 6.1. Vastuuhenkilö ei yksinään toteuttanut tulosta, mutta vastasi sen valmistumisesta, tarkastettavaksi toimittamisesta ja mahdollisesti vaadituista muokkauksista. Myös tiedottaminen kyseisen tuloksen valmistumisesta kuului siitä vastaavan henkilön tehtäviin.

Tulos	Vastuuhenkilö	Hyväksytty
Projektisuunnitelma	Jussi Perttola	26.3.2012
Vaatimusmäärittely	Tommi Tuovinen	20.4.2012
Lähdekoodin viimeistely	Pekka-Iso-Ahola	17.4.2012
Sovellusraportti	Pekka Iso-Ahola	26.4.2012
Projektiraportti	Jussi Perttola	26.4.2012

Taulukko 6.1: Vastuualueet keskeisimpien tulosten osalta.

Toteutettavan sovelluksen osien vastuualueet jaettiin ryhmän jäsenten kesken niin, että Tommi Tuovinen vastasi pääasiassa valintatyökalujen ja käyttöliittymän toteutuksesta. Pekka Iso-Ahola toteutti kuvien avaamiseen ja tallentamiseen sekä opetusaineistoihin liittyviä toiminnallisuuksia. Jussi Perttola keskittyi suunnittelemaan ja toteuttamaan WWW-käyttöliittymää. Lähdekoodista, siihen liittyvistä tuloksista ja niiden toimittamisesta projektiorganisaatiolle vastasivat ryhmän kaikki jäsenet yhteisvastuullisesti.

Suunniteltuja vastuualueita noudatettiin koko projektin ajan. Alkuperäisessä suunnitelmassa Tommi Tuovisen vastuualueisiin kuului myös järjestelmätestaus, joka kuitenkin sovittiin tilaajan toiveesta projektin jälkeiseen jatkokehitykseen. Tämän seurauksena Tuovisen testaukseen varaatut työtunnit vapautuivat toteutukseen.

6.3 Tehtäväkohtaiset työmäärät ja työnjako

Projektiryhmän jäsenten sovellusprojektiin ja siihen liittyviin oheiskursseihin käytämät työtunnit on esitetty taulukossa 6.2 tehtäväkokonaisuuksittain ja tehtävittäin. Sarakkeessa S esitetään suunniteltu työmäärä ja sarakkeessa T toteutunut työmäärä. Alkuperäinen työtuntiarvio perustui sovelluksen osalta eri osakokonaisuuksien arvioituihin vaatimuksiin. Työtunnit pyrittiin arvioimaan mahdollisimman tarkasti, eikä arvioon ollut lisätty erillistä virhemarginaalia. Tästä syystä pidettiin todennäköisenä, että joillekin tehtäville arvioidut työmäärät tulevat ylittymään.

Projektiryhmän jäsenet sitoutuivat työskentelemään projektin eteen noin 30–40 tuntia viikoittain oheiskursseihin kuluviin tuntien lisäksi. Ryhmän jäsenien olisi siis tullut saavuttaa henkilökohtainen työmäärätavoitteensa 280 tuntia 7–10 viikon aikana. Oheiskurssien toteuttamiseen varattiin lisäksi 55 tuntia ryhmän jäsentä kohti, mikä nosti yksittäisen opiskelijan kokonaistyömääräksi 335 tuntiin. Projektin huolellisen työtuntiarvioinnin ansiosta toteutuneet projektitunnit ovat alkuperäistä suunnitelmaa vain noin 5 % suuremmat. Projektin jäsenten työtunnit poikkesivat toisistaan vain hyvin vähän, koska tuntikertymät otettiin huomioon projektin viimeisiä viikkoja suunniteltaessa.

Projektin hallinta -tehtäväkokonaisuuden työtunteihin kirjattiin projektityöskenteilyn yleisiin käytänteisiin liittyviä tehtäviä ja tuloksia. Pääasiassa projektipäällikön vastuualueisiin kuuluneet tehtävät olivat suunnittelu, seuranta ja tiedotus. Tehtäväkokonaisuuteen kuului myös projektisuunnitelma ja projektiraportti, jotka kuuluivat projektin keskeisiin tuloksiin. Kaikkien ryhmän jäsenten tehtäviin kuuluivat viimeistely ja tulosten luovutus, jotka olivat koko projektin viimeisimpiä tehtäviä. Projektin hallinnan muihin tehtäviin kuului esimerkiksi uusien ohjelmistojen etsiminen ja asennus sekä projektin WWW-sivujen päivitys. Erilaisista yllättävistä ongelmatilanteista johtuen muihin tehtäviin kului noin 10 työtuntia suunniteltua enemmän aikaa. Myös projektisuunnitelmaan ja -raporttiin kului kumpaankin noin 10 työtuntia suunniteltua enemmän.

Kokoukset-tehtäväkokonaisuuteen kuului esityslistojen laatiminen ja muu valmistelu, kokoukset sekä pöytäkirjojen kirjoittaminen ja tarkistaminen. Suunnitelmaa tehdessä arvioitiin, että yhden kokouksen kesto on 2 tuntia, ja kokouksia pidetään yhteensä kymmenen. Valmisteluun varattiin vain hyvin vähän aikaa, sillä projektipäällikön koostaman tilakatsauksen tunnit kirjattiin projektin hallintaan kuuluvaan seurantaan. Vaikka kokouksia järjestettiin vain kahdeksan, vei kokouksiin valmistautuminen suunniteltua enemmän aikaa. Kunkin pöytäkirjan laatimiseen ja tarkas-

tamiseen varattiin aikaa yhteensä noin 3 tuntia, mikä käytännössä riitti juuri ja juuri kahdeksan kokouksen pöytäkirjan laatimiseen.

Tehtäväkokonaisuus	Tehtävä	PIA		JP		TT		Kaikki	
		S	T	S	T	S	T	S	T
Projektin hallinta									
	Suunnittelu	0	0	30	30,5	0	0	30	30,5
	Projekti-suunnitelma	0	0	40	47,5	0	0	40	47,5
	Seuranta	0	0	15	19,5	0	0	15	19,5
	Tiedotus	0	0	12	12	0	0	12	12
	Muut tehtävät	2	7	5	6	5	9	12	22
	Projektiraportti	0	1	25	36	0	1	25	38
	Viimeistely	4	4	6	4	4	8	14	16
	Tulosten luovutus	4	4	6	4	4	4	14	12
	Yhteensä	10	16	139	159,5	13	22	162	197,5
Kokoukset									
	Valmistelu	2	2	4	8	2	4	8	14
	Kokoukset	20	15	20	15	20	15	60	45
	Pöytäkirjat	10	11	7	6,5	12	9,5	29	27
	Yhteensä	32	28	31	29,5	34	28,5	97	86
Esitutkimus									
	Aihealueeseen tutustuminen	7	6,5	6	5	7	12	20	23,5
	Koulutus	6	6	6	8,5	6	8,5	18	23
	Työkaluihin tutustuminen	12	8	10	15	15	18	37	41
	Yhteensä	25	20,5	22	28,5	28	38,5	75	87,5
Vaatimusmäärittely									
	Suunnittelu	0	0	3	0	10	8	13	8
	Raportointi	0	0	1	0	20	23	21	23
	Yhteensä	0	0	4	0	30	31	34	31
Suunnittelu									
	Sovelluksen rakenne	3	3,5	3	3	3	2,5	9	9
	Kuvien avaaminen	5	10	4	4	5	0	14	14
	YouDataan integrointi	5	0	4	0	6	0	15	0
	Opetusaineiston muodostaminen ja tallennus	6	18,5	6	0	8	0	20	18,5
	Rajapinnat	6	7	4	1	6	0	16	8
	Valintojen tallennus	8	16	6	4	6	0	20	20
	Valintatyökalut	8	13	6	4	4	7	18	24
	WWW-käyttöliittymä	9	13	8	12	10	7,5	27	32,5
	Yhteensä	50	81	41	28	48	17	139	126
Toteutus									
	Kuvien avaaminen	15	11	2	4	3	0,5	20	15,5
	YouDataan integrointi	4	5	4	0	23	0	31	5
	Opetusaineiston muodostaminen ja tallennus	20	6	4	0	4	17	28	23
	Rajapinnat	4	7	2	0	23	0	29	7
	Valintojen tallennus	25	40	4	4,5	5	2,5	34	47
	Valintatyökalut	25	12	4	6	20	33,5	49	51,5
	WWW-käyttöliittymä	25	27	6	25	20	70	51	122
	Yhteensä	118	108	26	39,5	98	123,5	242	271
Testaus									
	Suunnittelu	1	0	1	0	8	0	10	0
	Järjestelmätestaus	2	0	2	0	6	0	10	0
	Raportointi	0	0	0	0	4	0	4	0
	Yhteensä	3	0	3	0	18	0	24	0
Viimeistely									
	Sovellusraportti	28	27,5	3	0	0	10	31	37,5
	Katselmointi	4	3,5	4	3,5	4	3,5	12	10,5
	Lähdekoodin viimeistely	6	13	3	3	3	11,5	12	27,5
	Sovelluksen luovutus	4	1	4	1	4	1	12	3
	Yhteensä	42	42	14	7,5	11	26	67	78,5
	Projektin tunnit yhteensä	280	298,5	280	292,5	280	286,5	840	877,5
Oheiskurssit									
	Kirjoitusviestintä	25	15	25	20,5	25	19,5	75	55
	Puheviestintä	15	21,5	15	20	15	21,5	45	63
	Projektiluennot	15	12	15	14	15	15	45	41
	Yhteensä	55	48,5	55	54,5	55	56	165	159
	Kaikki tunnit yhteensä	335	347	335	347	335	342,5	1005	1036,5

Taulukko 6.2: Tehtävien suunnitellut ja toteutuneet työtunnit.

Esitutkimus-tehtäväkokonaisuuteen kirjattiin aihealueeseen sekä ohjelmointityökaluihin ja -tekniikoihin tutustumiseen sekä koulutuksiin käytetyt työtunnit. Suunnitellut tunnit ylittyivät noin viidenneksellä, koska sovelluksen aihealue sekä käytetyt työkalut osoittautuivat monimutkaisemmiksi kuin mitä osattiin ennakoida. Lisäksi tilaajan projektin aikana esittämät uudet vaatimukset, kuten NetCDF:n käyttöönotto edellyttivät ylimääräistä perehtymistä. Myös koulutusta järjestettiin suunniteltua enemmän, mistä johtuen tuntiarvio ylittyi myös sen kohdalla.

Vaatimusmäärittely jakautui vaatimusten kartoitukseen ja kirjaamiseen sekä JIRA-tikettijärjestelmän avulla tehtävään raportointiin. Vaatimusmäärittelyn osalta toteutuneet työtunnit vastasivat hyvin alkuperäistä suunnitelmaa. Vaatimusten kartoitukseen kului odotettua vähemmän työtunteja, jotka vastaavasti käytettiin vaatimusten raportointiin ja tarkentamiseen. Kokonaisuudessaan vaatimusmäärittelyyn kului melko vähän aikaa, koska vaatimusmäärittelydokumentti muodostettiin JIRAn raporttina. Tilaajan edustajat ottivat projektin aikana hyvin vähän kantaa laadittuihin vaatimuksiin, joten niitä ei jouduttu juurikaan muokkaamaan jälkikäteen.

