



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

JONI SIVULA

INTERNET-POHJAISEN MAKSUJÄRJESTELMÄN VALINTA JA
KÄYTTÖÖNOTTO

Diplomityö

Tarkastaja: professori Jarmo Harju
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Tieto- ja sähkötekniikan tiedekunta-
neuvoston kokouksessa 8. helmikuuta
2012.

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Tietotekniikan koulutusohjelma

SIVULA, JONI: Internet-pohjaisen maksujärjestelmän valinta ja käyttöönotto

Diplomityö, 51 sivua, 2 liitesivua

Maaliskuu 2012

Pääaine: Tietoliikenneverkot ja protokollat

Tarkastaja: professori Jarmo Harju

Avainsanat: Internet-pohjainen maksujärjestelmä, E-maksu

Internetin välityksellä myydään enemmän tuotteita ja palveluita kuin koskaan aikaisemmin. Jotta kaupankäynti Internetissä olisi mahdollista, maksujen suorittamiseen tarvitaan jonkinlainen maksujärjestelmä. Tässä diplomityössä vertaillaan ja analysoidaan erilaisia Internetin maksujärjestelmiä useiden eri valintaperusteiden avulla. Valintaperusteiden kautta tehtävän analysoinnin tarkoituksena on tuoda esiin maksujärjestelmien väliset erot ja helpottaa uuden maksujärjestelmän valintaprosessia.

Vertailun tuloksia käytetään työn käytännön osuudessa, jossa Tampereen teknilliselle yliopistolle ja Tampereen teknillisen yliopiston ylioppilaskunnalle toteutettiin lukuvuodelle ilmoittautumisen ja ylioppilaskunnan jäsenmaksujen maksun mahdollistava E-maksujärjestelmä. E-maksun tärkeimpinä tavoitteina oli korvata sitä edeltänyt järjestelmä, vähentää ylläpidon tarvetta ja vähentää virheellisten maksujen määrää. Ylläpidon tarvetta pyrittiin vähentämään automatisoimalla järjestelmän toimintaa suorilla kytköksillä muihin Tampereen teknillisen yliopiston järjestelmiin, minkä lisäksi E-maksuun luotiin erillinen käyttöliittymä lukuvuosittaisten maksujen hallintaan. Virheellisten maksujen määrää pyrittiin vähentämään yksinkertaisella ja toimintavarmalla käyttöliittymällä.

Yksikään työn teoriaosuudessa vertailuista maksujärjestelmistä ei osoittautunut parhaaksi vaihtoehdoksi kaikkiin tilanteisiin. Maksujärjestelmän valintaan vaikuttavat useat eri asiat, ja valintaprosessi täytyy tehdä tapauskohtaisesti, järjestelmälle asetetut tavoitteet ja vaatimukset huomioon ottaen. Tampereen teknillisen yliopiston E-maksujärjestelmän toteutus onnistui suunnitelmien mukaisesti, ja se otettiin käyttöön syksyllä 2011. Järjestelmän kautta ilmoitaututtiin ja maksettiin ylioppilaskunnan jäsenmaksuja onnistuneesti yli 6000 kertaa. E-maksua on tarkoitettu käyttämään myös tulevissa Tampereen teknillisen yliopiston lukuvuosi-ilmoittautumisissa ja ylioppilaskunnan jäsenmaksujen maksamisessa. Työssä on esitelty muutamia erilaisia jatkokehitysmahdollisuuksia E-maksuun, mutta päätöstä niiden toteuttamisesta ei ole tehty.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Information Technology

SIVULA, JONI: Selection and Implementation of an Internet-based Payment System

Master of Science Thesis, 51 pages, 2 Appendix pages

March 2012

Major: Communication networks and protocols

Examiner: Professor Jarmo Harju

Keywords: Internet-based payment system, E-payment

Products and services are sold over the Internet more than ever before. Every online service that wants to sell something needs a payment system for handling the money transactions. This thesis compares different kinds of Internet-based payment systems by analyzing them with various selection criteria. The goal for the analysis is to discover the advantages and disadvantages for each payment system and to make the selection process of a payment system easier.