Suunnittelu-tehtäväkokonaisuus jaettiin sovelluksen yleisen rakenteen ja yksittäisten ohjelmaosioiden suunnitteluun. Valintatyökaluja ja WWW-käyttöliittymää lukuun ottamatta suunnitteluun varatut tunnit riittivät toteutukseen. Valintatyökalujen ja WWW-käyttöliittymän suunnitteluun varatut tunnit ylittyivät 20–30 %, koska niille asetetut vaatimukset muuttuivat projektin aikana. Tilaajien toivoman värialueiden valintatyökalun sekä uusien käyttöliittymänäkymien toteutus ja vanhojen muokkaus edellyttivät lisäsuunnittelua. YouData-integraation suunnittelemiseen ei käytetty ollenkaan tunteja, koska päävastuu integraation suunnittelusta ja toteuttamisesta sovittiin tilaajan kanssa Marko Peltolalle. Kokonaisuutena tehtäväkokonaisuuden työtunnit alittuivat noin 10 tunnilla suunnitelmaan verrattuna.

Toteutus-tehtäväkokonaisuuteen kuului seuraavat sovelluksen ohjelmaosiot: kuvien avaaminen, YouDataan integrointi, opetusaineiston muodostaminen ja tallennus, rajapinnat, valintojen tallennus, valintatyökalut ja WWW-käyttöliittymä. Tehtäväkokonaisuuden työtuntisuunnitelma ylittyi noin 30 tunnilla, koska projektin aikana tehtiin useita toteutukseen vaikuttavia muutoksia. YouData-integraation toteutus siirtyi pääosin Marko Peltolalle, mikä vapautti projektiryhmän siihen varaamia työtunteja. Lyhyellä varoitusajalla ja liian myöhään tapahtunut muutos johti kuitenkin siihen, ettei projektiryhmän jäsenillä ollut muutamaan päivään mitään toteutettavaa, koska kaikki toteutusta odottavat toiminnallisuudet edellyttivät lisätietoa YouData-integraation toteutuksesta. Tästä syystä valintatyökalujen ja erityisesti WWW-käyttöliittymän toteutukseen käytettiin suunniteltua enemmän työtunteja.

WWW-käyttöliittymään jouduttiin vielä myöhemmin käyttämään lisää aikaa, kun tilaajan edustajat toivoivat vasta 6. projektikokouksessa uusien käyttöliittymänäkymien toteuttamista. Kokonaisuudessaan WWW-käyttöliittymän toteuttamiseen kuului lähes kolminkertaisesti aikaa suunniteltuun verrattuna. Valintojen tallennuksen toteuttaminen osoittautui odotettua työläämmäksi, mikä johtui osittain siitä, ettei tilaajan edustajat toimittaneet ajoissa projektiryhmän pyytämää määrittelyä toivotuista tallennusmuodoista. Tästä syystä valintojen tallennuksen toteuttamiseen kuului työtunteja lähes 40 % odotettua enemmän. Koulutusaineistojen hallintatoiminnallisuuksia ja rajapintoja laskentaohjelmiin ei ehditty toteuttaa yhtä paljon kuin oli tarkoitus, sillä projektiryhmän jäsenten projektille varaama kokonaistyöaika oli kulunut muihin tehtäviin.

Testaukseen oli varattu yhteensä 24 työtuntia, josta 16 tuntia varattiin testauksesta vastaavalle Tommi Tuoviselle. Kesken projektin tilaajan edustajat kuitenkin toivoivat, ettei järjestelmätestausta ja siihen liittyvää dokumentaatiota toteutettaisi lainkaan ja ryhmä käyttäisi vapautuvat tunnit toteutukseen. Testaukseen varatut tunnit siirrettiinkin kokonaisuudessaan käytettäväksi sovelluksen toteutukseen.

Viimeistely-tehtäväkokonaisuus käsittää lähdekoodin katselmointien ja viimeistelyn ohella sovellusraportin laatimisen sekä sovelluksen luovutuksen asiakkaalle. Viimeistelyyn käytetyt työtunnit vastasivat hyvin suunniteltua. Lähdekoodin viimeistelyyn oli varattu vain hyvin vähän työtunteja. Sovelluksen monimutkainen arkkitehtuuri johti kuitenkin siihen, että lähdekoodin viimeistelyyn varatut työtunnit ylittyivät.

Oheiskurssit-tehtäväkokonaisuus koostui kirjoitusviestinnän, puheviestinnän ja projektin hallinnan luennoista. Oheiskursseille varattiin vain 55 työtuntia opiskelijaa kohden, sillä aiemmissa sovellusprojekteissa projektiryhmät olivat selvästi arvioineet oheiskurssien työmäärät liian korkeiksi. Ratkaisu osoittautui hyväksi, sillä toteutuneet tunnit vastasivat hyvin tehtyä suunnitelmaa.

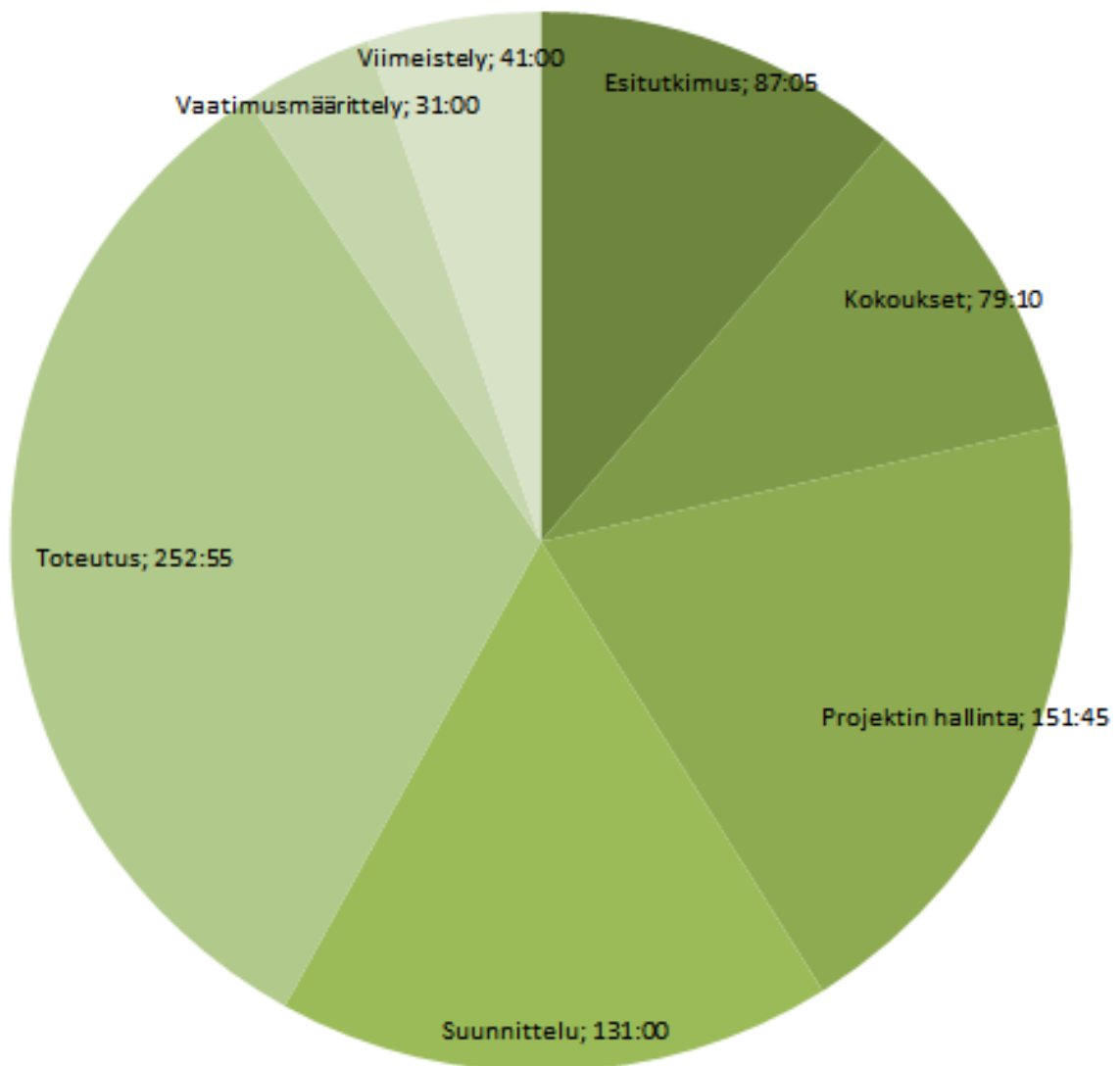
Ryhmän jäsenten henkilökohtaiset työtunnit kertyivät samaa tahtia koko projektin ajan, koska projektiryhmän jäsenet olivat sopineet viikoittaisista työtuntitavoitteista. Tommi Tuovinen oli projektin aikana muutaman päivän sairaana, ja Pekka Iso-Aholalla oli työkiireitä, minkä vuoksi he jäivät väliaikaisesti jälkeen asetetusta tavoitteesta. Projektin loppuvaiheessa työtunteja kuitenkin porrastettiin siten, että lopussa kaikki olivat tehneet projektin eteen yhtä monta työtuntia.

Tehtäväjaossa tapahtui muutoksia jonkin verran, koska tilaajan toiveet ja vaatimukset muuttuivat projektin aikana. Projektin aikana päätettiin, että YouData-in-

tegraation päävastuun ottaa tilaajan edustaja Marko Peltola. Tästä syystä projekti-ryhmän sisäisiä sovelluksen toteutuksen vastuualueita päätettiin muuttaa niin, että Tommi Tuovinen otti enemmän vastuuta valintatyökalujen ja WWW-käyttöliittymän toteutuksesta sekä lähdekoodin viimeistelystä. Hän otti myös vaatimusmäärittelyn kokonaan vastuulleen. Koska tilaaja halusi testauksen siirrettävän projektin jälkeiseen jatkokehitykseen, siirrettiin Tommi Tuoviselle suunniteltua enemmän toteutustunteja. Pekka Iso-Ahola taas keskittyi kuvien avaamiseen sekä kiinteästi toisiinsa liittyviin valintojen tallennus-, opetusaineisto- ja rajapintaominaisuuksiin. Koska projektin hallinta vei odotettua enemmän aikaa, keskitti projektipäällikkö Jussi Pertola aikansa tiiviimmin yksittäisiin toteutuksen osa-alueisiin. Ryhmä keskitti suunnittelun ja toteutuksen tehtäviä yksittäisille ryhmän jäsenille projektisuunnitelmasa hahmotellusta, mikä näkyy taulukossa 6.2.