The results of the analysis are used in the practical part of this thesis, where an E-payment system for the Tampere University of Technology and for the Student Union of Tampere University of Technology was created. The E-payment system is used for signing up for semesters and paying fees to the student union. The most important goals for the E-payment system were to replace the old E-payment system, to reduce the amount of administrative tasks and to reduce the amount of erroneous payments. Two major improvements were made to make administration of the system easier. The new E-payment system was connected to the systems that already existed in Tampere University of Technology to make many of the needed functions automatic. Also a new web interface for managing the yearly fees was created for the administrators. The user interface for students was designed to be reliable and simple to reduce the amount of erroneous payments.

The comparison of payment systems clearly shows that not a single one of the compared systems is the best solution for every situation. Choosing a payment system is a process where many factors must be taken into account, and the factors have to be evaluated case by case. Implementation of the E-payment system for the Tampere University of Technology worked as planned. The system was used successfully over 6000 times in the autumn enrollment in 2011, and it will be used in the upcoming enrollments as well. This thesis introduces a few possible improvements and additions to the E-payment system, but it has not been decided if they will be implemented or not.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty toimiessani ohjelmistosuunnittelijana Leanware Oy:ssä. Työn käytännön osuus liittyy Tampereen teknillisen yliopiston ja Tampereen teknillisen yliopiston ylioppilaskunnan tilaamaan E-maksujärjestelmään, jonka toteuttajana olin. Haluan kiittää työni tarkastajaa, professori Jarmo Harjua ja työn ohjaajia Teemu Hyyryläistä ja Juha Kihlakaskea opastuksesta ja avusta työn kirjoitusvaiheen aikana, sekä Tampereen teknillisen yliopiston henkilökuntaa hyvästä yhteistyöstä projektin aikana. Lisäksi haluan kiittää diplomi-insinööri Tero Kuosmasta tietokoneensa lainaamisesta tämän työn kirjoittamista varten. Kiitokset kuuluvat myös kaikille niille, jotka vastasivat E-maksujärjestelmään liittyvään kyselytutkimukseen.

Erityiskiitokset haluan esittää vanhemmilleni, jotka ovat aina tukeneet opiskeluani, sekä vaimolleni Innalle, jonka kannustuksen ja ymmärryksen ansiosta tämä työ valmistui aikataulussaan.

Tampereella 17.2.2012

Joni Sivula

SISÄLLYS

Tiivistelmä	I
Abstract	II
Alkusanat	III
Termit ja niiden määritelmät	VI
1 Johdanto	1
2 Maksujärjestelmän valintaperusteet	3
2.1 Tietoturva	3
2.2 Budjetti	4
2.3 Käyttäjämäärä	5
2.4 Kohdeyleisö	6
2.5 Kohdemaat ja -valuutat	7
2.6 Reaaliaikavaatimukset	7
2.7 Toimintavarmuus	8
2.8 Ulkoasu	9
2.9 Laajennettavuus	9
3 Maksujärjestelmän toteutusvaihtoehdot	11
3.1 Postiennakko ja laskulla maksaminen	11
3.2 Tilisiirto	13
3.3 Integroitu pankkirajapinta	14
3.4 Luottokortti	18
3.5 Sähköinen raha	20
4 E-maksujärjestelmän toteutus	23
4.1 Lähtökohdat	23
4.2 Vanha järjestelmä	23
4.3 Uuden järjestelmän vaatimukset	24
4.4 Kehitysympäristö, -työkalut ja valmiskomponentit	27
4.5 Toteutus	29
4.5.1 Hallintanäkymä	29
4.5.2 Maksunäkymä	31
4.5.3 Kiitos-sivu	35
4.5.4 Maksuvarmistussivu	36
4.5.5 E-maksun yleiset ominaisuudet	37
4.6 Testaus	40
4.7 Asennus ja käyttöönotto	41
4.8 Ylläpito	42
4.9 Vertailu muihin vastaaviin järjestelmiin	43

4.10 Jatkokehitys.....	45
4.11 E-maksun käyttökokeuskysely.....	46
5 Yhteenveto	50
Lähteet.....	52
Liitteet	56

TERMIT JA NIIDEN MÄÄRITELMÄT

Maksujärjestelmä	Järjestelmä, joka mahdollistaa palvelun tai tuotteen maksamisen
Porrastetut tyyliarkit	Cascaded style sheets
Salasanaähky	Password fatigue
Turvakoodi	Luottokorttiin painettu, usein kolmi- tai nelinumeroinen koodi, joka kysytään aina maksettaessa luottokortilla Internetissä
Huomautusosoite	Notify-address

1 JOHDANTO

Internetin yleistymisen myötä verkossa myytävien tuotteiden ja palveluiden määrä on kasvanut räjähdysmäisesti. Internetin suosion kasvun ansiosta yhä useammat kaupat, palveluntarjoajat, laitokset ja muut vastaavat tahot ovat alkaneet käyttää Internetiä tuotteiden tai palveluiden myyntiin. Jotta tuotteiden tai palveluiden myynti Internetissä olisi mahdollista, verkkopalveluun täytyy valita ja ottaa käyttöön jokin maksujärjestelmä, jonka avulla asiakas voi suorittaa tarvittavat maksut. Verkkopalvelun tuottajan ei kannata valita maksujärjestelmää satunnaisesti, vaan valinta kannattaa tehdä verkkopalvelun ja sen asiakkaiden tarpeiden mukaan.

Erilaisia Internetin maksujärjestelmävaihtoehtoja on olemassa lähes lukematon määrä, mutta useimmat niistä voidaan sijoittaa jonkin maksujärjestelmätyypin alle. Tällaisia maksujärjestelmätyyppejä ovat esimerkiksi tilisiirto, luottokorttimaksu tai sähköisen rahan käyttö. Maksujärjestelmätyypit eroavat toisistaan enemmän tai vähemmän, ja niillä kaikilla on hyviä ja huonoja puolia. Verkkopalvelun tuottaja ei kuitenkaan ole sidottu käyttämään vain yhtä maksujärjestelmää, koska samassa verkkopalvelussa voi olla tarvittaessa käytössä useampia maksujärjestelmätyyppejä rinnakkain. Mikään maksujärjestelmä ei ole täydellinen, joten yksittäisen maksujärjestelmän valinta on aina kompromissi. Tämän kompromissin valintaa voidaan helpottaa tutkimalla ja vertailemalla erilaisia maksujärjestelmätyyppejä ja niiden vahvuuksia ja heikkouksia. Vertailun tuloksia voidaan verrata verkkopalvelulle asetettuihin vaatimuksiin ja valita maksujärjestelmästä se, joka täyttää vaatimukset parhaiten.

Tässä diplomityössä perehdytään joukkoon maksujärjestelmän valintaperusteita ja analysoidaan osaa Internetin yleisimmistä maksujärjestelmätyypeistä näiden valintaperusteiden avulla. Maksujärjestelmätyypeistä on otettu mukaan tämän diplomityön kirjoitushetkellä yleisimmät Suomessa käytössä olleet maksujärjestelmätyypit, ja valintaperusteet on laadittu miettimällä erilaisia maksujärjestelmille asetettavia perustarpeita. Valintaperusteiden kautta tehtävä maksujärjestelmien analyysi pyrkii tuomaan maksujärjestelmien väliset erot esiin menemättä liian syvälle järjestelmien yksityiskohtiin. Maksujärjestelmien yksityiskohtaisen tarkastelun sijaan tässä diplomityössä keskitytään maksujärjestelmätyyppien keskinäiseen vertailuun ja yritetään löytää apukeinoja maksujärjestelmän valintaprosessin helpottamiseksi.

Luvussa kaksi esitellään tähän diplomityöhön valitut maksujärjestelmän valintaperusteet ja pohjustetaan niiden mahdollisia vaikutuksia maksujärjestelmän valintaan. Luvussa kolme käydään läpi useita yleisiä maksujärjestelmätyyppejä ja analysoidaan niitä luvussa kaksi esitettyjen valintaperusteiden avulla. Luvussa neljä kuvataan yksityiskohtaisesti Tampereen teknilliselle yliopistolle toteutettu E-maksujärjestelmä, jolla on mahdollista maksaa lukukausittainen ylioppilaskunnan jäsenmaksu ja erilaisia vapaaehtoisia maksuja, kuten kiltojen jäsenmaksuja. Tässä diplomityössä toteutettu E-maksujärjestelmä korvasi uudistuksen tarpeessa olleen yliopiston aikaisemman maksu-

järjestelmän. Järjestelmän kuvauksen lisäksi luvussa perehdytään E-maksuun valitun maksujärjestelmän valintaan ja analysoidaan valinnan onnistumista. Lisäksi uutta verkkopalvelua verrataan sen aiempaan versioon ja muiden korkeakoulujen vastaaviin järjestelmiin sekä arvioidaan toteutuksen onnistumista, tavoitteiden täyttymistä ja päivittämisen kannattavuutta. Muihin järjestelmiin verrattaessa kiinnitetään huomiota erityisesti niihin ongelmiin ja ominaisuuksiin, joita uudella järjestelmällä haluttiin korjata ja kehittää. Viimeisessä luvussa työstä tehdään yhteenveto, jossa kootaan työn tulokset yhteen ja arvioidaan työn onnistumista.