6.4 Ryhmän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain

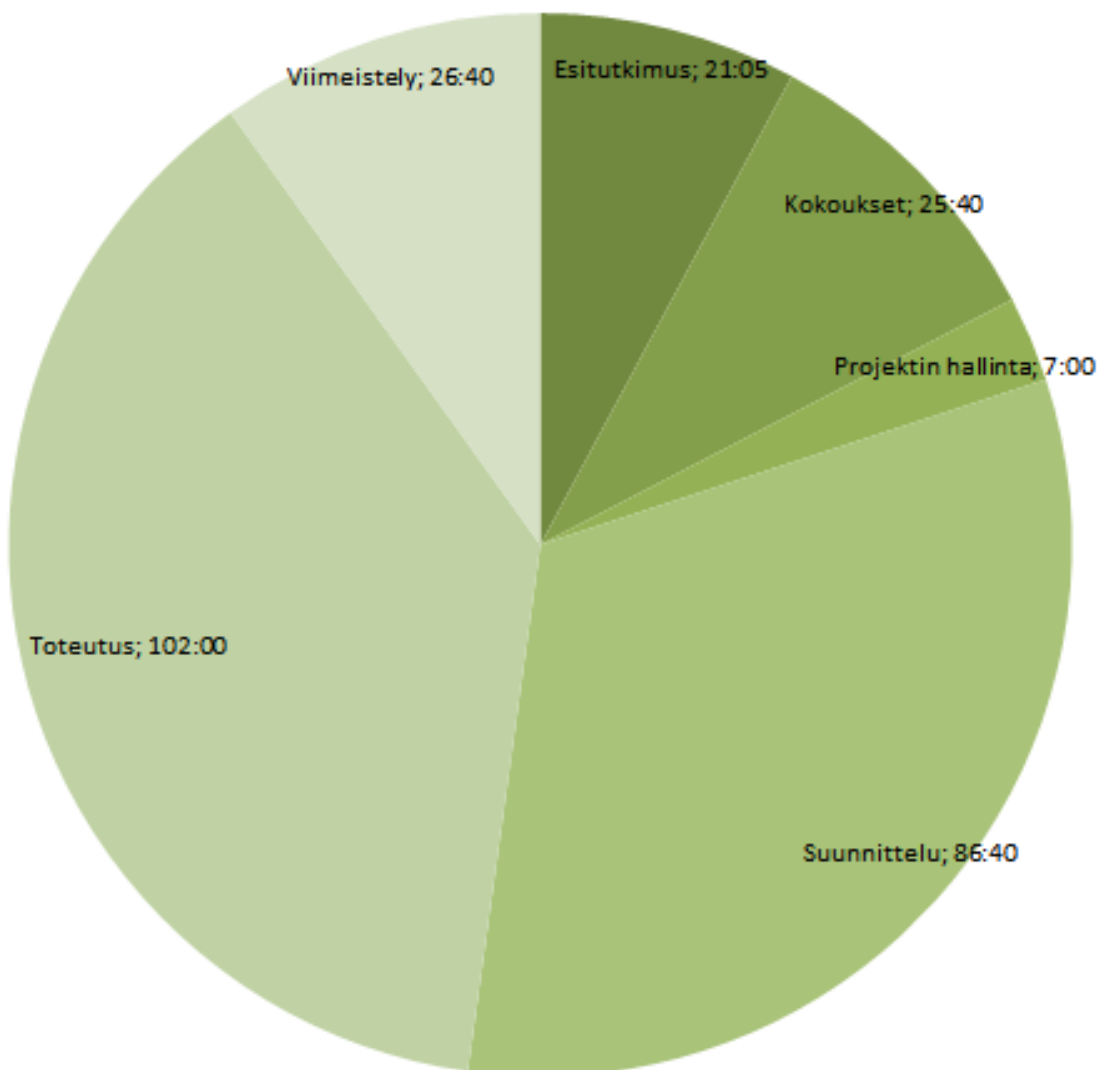
Ryhmän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain on esitelty kuvassa 6.1. Tilaajan pyynnöstä käytettiin mahdollisimman paljon tunteja toteutukseen. Projektin hallintaan kuuluu aina tietty vähimmäismäärä työtunteja, eikä se siten riipu suoraan asetetusta kokonaistuntitavoitteesta. Jokaisen osakokonaisuuden toteutusta edelsi suunnitteluvaihe, jonka pituus riippui toteutettavan osakokonaisuuden monimutkaisuudesta.



Kuva 6.1: Ryhmän työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain.

6.5 Pekka Iso-Aholan työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain

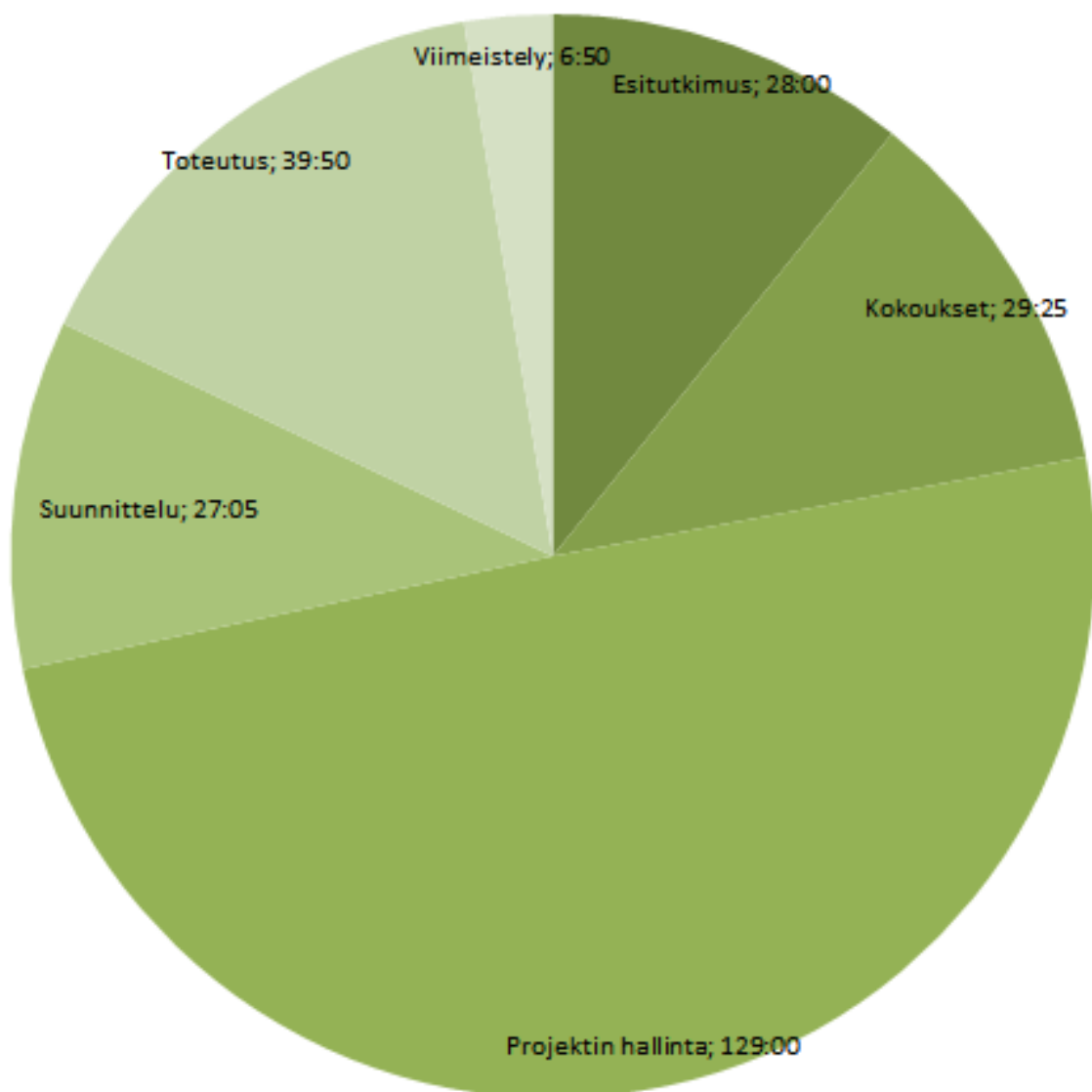
Pekka Iso-Aholan työtunnit on esitetty kuvassa 6.2. Siitä käy selvästi ilmi, että Iso-Aholan päävastuu oli sovelluksen suunnittelussa, toteutuksessa ja viimeistelyssä. Erityisesti hän keskittyi sovelluksen sisäisiin toiminnallisuuksiin. Vaikka Iso-Ahola toimi varapäällikkönä, hän käytti vain hyvin vähän tunteja projektin hallintaan. Tämä johtui siitä, että projektipäälliköllä oli vain hyvin vähän poissaoloja projektin aikana.



Kuva 6.2: Pekka Iso-Aholan työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain.

6.6 Jussi Perttolan työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain

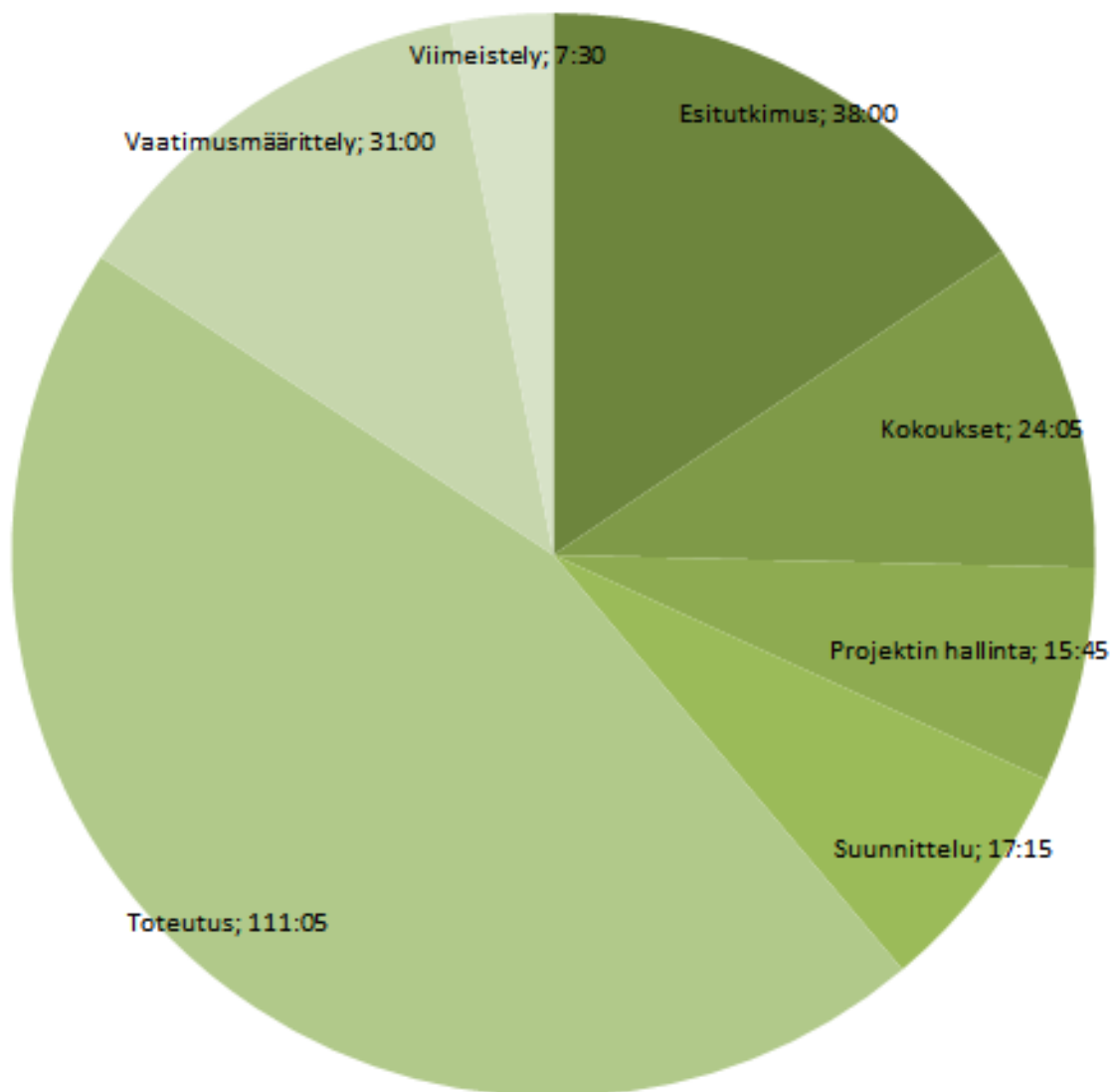
Jussi Perttolan työtunnit on esitetty kuvassa 6.3. Projektipäällikkönä suurin osa Perttolan työajasta kului projektin hallintaan sekä projektisuunnitelman [5] ja projektiraportin laatimiseen. Samasta syystä Perttolan osuus sovelluksen toteutuksessa jäi vähäiseksi. Suurin osa Perttolan kehitystunneista kului WWW-käyttöliittymän toteuttamiseen.



Kuva 6.3: Jussi Perttolan työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain.

6.7 Tommi Tuovisen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain

Tommi Tuovisen tunnit on esitetty kuvassa 6.4. Tuovinen oli päävastuussa vaatimusmäärittelystä, ja hän ainoana ryhmän jäsenenä käytti tähän tunteja. Pääosan tunneistaan Tuovinen kuitenkin käytti sovelluksen WWW-käyttöliittymän ja valintatyökalujen toteutukseen. Tämän lisäksi Tuovinen hoiti myös sovellusraportin [4] viimeistelyyn. Tuoviselle kertyi muita enemmän esitutkimustunteja, koska hän joutui valintatyökaluja suunnitellessaan tekemään huomattavasti esitutkimusta.



Kuva 6.4: Tommi Tuovisen työtunnit tehtäväkokonaisuuksittain.

7 Prosessimalli ja aikataulu

Luvussa käsitellään projektissa noudatettua prosessimallia ja toteutunutta aikataulua verraten näitä alkuperäisiin suunnitelmiin. Projekti toteutettiin kevätlukukaudella 2012. Se ajoittui suunnitelman mukaisesti helmikuun alun ja huhtikuun lopun väliin. Merkittävimmät aikataulumuutokset aiheutuivat siitä, että YouData-integraatio annettiin Marko Peltolan vastuulle ja testaus jätettiin kokonaan tekemättä.

7.1 Prosessimalli

Projektin ensimmäinen kuukausi kului suunnitellusti esitutkimuksen, eli aihealueeseen ja työkaluihin tutustumisen, parissa. Helmikuussa aloitettiin myös toteutettavan sovelluksen suunnittelu, vaatimusmäärittely ja projektisuunnitelman laatiminen. Maaliskuun alkuun mennessä oli toteutettu myös kaksi toiminnallista demonstraatiota toteutettavan sovelluksen käyttöliittymästä.

Sovelluksen toteutus sijoittui pääasiallisesti maaliskuulle, jonka aikana myös viimeisteltiin projektisuunnitelma ja laadittiin suurin osa vaatimuksista. Huhtikuu oli suunnitelmassa varattu testaamiseen sekä projekti- ja sovellusraporttien kirjoittamiseen. Koska testaaminen kuitenkin rajattiin tilaajan toiveesta projektin ulkopuolelle, toteutettiin sovellusta myös huhtikuun kahden ensimmäisen viikon ajan. Laskentarakapinnat jäivät lähestulkoon kokonaan toteuttamatta, koska tilaaja esitti projektin aikana uusia toiminnallisuusvaatimuksia, joihin reagoiminen olisi vaatinut huomattavaa työpanosta koko projektiryhmältä. Huhtikuun puolivälin jälkeen viimeisetkin dokumentit viimeisteltiin ja projektiorganisaatio hyväksyi tulokset.

Kuvatus-projektissa käytettiin ketterien menetelmien arvojen mukaista prosessimallia, jossa sovellusta kehitetään inkrementaalisesti ja iteratiivisesti läpi sen elinkaaren. Projektissa ei käytetty mitään tiettyä menetelmää tai prosessimallia, vaan käytettävä malli oli räätälöity läpivietävää projektia varten. Prosessimalli oli pääosin inkrementaalinen, sillä uusia ohjelmakomponentteja otettiin toteutettavaksi koko sovelluksen kehityksen ajan.

Prosessimallin noudattamisessa ei ollut ongelmia, vaan projektiryhmän yhteydenpito toimi hyvin niin sisäisesti kuin projektiorganisaation suuntaankin. Tilaajan edustajilla oli hieman vaikeuksia pysyä projektiryhmän rivakassa työskentelytahdissa.

Tämän vuoksi projektiryhmällä ei ollut koko ajan selvillä, mitä tilaaja tarkalleen halusi, vaikka tarkennusta oli pyydetty tilaajan edustajilta useaan otteeseen.

Jokaisessa projektikokouksessa esiteltiin sen hetkinen versio sovelluksesta ja keskusteltiin tilaajan edustajien kanssa sen toiminnallisuuksista. Samassa yhteydessä kerrottiin, miten kyseiseen versioon suunnitellut ominaisuudet oli toteutettu. Samalla päivitettiin tarvittaessa toiminnallisuuksien prioriteetteja ja sovittiin, mitkä niistä pyrittiin toteuttamaan seuraavaan kokoukseen mennessä.

7.2 Aikataulu

Projekti oli suunniteltu toteutettavan vuoden 2012 helmikuun alun ja huhtikuun lopun välillä, mikä toteutui hyvin. Ensimmäinen projektikokous oli 6.2. ja projekti hyväksyttiin 26.4.2012.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan projektiryhmä käyttää **helmikuun** aiheeseen ja työkaluihin tutustumiseen sekä kehitettävän sovelluksen vaatimusten määrittelyyn ja priorisointiin, samalla kun projektipäällikkö suunnittelee projektin läpivienin. Tämä toteutui täysin suunnitelman mukaisesti.

Sovelluksen varsinaisen toteutuksen oli määrä alkaa maaliskuun alussa ja päättyä ennen huhtikuun puoltaväliä. Projektin tulosten viimeistelyyn varattiin **huhtikuun loppupuoli**, jonka aikana sovellus oli tarkoitus testata sekä laadittiin projekti- ja sovellusraportti. Huhtikuun loppuun mennessä projektin tulokset oli tarkoitus koostaa ja luovuttaa asiakkaalle. Myös tässä aikataulusuunnitelmassa pysyttiin. Projektiryhmän jäsenet olivat työskennelleet maaliskuun aikana enemmän kuin oli uskallettu arvioida, joten lähelle kokonaistuntitavoitetta päästiin jo huhtikuun puolivälissä. Viimeinen projektikokous järjestettiin 20.4.2012.

Projektin suunniteltu kesto esitetään vaiheineen kuvassa 7.1. Kyseinen Gantt-kaavio ei esitä toteutuksen vaiheita, mutta ne ovat luettavissa tehtäväkokonaisuuksien aikataulullisesta jaksotuksesta. Taulukossa 6.2 esitetyt työtuntiarviot on otettu huomioon Gantt-kaavion suunnittelussa.

Koska tilaaja esitti lukuisia muutoksia sovelluksen toteutuksen aikana, ei aikataulusuunnitelmaa pystytty noudattamaan. Toteutunut aikataulu on esitetty kuvassa 7.2. Siitä nähdään, että sovelluksen kehityksen loppuvaiheet olivat hyvin hektisiä ja useita toiminnallisuuksia toteutettiin yhtäaikaisesti.

Projektin toteutunut aikataulu erosi alkuperäisestä suunnitelmasta jonkin verran. Lähes kaikkien tehtävien suorittamiseen kului suunniteltua enemmän aikaa. Tämä johtuu siitä, että projektin alussa ei osattu arvioida eri tehtävien vaativuutta. Osittain aikataulun venymistä selittää se, että tilaaja esitti projektin aikana runsaasti uusia vaatimuksia sovelluksen toiminnallisuuksiin, mihin projektiryhmän täytyi reagoida.

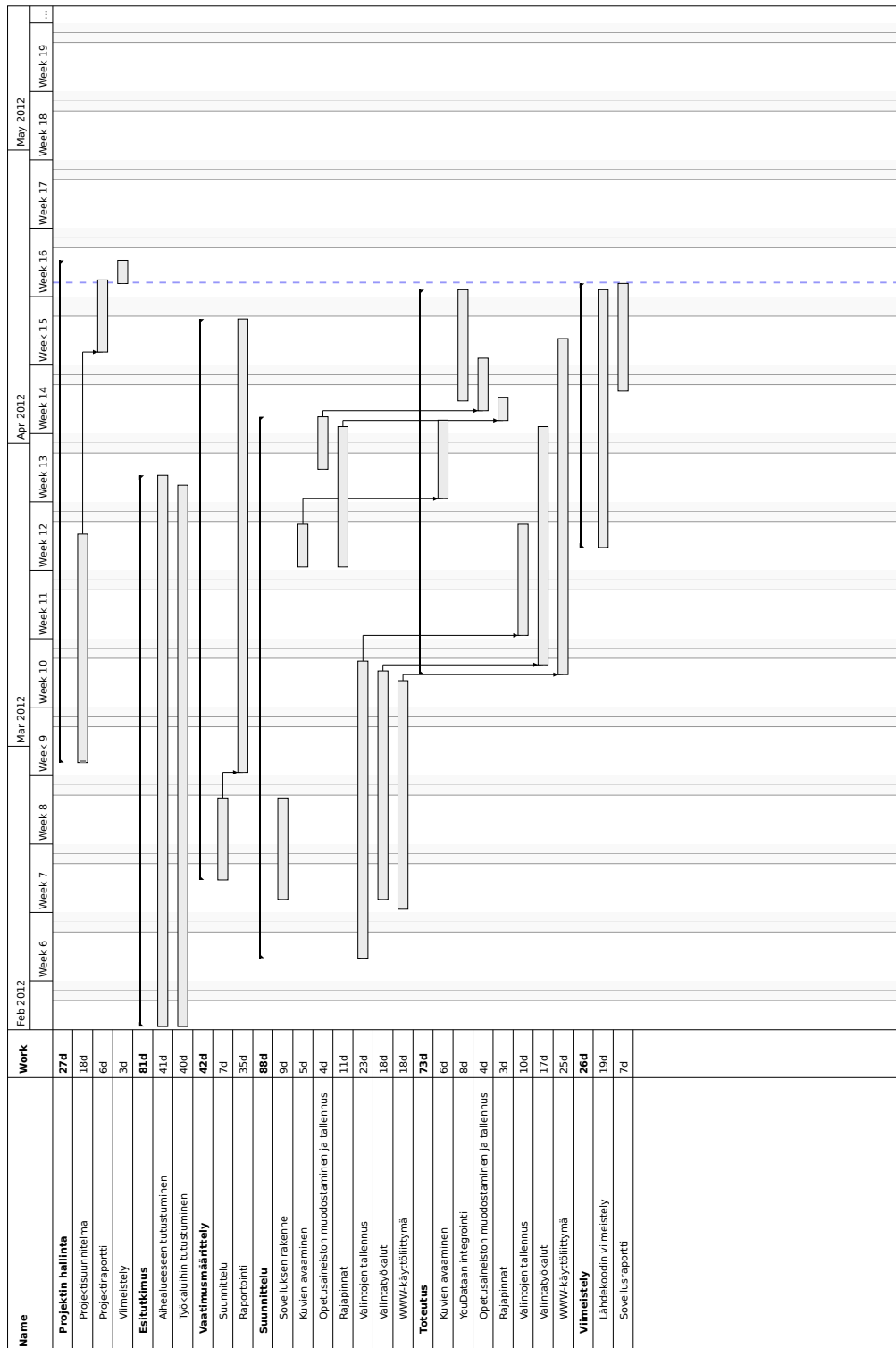
Osa tehtävistä aloitettiin suunniteltua myöhemmin. Sovelluksen toiminnallisuuksien tapauksessa tämä johtui joko siitä, että osa toiminnallisuuksista oli riippuvaisia aiemmasta toteutuksesta, tai siitä, etteivät tilaajan edustajat olleet toimittaneet toteutuksen aloituksen edellyttämää ohjeistusta. Projektiraportti ja sovellusraportti aloitettiin vasta hyvin myöhäisessä vaiheessa, koska projektiryhmä oli tilaajan toiveesta panostanut sovelluksen toteutukseen mahdollisimman paljon. Tästä seurasi se, etteivät vastaava ohjaaja ja tilaajan edustajat ehtineet tarkistaa ja hyväksyä dokumentteja projektiryhmän toivomassa tahdissa ja projektin tulokset luovutettiin vasta viikkoa suunniteltua myöhemmin.