2 MAKSUJÄRJESTELMÄN VALINTAPERUSTEET

Internet-pohjaista maksujärjestelmää valittaessa on tärkeää tietää, mitkä asiat ovat tärkeitä järjestelmän käyttäjille, omistajalle ja ylläpidolle. Pienelle yleisölle tarkoitettu erikoistavaroiden verkkokaupassa maksujärjestelmän toimivuus miljoonilla käyttäjillä ei ole oleellista, mutta järjestelmän hinta voi olla sitäkin tärkeämpi valintaperuste. Tässä luvussa käsitellään erilaisia maksujärjestelmän valintaan liittyviä kriteereitä ja niiden vaikutusta maksujärjestelmän valintaan erilaiset tarpeet huomioon ottaen.

2.1 Tietoturva

Koska maksujärjestelmillä käsitellään ihmisten rahoja ja rahalla maksettavia hyödykkeitä, tietoturva on erittäin merkittävä maksujärjestelmän valintaperuste. Maksujärjestelmään liittyvä tietoturva voidaan jakaa kahteen osaan: maksujärjestelmän käyttäjiin liittyvään tietoturvaan ja sen omistajaan liittyvään tietoturvaan. Käyttäjään liittyvällä tietoturvalla tarkoitetaan käyttäjään liittyvien arkaluontoisten tietojen käsittelyä siten, ettei kolmansilla osapuolilla ole mahdollisuutta päästä näkemään tai muokkaamaan niitä. Tällaisia tietoja voivat olla esimerkiksi verkkokaupan ostoskorin sisältö, verkkopankin käyttäjätunnus tai tilin saldo.

Maksujärjestelmän omistajan ja ylläpitäjän tietoturvalla tarkoitetaan järjestelmän väärinkäytön estämistä ja väärinkäytön mahdollistavien tietojen käsittelyä turvallisella tavalla. Maksujärjestelmän tietoturvallisella toteutuksella voidaan estää esimerkiksi tavaroiden tilaaminen verkkokaupasta ilman maksamista tai verkkokaupan tilauslistan muokkaaminen maksamisen jälkeen.

Tietoturva on olennainen osa lähes mitä tahansa tietojärjestelmää, ja erityisen tärkeä kriteeri maksujärjestelmän valinnassa. Kaikissa maksujärjestelmissä tietoturva ei kuitenkaan ole yhtä merkittävässä asemassa. Maksujärjestelmää valittaessa pitääkin analysoida tietoturvatarpeet, ja rajata maksujärjestelmävaihtoehtoja niiden mukaan. Esimerkiksi yksityiselle sairaalalle toteutettavan lääkärimaksujärjestelmän käyttäjiin liittyvällä tietoturvalla on enemmän merkitystä kuin viihdetapahtumiin lippuja myyvän maksujärjestelmän käyttäjien tietoturvalla.

Tietoturvallisen maksujärjestelmän toteutuksessa pitää ottaa huomioon sekä itse maksujärjestelmän tietoturva että sen ympärille toteutetun, maksujärjestelmää käyttävän järjestelmän tietoturva. Turvallisemman järjestelmän toteuttaminen on kalliimpaa, hitaampaa ja se vaatii enemmän testausta kuin vähemmän turvallisen järjestelmän toteuttaminen [1]. Monen maksujärjestelmän sisäiseen tietoturvaan ei voi vaikuttaa, mutta

maksujärjestelmää käyttävän ympäristön toteutuksessa tietoturvallisesti on eroja. Esimerkiksi yksinkertaisilla käsin tehtävillä tilisiirroilla toimivan verkkokaupan tietoturvallinen toteuttaminen on nopeampaa ja yksinkertaisempaa kuin verkkopankkien rajapintoja käyttävän verkkokaupan toteuttaminen.