7.3 Ryhmän työtunnit viikoittain

Projektiryhmän jäsenet asettivat projektin alussa kunkin henkilökohtaiseksi sovellusprojektin tuntitavoitteekseen 280 tuntia, jolloin ryhmän kokonaistavoite oli 840 tuntia. Suunnitelma esitettiin tilaajan edustajille ensimmäisessä projektikokouksessa, sekä tuntien käytöstä raportointiin jokaisessa kokouksessa ja sähköpostitse lähetetyssä välikatsauksessa noin kahden päivän välein.

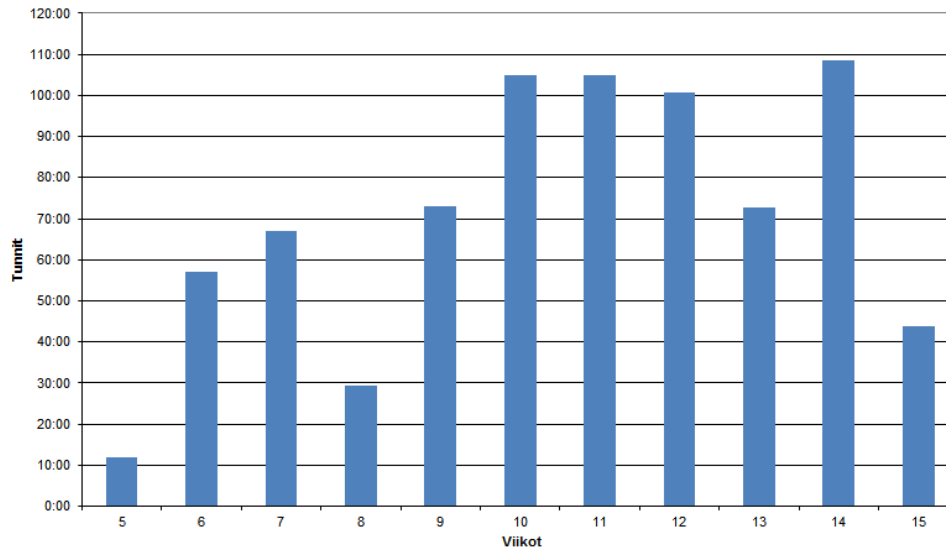
Projektiryhmän tavoite oli työskennellä projektin parissa noin 35 tuntia viikoittain, mikä toteutui hyvin viikoilla 10–12 ja 14. Kunnianhimoisesta viikkotavoitteesta liputtiin ainoastaan sairastapausten ja muiden pakollisten esteiden vuoksi. Viikolla 13 Tommi Tuovinen oli sairaana ja koko projektiryhmä piti yhden vapaapäivän, koska tilaajan edustajat eivät olleet toimittaneet jatkototeutuksen edellyttämää aineistoa. Viikon 15 aikana projektiryhmä kevensi työtahtia, että suunnitellut tunnit riittäisivät myös seuraavalle viikolle.

Ryhmän viikoittaiset työtunnit esitetään kuvassa 7.3, jonka mukaan viikoille 5–9 kertyi selvästi vähemmän tunteja kuin myöhemmille viikoille. Projektin alkuvaiheessa työtuntien käyttöä suhteutettiin voimakkaasti siihen, miten tarkasti tilaaja oli määritellyt toteutettavan sovelluksen. Projektin viimeisillä viikoilla käytettiin maltillisesti työtunteja, koska dokumenttien ja muiden tulosten hyväksyminen edellytti



Kuva 7.2: Projektin toteutunut aikataulu.

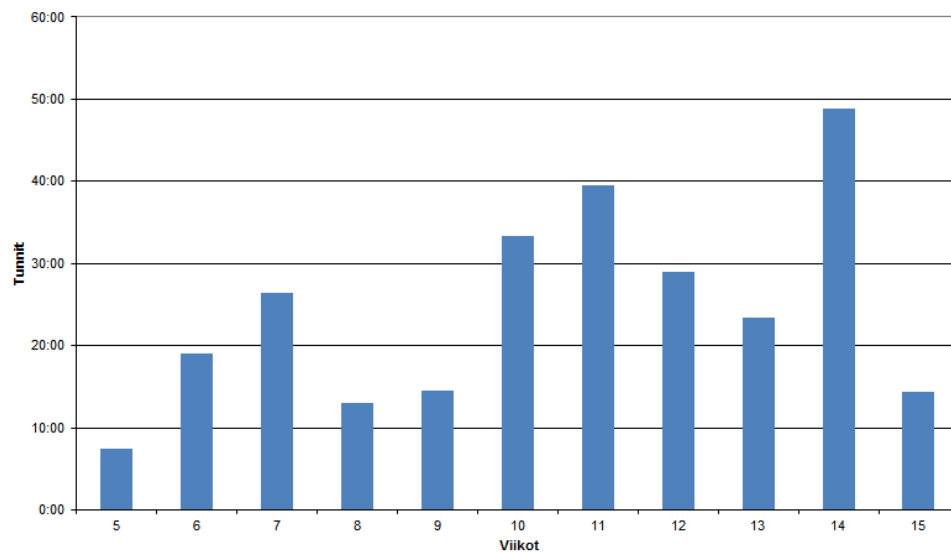
tilaajan edustajien ja ohjaajien aikataulujen huomioimista, eikä projektiryhmä voinut itse määrätä tahtia.



Kuva 7.3: Ryhmän työtunnit viikoittain.

7.4 Pekka Iso-Aholan työtunnit viikoittain

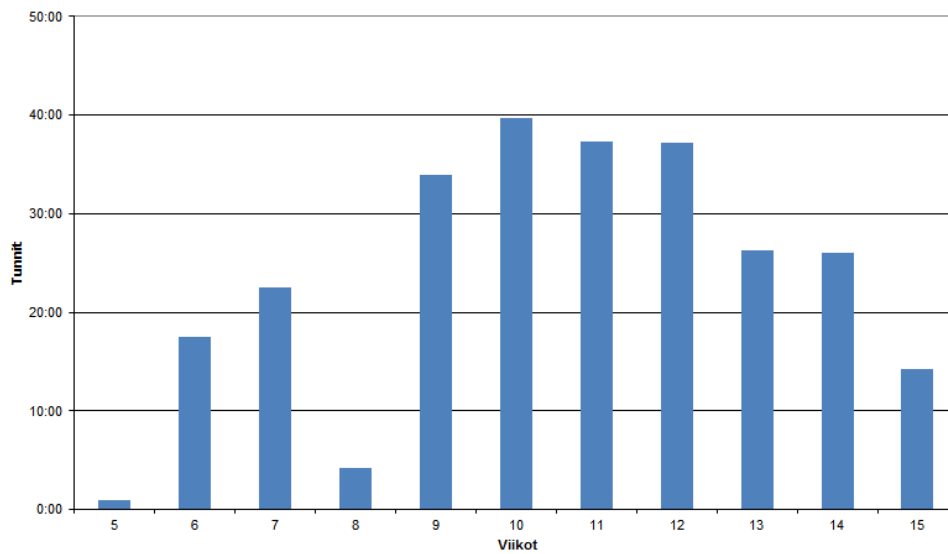
Pekka Iso-Aholan viikoittaiset työtunnit kuvassa 7.4 noudattavat keskimäärin sekä ryhmän asettamaa tavoitetta että koko ryhmän tuntien jakautumista. Viikolla 14 Iso-Ahola käytti viikonlopun sovellusraportin laatimiseen, mikä selittää kyseisen viikon korkeammat työtunnit. Viikoilla 8 ja 9 Iso-Aholalla oli muihin kursseihin liittyviä velvoitteita ja työkiireitä, jonka vuoksi hänelle kertyi vähemmän työtunteja kyseisiltä viikoilta.



Kuva 7.4: Pekka Iso-Aholan työtunnit viikoittain.

7.5 Jussi Perttolan työtunnit viikoittain

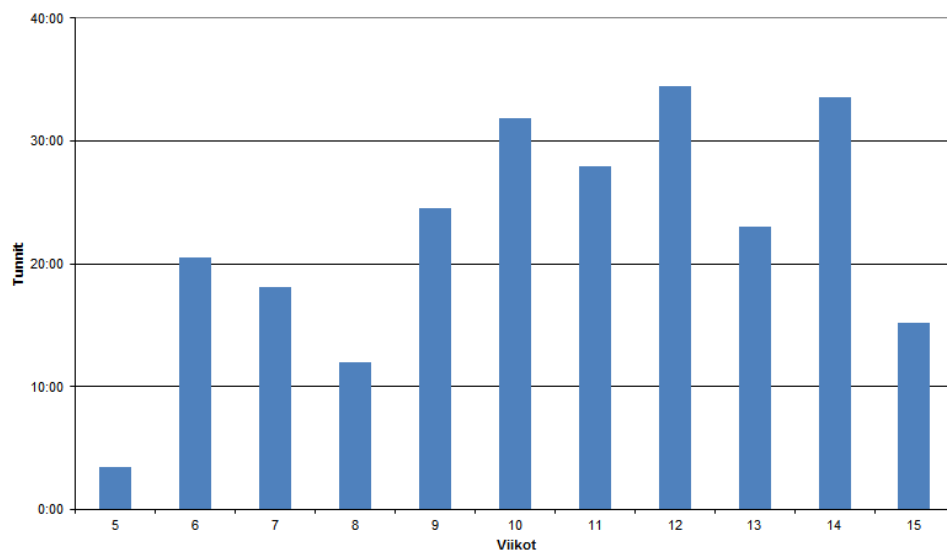
Jussi Perttolan viikoittaiset työtunnit on esitetty kuvassa 7.5. Perttolan tunnit ovat jakautuneet erittäin tasaisesti lukuun ottamatta viikkoa 8, jonka aikana hänellä oli työkiireitä. Projektipäällikkö Perttola oli kuitenkin ottanut tämän huomioon aikatauluja suunnitellessaan. Perttolan viikoittaisten tuntien keskiarvo oli suurimman osan projektia hieman korkeampi kuin muilla jäsenillä, mutta tasoittui loppua kohti.



Kuva 7.5: Jussi Perttolan työtunnit viikoittain.

7.6 Tommi Tuovisen työtunnit viikoittain

Tommi Tuovisen viikoittaiset työtunnit kuvassa 7.6 ovat jakautuneet tasaisemmin kuin muilla ryhmän jäsenillä. Viikolla 8 Tuovinen käytti suunnitellusti vähemmän työtunteja, koska sekä Iso-Aholalla että Perttolalla oli työkiireitä. Viikolla 13 Tuovinen oli sairaana, mikä näkyy hänen käyttämissään työtunneissa selvästi. Koska Tuovisella oli koko projektin ajan keskimäärin hieman vähemmän viikoittaisia työtunteja kuin muilla ryhmän jäsenillä, hänellä oli projektin viimeisillä viikoilla käytettävissä enemmän aikaa kuin Iso-Aholalla ja Perttolalla.



Kuva 7.6: Tommi Tuovisen työtunnit viikoittain.

8 Riskien hallinta

Luvussa tarkastellaan projektin alussa ennakoitujen riskien toteutumista sekä niiden vaikutuksia projektin läpivientiin ja tuloksiin. Projektisuunnitelmassa osattiin ennakoida projektin riskit hyvin, sillä yhtään ennakoimatonta riskiä ei toteutunut. Judo-projektin projektisuunnitelmasta [10] oli valtavasti apua riskien ennakoinnissa.

Suurin toteutunut riski liittyi sidosryhmien toiminnan viiveisiin, joka ainoana asiana vaikutti merkittävästi projektin läpivientiin. Projektiryhmän jäsenet joutuivat odottamaan sovittua pidempään tilaajan spesifikaatiota toivotuista tiedostomuodoista ja rajapinnoista. Tästä johtuen ryhmä joutui käyttämään kehitystunteja alhaisemman prioriteetin toiminnallisuuksiin, vaikka korkeammin priorisoituja toiminnallisuuksia oli vielä toteuttamatta. Aiheutuneesta viiveestä seurasi se, että projektiryhmä sai vielä projektin viimeisellä viikollakin tilaajalta uusia toiminnallisuusvaatimuksia, vaikka työtuntitavoite oli jo likimain saavutettu.

Toiseksi merkittävin riski oli muutostarpeet projektiryhmän tietokoneissa. Projektin aikana projektiryhmä joutui itse asentamaan MongoDB:n, lukuisia Ruby-gemejä, NetCDF-4:n sekä MATLAB 2011b:n. Lisäksi koneisiin asennettiin etänä uudempi Mozilla Firefox sekä MATLAB R2009b, joka ei kuitenkaan tukenut vaadittua NetCDF-tietomuotoa.

8.1 Arvioitujen riskien toteutuminen

Riskien arvioidut esiintymistodennäköisyydet ja haittavaikutukset sekä toteutuneet haitat on esitetty taulukossa 8.1. Riskien todennäköisyyksiä, vaikutuksia ja toteutumia on arvioitu kolmiportaisella asteikolla *pieni*, *keskinkertainen* ja *suuri*. Projektiin liittyvät riskit on järjestetty taulukossa kahteen ryhmään. Ensimmäisenä esitetään projektin eri osa-alueisiin liittyvät riskit ja sen jälkeen jäsenten toimintaan liittyvät riskit. Näiden ryhmien sisällä olevat riskit on järjestetty niiden esiintymistodennäköisyyksien ja haittavaikutusten suuruuden perusteella.

Luvuissa 8.2 – 8.7 kuvataan kunkin riskin toteumaa ja arvioidaan niiden aiheuttamia vaikutuksia tuloksiin tai projektin läpivientiin. Niissä kuvataan, miten projektiryhmä reagoi riskin toteutumiseen.

Riski	Arvioitu todennäköisyys	Arvioitu haittavaikutus	Toteutunut haittavaikutus
Sidosryhmien toiminnan viiveet	suuri	keskinkertainen	keskinkertainen
Puutteet projektiryhmän tietotaidoissa	keskinkertainen	keskinkertainen	pieni
Muutostarpeet projektiryhmän tietokoneissa	keskinkertainen	pieni	keskinkertainen
Jäsenten odottamattomat poissaolot	pieni	suuri	pieni
Projektin hallinnan puutteet	pieni	keskinkertainen	ei toteutunut
Valitun alustan asettamat rajoitteet	pieni	pieni	ei toteutunut

Taulukko 8.1: Riskien todennäköisyydet ja haittavaikutukset.

8.2 Sidosryhmien toiminnan viiveet

Sidosryhmien toiminnan viiveillä tarkoitetaan projektiorganisaatioon tai muuhun sidosryhmään kuuluvien henkilöiden toimenpiteiden viivästyistä. Jos esimerkiksi joudutaan odottamaan testipalvelimen asentamista, liikutaan tämän riskin alueella. Myös jos esimerkiksi loppuesittelyä joudutaan siirtämään myöhemmäksi asiakkaan edustajien tai vastaavan ohjaajan muiden kiireiden takia, on riski toteutunut. Ennalta arvioitiin, että toteutuessaan riski hidastaa projektin etenemistä ja hankaloittaa aikataulussa pysymistä.

Viiveet sidosryhmien toiminnassa vaikuttivat projektin etenemiseen keskinkertaisesti. Eniten aikaa hukattiin, kun projektiryhmän jäsenet joutuivat sovittua pidempään odottamaan tilaajalta spesifikaatiota toivotuista tiedostomuodoista ja rajapinnoista. Tämä pakotti ryhmän käyttämään kehitystunteja alhaisemman prioriteetin toiminnallisuuksien toteutukseen, vaikka korkeammin priorisoituja toiminnallisuuksia oli vielä toteuttamatta. Tästä seurasi myös se, että projektiryhmä sai vielä projektin viimeisellä viikollakin tilaajalta uusia toiminnallisuusvaatimuksia, vaikka työtuntitavoite oli jo likimain saavutettu.

Tilanteen ennakoimiseksi projektiryhmä esitti jokaisessa kokouksessa tilakatsauksen ja toimitti projektiorganisaatiolle kokousten välillä sähköpostitse välitarkastuksia,

joissa käytiin läpi projektin nykytila ja käytettyjen työtuntien määrä. Lisäksi projektiryhmä pyysi useaan otteeseen tilaajalta tarkempaa spesifikaatiota asioista, joita ei ollut vielä määritelty vaaditulla tarkkuudella. Tilaajan edustajat olisivat voineet esittää riskin toteutumisen reagoimalla aktiivisemmin projektiryhmän esittämiin pyyntöihin ja kysymyksiin. Riski olisi voitu välttää myös silloin, jos tilaaja olisi jo ennen projektin alkua määritellyt perusteellisemmin sovellukselta vaaditut tärkeimmät toiminnallisuudet.

Toinen saman riskin ilmentymä liittyi siihen, kun kesken projektin päätettiin vastuu YouData-integraatiosta siirtää tilaajan edustaja Marko Peltolalle. Vaikka tämä muutos vapautti projektiryhmän kehitystunteja, se johti myös siihen, ettei projektiryhmä pystynyt kehittämään sovellusta eteenpäin suunnitellulla tavalla. Projektiryhmä oli suunnitellut toteuttavansa YouData-integraation itse ja keskittyvänsä sen jälkeen toiminnallisuuksiin, jotka edellyttävät YouData-rajapinnan käyttöä. Koska YouData-integraatiota ei kuitenkaan voitu toteuttaa suunnitellussa aikataulussa, jouduttiin muiden ominaisuuksien kehityksen mahdollistamiseksi tekemään erilaisia poikkeusratkaisuja ja toiminnallisuuksia, jotka eivät kuulu sovelluksen lopulliseen versioon.

Riskien toteutuminen olisi voitu välttää sillä, että päätös YouData-integraation tekemisestä ja vastuuhenkilöstä olisi tehty ennen projektin alkua tai vähintään hyvin varhaisessa vaiheessa. Nyt tieto tästä toteutukseen merkittävästi vaikuttavasta muutoksesta tuli sovelluksen toteutuksen puolivälissä, eikä projektiryhmällä ollut enää siinä vaiheessa mahdollisuutta muuttaa toteutettavien ominaisuuksien järjestystä integraatiosta riippumattomien toiminnallisuuksien osalta.

8.3 Puutteet projektiryhmän tietotaidoissa

Projektin alussa arvioitiin, että puutteet projektiryhmän tietotaidoissa saattaisivat vaikuttaa sovelluksen kehitykseen haitallisesti. Arvio perustui siihen, ettei kellään projektiryhmän jäsenistä ollut aiempaa kokemusta projektissa käytetystä Ruby on Rails -sovelluskehiksestä, eikä Git-versiohallinnasta. Arveltiin myös, että vähäinen aihealueen tuntemus saattaisi johtaa ongelmatilanteisiin projektin aikana.

Ennakoidun riskin vaikutus projektin etenemiseen osoittautui kuitenkin käytännössä vain hyvin pieneksi, eikä sovelluksen kehitys tauonnut kuin hetkittäin tämän riskin johdosta. Riski onnistuttiin välttämään pitkälti kommunikoimalla avoimesti

projektiryhmän sisällä ja projektikokouksissa sekä sähköpostitse tilaajan edustajien kanssa ja projektiryhmälle osoitetun teknisen ohjaajan kanssa. Riskin potentiaalia ei kuitenkaan voi vähätellä, sillä laajemmin toteutuessaan se olisi saattanut aiheuttaa huomattavia viiveitä sovelluksen kehityksessä. On myös selvää, että vaikka todellisia ongelmatilanteita ei projektin aikana kohdattu, olisi kehityksessä ehditty pitemmälle, jos sovellusalue ja työkalut olisivat olleet ennalta täysin tuttuja.

8.4 Muutostarpeet projektiryhmän tietokoneissa

Koska projektiryhmän tietokoneissa tarvittiin projektin aikana useita eri ohjelmia ja niiden eri versioita, arvioitiin, että tarve uusille ohjelmille tai niiden lisäosille ilmenee projektin aikana. ATK-lähituki asensi projektiryhmän tietokoneille pyydettyä Mozilla Firefoxin uudemman version sekä MATLAB R2009b, joka kuitenkin osoitautui liian vanhaksi versioksi tilaajan toivoman NetCDF-tietomuodon käyttöön. Lisäksi projektiryhmä pyysi Unix-tuelta testipalvelimen, että sovellus saatiin tilaajan edustajien testattavaksi.

Riski toteutui etenkin siltä osin, että projektiryhmän jäsenet joutuivat itse asentamaan lukuisia muita työkaluja ja komponentteja. Projektiryhmän jäsenet joutuivat itse asentamaan kahdelle työkoneelleen muun muassa MongoDB-tietokannan, lukuisia Ruby-gemejä, NetCDF-4 -tietomuodon edellyttämät kirjastot sekä MATLAB R2011b:n. Näiden asennukseen kului useita työtunteja, koska kaikki asennetut osat piti saada toimimaan keskenään sekä yhdessä aiemmin asennettujen ohjelmointityökalujen kanssa. Osa edellä mainituista komponenteista piti lisäksi asentaa myös testipalvelimelle sekä myöhemmin käyttöön saadulle toiselle testausosiolle.

Riskin välttäminen olisi ollut liki mahdotonta, koska projektin aikana muuttuneet toiminnallisuusvaatimukset edellyttivät jatkuvasti uusien työkalujen käyttöönottoa. Aikaa olisi säästynyt muutaman tunnin verran, jos projektiryhmän käyttöön olisi kerralla saatu oma palvelinosio, jolloin testipalvelimen uudelleenasennukseen ei olisi kulunut aikaa. ATK-lähituki antoi heti projektin alkuvaiheessa projektiryhmälle järjestelmänvalvojan oikeudet kehityskoneille, mikä teki vaadittujen asennusten suorittamisesta paljon nopeampaa ja tehokkaampaa, sillä erillistä tukipyyntöä ei tarvinnut lähettää.

8.5 Jäsenten odottamattomat poissaolot

Koska projektin suorittaminen edellytti jokaisen projektiryhmän jäsenen työpanosta ja ryhmän koko oli pieni, arvioitiin, että odottamattomat poissaolot saattavat viivästyttää projektin etenemistä huomattavasti. Projektin aikana esiintyi kuitenkin vain hyvin vähän odottamattomia poissaoloja, minkä vuoksi toteutuneen riskin vaikutus projektin läpivientiin jäi hyvin pieneksi.

Projektin toteutusvaiheen aikana Tommi Tuovinen oli sairaana kaksi päivää, mutta tämä vaikutti projektin toteutumiseen vain hyvin vähän. Toinen päivä päätettiin muutenkin pitää vapaana, koska sovelluksen jatkokehitys edellytti asiakkaalta vasta myöhemmin saatavaa ohjeistusta. Myös Pekka Iso-Ahola oli projektin aikana vähän aikaa sairaana, minkä lisäksi hänellä oli silloin tällöin työkiireitä. Iso-Ahola kuitenkin korvasi poissaolotuntinsa tekemällä pidempiä työpäiviä viikolla ja tekemällä projektia viikonloppuisin, minkä vuoksi hänen poissaolonsa eivät vaikuttaneet projektin etenemiseen käytännössä lainkaan.

Jussi Perttolalla ei ollut odottamattomia poissaoloja projektin aikana. Hän pystyi toimimaan projektipäällikön tehtävissä projektin alusta loppuun, eikä varapäällikön siten tarvinnut huolehtia projektin hallinnasta ja jäsenten johtamisesta.

8.6 Projektin hallinnan puutteet

Koska projektiryhmän jäsenillä ei ole aiempaa kokemusta sovellusprojektin suunnittelusta ja hallinnasta, arvioitiin projektin hallinnan puutteet mahdolliseksi riskitekijäksi. Ennakoitiin, että puutteellinen projektin hallinta saattaisi johtaa esimerkiksi epäselvyyksiin työnjaossa tai ryhmähengen heikkenemiseen.

Riski ei toteutunut projektin aikana. Suunnitellussa aikataulussa ja tehtävissä pysyttiin pysymään siitäkin huolimatta, että asetettu aikataulutavoite oli vastaavan ohjaajan mielestä erittäin tiukka. Riskin välttämisen kannalta oli tärkeää, että projektipäällikkö käytti riittävästi tunteja projektin hallinnan suunnitteluun ja etenemisen seurantaan. Myös tiedotus projektiorganisaation sisällä osoittautui erittäin tärkeäksi aikataulujen pitävyyden kannalta. Projektipäällikkö esitti kokouksissa tilakatsauksen ja kokousten välillä sähköpostitse välikatsauksia, joissa kuvattiin projektiryhmän suorittamia ja tulevia tehtäviä, kohtaamia ongelmia sekä ajankäyttöä.

Projektin hallintaa helpotti huomattavasti se, että kaikki projektiryhmän jäsenet oli-

vat motivoituneita ja valmiita omistautumaan projektille. Kaikki olivat esimerkiksi valmiita tekemään pidempiä työpäiviä pääsiäistä edeltävällä ja seuraavalla viikolla, joilla oli tavallista vähemmän arkipäiviä. Projektiryhmän jäsenet olivat omaaloitteisia, ja heille oli koko ajan selvää, mihin tehtävään tulee tarttua seuraavaksi. Tämä yhdessä saumattoman kommunikaation kanssa mahdollisti sen, että työskentely projektin parissa oli rentoa, mutta tehokasta.

8.7 Valitun alustan asettamat rajoitteet

Riski liittyy olennaisesti Ruby on Rails -sovelluskehikseen, joka ei ollut ryhmän jäsenille ennestään tuttu. Tästä olisi saattanut aiheutua ongelmia sovelluksen kehitysvaiheessa. Riski on kuitenkin arvioitu sekä esiintymistodennäköisyydeltään että haittavaikutuksiltaan pieneksi, sillä sovellukseen integroitava YouData on myös toteutettu käyttäen Ruby on Railsia, minkä pitäisi vähentää yhteensopivuusongelmia.

Riskin ehkäisemiseksi ryhmän jäsenet opiskelevat projektin alkuvaiheessa ja koko ajan kehitystyön rinnalla Ruby on Rails -ohjelmointia. Pienemmissä ongelmatilanteissa apua löytyy ohjelmointioppaista, tekniseltä ohjaajalta ja tilaajan edustajista Marko Peltolalta.

Riskin ennakointi oli vaikeaa, sillä ilman aiempaa kokemusta oli ryhmän jäsenten hankala arvioida, voidaanko jotain ominaisuutta toteuttaa käytössä olevilla välineillä. Ennakointia voitiin tehdä teknisen ohjaajan kanssa, jolla oli enemmän kokemusta valitusta alustasta.

Jos riski olisi toteutunut, eikä jotain ominaisuutta olisi voitu toteuttaa valitulla kielellä, olisi pyydetty tekniseltä ohjaajalta apua tilanteeseen. Tarvittaessa yksittäisiä ominaisuuksia esimerkiksi olisi voitu toteuttaa jollain toisella ohjelmointikielellä.

9 Jäsenten kokemuksia

Luvussa käsitellään projektiryhmän jäsenten kokemuksia projektista ja sitä, mitä he projektin aikana oppivat. Päälimmäisenä projektiryhmän jäsenten mieleen jäi se, miten projektimuotoinen työskentely periaatteessa toimii ja mitä kaikkea siinä pitää ottaa huomioon. Kaikki projektiryhmän jäsenet oppivat uusia ohjelmointitaitoja sekä JavaScriptin että kaikille uutena tuleen Rubyn osalta. Projektin aikana korostui, miten merkittävässä osassa on projektiryhmän sisäinen yhteydenpito ja jatkuva kommunikointi sidosryhmien kanssa.

9.1 Mitä tekisimme toisin?

Projektin alkuvaiheessa olisi pitänyt tivata tilaajan edustajilta tiukemmin, mitä toiminnallisuuksia he haluavat sovellukseen ja miten ne halutaan toteutettavan. Ensimmäistä kertaa projektityöskentelyyn osallistuvina opiskelijoina tuntui kuitenkin aluksi vaikealta esittää tarkkoja kysymyksiä ja vaatimuksia tilaajan edustajille.

Sovelluksen rakenteen **suunnitteluun** olisi voinut käyttää enemmän aikaa alkuvaiheessa. Toisaalta suunnittelu olisi saattanut mennä osittain hukkaan, sillä projektin alkuvaiheessa ei tiedetty sovelluksen rakennetta monimutkaistavasta YouData-integraatiosta lainkaan. Erityisesti jatkokehityksen kannalta olisi hyödyllistä, jos projektin rakenteen suunnitteluun olisi voitu käyttää enemmän aikaa.

Git-versiohallintaa käytettäessä olisi ehdottomasti pitänyt käyttää enemmän haaroja. Nyt haaroja ei käytetty juuri lainkaan, koska jäsenillä ei ollut kyseisen versiohallintaohjelmiston käytöstä aiempaa kokemusta. Haaroja käytettiin ainoastaan aivan toteutuksen lopussa, YouData-integraation yhteydessä. Vasta sen jälkeen todella ymmärrettiin, miten hyödyllistä haarojen käyttö oikeastaan onkaan.

Tilaajan toiveesta **järjestelmätestaus** sovittiin projektin jälkeiseen jatkokehitykseen, ja vapautuneet työtunnit käytettiin sovelluksen toteutukseen. Olisimme toivoneet testauksen toteutumista, että olisimme saaneet arvokasta kokemusta sovelluksen testaamisesta. Nyt jouduimme toimimaan poikkeuksellisesti kaikkea opittua vastaan, kun useimmilla kursseilla korostetaan juuri testaamisen merkitystä sovelluskehityksessä. Toisaalta Kuvatus-projektin tarkoitus ei ollut kehittää valmista sovellusta, vaan jatkokehityskelpoinen prototyyppi. Siitä huolimatta olisimme mielellämme käyttäneet enemmän aikaa sovelluksen pienten yksityiskohtien laadulliseen

hiomiseen.

9.2 Pekka Iso-Aholan kokemuksia

Ennako-odotukset sovellusprojektia kohtaan olivat varsin myönteiset. Kiinnostusta herätti etenkin ryhmätyöskentelyn mahdollisuus sekä ensimmäisen laajemman ohjelmointiprojektin toteuttaminen. Työssä käytetyt ohjelmointikielet sekä arkkitehtuuri olivat MATLABia lukuun ottamatta täysin uusia minulle, kuten WWW-ohjelmointi ylipäätään.

Projektin alussa olin hieman huolissani sovellusprojektin ja töissäkäynnin yhdistämisestä. Vaikka olin saanut neuvoteltua keväälle osa-aikaisen sopimuksen, herättivät sovellusprojektin työtuntimäärät epäilyksiä. Töiden lisäksi kävin kolmea kurssia projektin ohella, jotka eivät ainakaan lisänneet vapaa-aikaani. Muutama rankempi kuukausi projektissa olikin, eikä omaa aikaa tällöin juuri jäänyt, mutta jälkeenpäin katsottuna projektin ja töiden yhdistäminen onnistui yllättävän kivuttomasti.

Projektiryhmän jäsenistä tunsin Jussin etukäteen oltuani muutamilla kursseilla hänen kanssaan. Tämä vaikutti mielestäni positiivisesti ryhmän yhteishenkeen. Toisaalta jälkeenpäin ajateltuna toivon, ettemme jyränneet Jussin kanssa Tommin mielipiteitä projektin alkuvaiheessa. Työskentelimme kaikki yhdessä sovittuina ajankohtina, eikä kellään ollut projektin aikana merkittäviä poissaoloja.

Ehdottomasti hyödyllisintä projektissa oli ryhmätyötaitojen kehittyminen sekä uusien ohjelmointikielten oppiminen. Sovellusprojektissa tuli myös esille ohjelmistoprojektien raadollisuus ja riittävän kommunikaation ylläpitämisen tärkeys projektin onnistumisen kannalta. Projektin loppuvaiheessa koin jonkinasteisen motivaatiohävikin, kun työkoneille asennettu MATLAB havaittiin liian vanhaksi versioksi. Olin tällöin ehtinyt jo käyttämään aika paljon aikaa MATLABiin liittyvien toiminnallisuuksien toteuttamiseen. Onneksemme saimme ATK-tuelta varsin nopeasti uuden version, eikä arvokasta kehitysaikaa valunut hukkaan.

Sovellusprojekti oli ehdottomasti mielenkiintoisin ja opettavaisin kurssi, jonka olen opintojeni aikana suorittanut. Kokonaisuutena projekti jäi mieleen onnistuneena, vaikka sovelluksen toteutus jäikin vajavaiseksi alkuperäisiin tavoitteisiin nähden.

9.3 Jussi Perttolan kokemuksia

Sovellusprojekti kurssi oli pro gradu -tutkielman ohella viimeinen suorittamani kurssi Jyväskylän yliopistossa. Lähdin kurssille suurella motivaatiolla, mutta olin hieman huolissani siitä, miten pystyn työstämään tutkielmani samaan aikaan. Halusin kuitenkin ottaa kunnolla vastuuta projektista ja samalla pitää itse huolen siitä, että projekti valmistuu ajallaan. Tästä syystä ilmoittaudivin vapaaehtoiseksi projektipäälliköksi, ja olin tyytyväinen, kun sain tehtävän itselleni.

Projektiryhmältä tilattu sovellus vaikutti kiinnostavalta, mutta myös erittäin vaativalta. Olin aiemmin tutustunut hyperspektrikuviin *Konenäkö ja kuva-analyysi* -kursilla, joten minulla oli heti jonkinlainen käsitys kohdealueesta ja tavoitteista. Kyseisellä kurssilla työskentelin Pekka Iso-Aholan työparina, joten olin hyvin mielissäni saadessani tietää meidän olevan samassa ryhmässä. Ryhmän kolmatta jäsentä Tommi Tuovista en tuntenut entuudestaan, mutta tutustuin häneen nopeasti.

Ryhmän jäsenten välille muodostui hyvin nopeasti vahva yhteishenki, ja kaikki olivat motivoituneita suorittamaan projektin tehostetussa aikataulussa loppuun. Yhdessä päätimme saada projektin valmiiksi huhtikuun loppuun mennessä, vaikka aivan ensimmäisessä suunnitelmassa projekti luovutettiin vasta toukokuun puolivälissä. Työilmapiiri oli rento, ja työskentelimme mieluusti yhdessä. Arkipäivisin työskentelimme projektihuoneessa, kun taas iltaisin ja viikonloppuisin kaikki tekivät projektitöitä kotonaan. Yhteydenpito hoidettiin pääasiassa kasvotusten, mutta myös sähköpostia, puhelinta ja pikaviestimiä käytettiin apuna.

Halusin hoitaa projektipäällikön tehtäväni huolellisesti, joten panostin siihen täysillä. Projektihuoneessa olevat tussitaulut olivatkin kovassa käytössä, kun niille tehtyjä tehtävälistoja ja aikataulusuunnitelmia päivitettiin jatkuvasti. Lisäksi pyrin erityisesti projektin alkuvaiheessa tutustumaan aktiivisesti ryhmän muihin jäseniin, jotta pystyisin hyödyntämään heidän erityisosaamistaan mahdollisimman tehokkaasti.

Aiemmat ohjelmointikokemukseni keskittyivät Java-kielen ympärille, joten olin etukäteen hieman huolissani siitä, miten pystyn omaksumaan uusia kieliä ja työkaluja projektin aikana. Loppujen lopuksi minä käytin vain hyvin vähän aikaa sovelluksen toteuttamiseen, ja siitäkin suurin osa kului ennestään tuttujen HTML- ja CSS-kielien parissa. Voin kuitenkin sanoa oppineeni yhtä ja toista JavaScriptistä, Rubysta ja Ruby on Railsista. Uskon myös, että Git-versiohallinnan käytöstä on minulle hyötyä tulevaisuudessa.

Sain projektin aikana runsaasti toivomaani kokemusta pienryhmän johtamisesta,

mistä uskon olevan minulle hyötyä tulevaisuudessa. Heinäkuussa 2012 aloitan varusmiespalveluksen ja toivon, että projektin aikana opitut johtamistaidot auttavat minua pääsemään reserviupseerikurssille. Myös sosiaaliset taitoni ovat kehittyneet selvästi kurssin aikana. Erilaiset kommunikaatio- ja kokouskäytänteet ovat tulleet tutummiksi, ja olen oppinut ottamaan paremmin huomioon ihmisten erilaiset viestintätarpeet.

Kokonaisuudessaan pidän sovellusprojektikurssia erittäin hyvänä ja kasvattavana kokemuksena. Uskon, että pienryhmissä tehtävä sovelluskehitys ja jatkuva yhteydenpito muiden sidosryhmien kanssa valmistaa opiskelijoita työelämän haasteisiin erittäin hyvin. Vaikka projektityöskentely on paikoin ollut erittäin rankkaa ja sovellusta kehittäessä on joutunut tekemään pitkiä päiviä, tuntuu koko prosessi jälkikäteen erittäin palkitsevalta. Kuvatus-projekti oli erinomainen päätös minun yliopistouraleni!

9.4 Tommi Tuovisen kokemuksia

Olin valmistautunut sovellusprojektia varten hyvissä ajoin valitsemalla kevääksi vain yhden muun kurssin. Kun saimme ensimmäisen kuvauksen sovelluksen aiheesta, olin tyytyväinen. Aihe vaikutti mielenkiintoiselta ja haastavalta.

En ollut aiemmin ohjelmoinut WWW-sovellusta, ja JavaScript sekä Ruby on Rails olivat minulle tuntemattomia. JavaScriptistä olin kuullut puhuttavan monissa yhteyksissä, mutta Ruby on Rails oli tullut vain ohimennen vastaan parissa IT-alan lehden artikkelissa. Minulla ei ollut hajuakaan, miten onnistuisimme tehtävässämme, mutta luotin vahvasti siihen, että selviämme siitä jotenkin.

Oli hienoa saada projektiryhmälle oma työhuone. Tein lähes kaikki työtuntini työhuoneessa, sillä en nähnyt tarvetta etätyöskentelyyn. Lisäksi sovimme yhteisistä työajoista, jolloin olimme kaikki työhuoneessa. Tämän ansiosta lähes kaikki ryhmän sisäinen kommunikointi pystyttiin hoitamaan kasvokkain.

Roolien ja työtehtävien jakaminen sujui ongelmitta. Jussi Perttola oli kuin luotu projektipäällikön rooliin ja Pekka Iso-Ahola oli taitava sekä innokas ohjelmoimaan. Ryhmähenki oli hyvä, eikä ryhmän sisäisiä konflikteja ilmennyt missään vaiheessa.

Ohjaajien ja tilaajien edustajien kanssa pidetyt kokoukset olivat opettavaisia. Erilaisten dokumenttien kirjoittaminen oli varmasti myös hyödyllistä, sillä vastaavaa

kirjoittamista ei ole ollut juurikaan muilla kursseilla. Sovelluksen toteuttaminen erosi aiemmista ohjelmointitehtävistä huomattavasti varsinkin siksi, että alussa ei ollut ollenkaan selvää, minkälainen sovelluksesta tulisi. Sovelluksen rakenne muotoutui hitaasti ja käyttöliittymän suunnitteluun kului aikaa.

Projektimme onnistui mielestäni hienosti, ja lopputulos on hyvä käytettyyn aikaan suhteutettuna. *Sovellusprojekti*-kurssi valmensi mielestäni hyvin työelämää varten, vaikka työelämässä työtehtävien ja käytänteiden luonne vaihtelee yrityksittäin. Kurssi opetti myös tärkeitä ryhmätyöskentelytaitoja.

10 Yhteenveto

Kuvatus-projekti toteutti Jyväskylän yliopiston tietotekniikan laitokselle toiminnallisen prototyypin YouHyper-sovelluksesta, jota hyödynnetään kuva-analyysimenetelmissä käytettävän opetusdatan valitsemiseen ja hallintaan. Kehitetyllä sovelluksella muodostetaan oppivien tietokoneohjelmien koulutusaineistoja rajaamalla alueita hyperspektrikuvista ja määrittelemällä rajauksille valintaluokkia. Sovelluksen toteutus jäi suunnitellusti prototyyppiasteelle, eikä sitä ilman jatkokehitystä voi tehokkaasti hyödyntää tutkimuksen tukena. Jatkokehityksen jälkeen sovellus tulee helpottamaan tutkijoiden työtä ja yhtenäistää tutkimusryhmien käytänteitä.

Projekti alkoi helmikuussa 2012. Sovelluksen prototyyppi ja muut tulokset luovutettiin tilaajalle alkuperäisen aikataulun mukaisesti 26.4.2012. Projektissa noudatettiin ketterän ohjelmistokehityksen mukaista inkrementaalista prosessimallia, mikä mahdollisti nopean reagoimisen ilmenneisiin muutoksiin. Helmikuu käytettiin projektin ja sovelluksen suunnitteluun ja varsinainen ohjelmointityö tapahtui pääasiassa maaliskuun aikana. Huhtikuussa prototyyppi sekä projektidokumentit viimeisteltiin ja luovutettiin tilaajalle. Projektin eteni suunnitellun aikataulun mukaisesti, mutta sovellukseen toteutettavia toiminnallisuuksia jouduttiin rajaamaan sidosryhmien toiminnan viiveiden vuoksi.

Projektiryhmän jäsenet oppivat kurssin aikana projektin suunnittelussa ja hallinnassa vaadittavia taitoja, ryhmätyöskentelyä, kokouskäytänteitä sekä projektiviestintää. Lisäksi opiskelijat saivat arvokasta kokemusta projektimuotoisesta työskentelystä sekä ohjelmistokehityksestä todellisessa ympäristössä. Opiskelijat joutuivat projektin aikana opettelemaan uusien ohjelmointikielten ja -työkalujen käyttöä, mikä kasvatti heidän teknistä osaamistaan selvästi. Projektiryhmän jäsenet paitsi saavuttivat itselleen asettamansa oppimistavoitteet myös oppivat paljon sellaisia taitoja, joita he eivät osanneet ennakoita projektin alussa.

11 Lähteet

- [1] Kent Beck, Mike Beedle, Alistair Cockburn, et al., "Agile Manifesto", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://agilemanifesto.org/>>, viitattu 17.4.2012.
- [2] Douglas Crockford, "Code Conventions for the JavaScript Programming Language", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://javascript.crockford.com/code.html>>, viitattu 17.4.2012.
- [3] Petri Heinonen, Ajankäytönseurantasovellus, saatavilla Excel-muodossa <URL: <http://appro.mit.jyu.fi/tools/ajankaytto/ajankaytonseuranta.xls>>, Jyväskylän yliopisto, informaatioteknologian tiedekunta, viitattu 17.4.2012.
- [4] Jussi Perttola, Pekka Iso-Ahola ja Tommi Tuovinen, "Kuvatus Project, Application Report", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 26.4.2012.
- [5] Jussi Perttola, Pekka-Iso-Ahola ja Tommi Tuovinen, "Kuvatus-sovellusprojekti, Projektisuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 26.3.2012.
- [6] Jussi Perttola, Pekka-Iso-Ahola ja Tommi Tuovinen, "Kuvatus Project, Software Requirements Specification", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 26.4.2012.
- [7] Sam Ruby, Dave Thomas, David Heinemeir Hansson, et al. "Agile Web Development with Rails", Pragmatic Bookshelf, 2010.
- [8] Ruby community, "Ruby Programming Language", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://www.ruby-lang.org/en/>>, viitattu 17.4.2012.
- [9] Savvica Inc., "Ruby Coding Convention", saatavilla HTML-muodossa <URL: <http://rails.nuvvo.com/lesson/5017-ruby-coding-convention>>, viitattu 17.4.2012.
- [10] Olli Wirpi, "Judo-sovellusprojekti, Projektisuunnitelma", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 31.3.2011.
- [11] Olli Wirpi, "Judo-sovellusprojekti, Projektiraportti", Jyväskylän yliopisto, tietotekniikan laitos, 29.6.2011.