2.2 Budjetti

Joissakin tapauksissa maksujärjestelmän valintaan vaikuttavat sen valinnan, hankinnan, käyttöönoton, käytön ja ylläpidon aiheuttamat kulut. Maksujärjestelmästä voi aiheutua kuluja monella eri tavalla. Joidenkin järjestelmien käytöstä joutuu maksamaan kuukausimaksua, ja erilaiset lisäpalvelut nostavat useimmiten hintaa. Lisäksi useimpiin tarjolla olevien maksujärjestelmien ympärille on pakko toteuttaa jonkinlainen www-sivusto, jonka kautta tuotteiden tai palveluiden valinta tehdään.

Sivustolle asetettavat vaatimukset eroavat maksujärjestelmästä riippuen todella paljon. Yksinkertaisimmillaan kauppasivustoilla voidaan esitellä tuotevalikoima ja kauppiaan sähköpostiosoite, jolloin tilaukset voidaan tehdä sähköpostilla ja maksut suorittaa tilisiirrolla. Tällaisen maksujärjestelmän oheiskustannukset ovat mahdollisimman pienet. Toisaalta enemmän toiminnallisuutta sisältävän järjestelmän oheiskustannukset voivat kohota niin suuriksi, ettei maksujärjestelmää voida valita liian pienen budjetin takia.

Myös tietyin aikaväleihin maksettavat kiinteät kulut voivat vaikuttaa maksujärjestelmän valintaan. Jos maksujärjestelmän kautta ei liiku suuria määriä rahaa, kiinteät kulut voivat olla suhteellisesti liian suuret. Suurille verkkokaupoille kiinteillä kustannuksilla ei ole vastaavaa merkitystä, jos liikevaihto ylittää maksujärjestelmän ylläpitokulut moninkertaisesti. Joillakin organisaatioilla voi kuitenkin olla tietty maksujärjestelmän toteutukseen varattu budjetti, joka ei saa ylittyä. Tällaisissa tapauksissa kiinteät kulut on otettava huomioon, vaikka maksujärjestelmän kautta siirrettäisiin suuriakin määriä rahaa.

Joissakin maksujärjestelmissä osa toiminnallisuuksista on maksullisia, jolloin budjetissa voidaan säästää hiukan jättämällä tarpeettomia tai vähemmän tarpeellisia järjestelmän osia pois. Tällaisia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi tuki luottokorteille tai maksutietojen haku web service -rajapinnan kautta. Osa järjestelmistä veloittaa tietyn summan jokaisesta sen kautta siirretystä maksusta, minkä lisäksi maksusta voidaan periä jokin prosentuaalinen osuus. Jos järjestelmän kautta myytävät tuotteet tai palvelut ovat erittäin halpoja, voi jokaisesta maksusta perittävä kiinteä summa estää järjestelmän käytön. Prosentuaalinen osuus pienentää luonnollisesti tuotteesta tai palvelusta saatavaa katetta, ellei hintoja nosteta vastaavasti. Hintojen nosto kuitenkin huonontaa yrityksen kilpailukykyä. Maksuista perittävä prosentuaalinen osuus voi vaihdella järjestelmän kautta tehtyjen maksujen summan ja käytetyn maksutavan mukaan. Esimerkiksi PayPal pienentää maksuista perittävää prosentuaalista osuutta, kun kuukausittain tehtävien maksujen summa ylittää kolme tuhatta tai kymmenen tuhatta USA:n dollaria [2]. Järjestelmällä maksamisesta perittävät kulut on otettava huomioon budjetissa, ja järjestelmän

valintaan voivat oleellisesti vaikuttaa kiinteiden kulujen lisäksi maksuista perittävät prosentuaaliset osuudet ja niiden muutokset.

2.3 Käyttäjämäärä

Käyttäjämäärää voidaan käyttää maksujärjestelmän valintakriteerinä vain jos se on etukäteen tiedossa tai arvioitavissa. Joissakin käyttötapauksissa, kuten tässä diplomityössä toteutetussa E-maksujärjestelmässä, käyttäjämäärä voidaan arvioida hyvinkin tarkasti, mutta kaikissa tapauksissa näin ei ole. Jos käyttäjämäärästä ei voida antaa minkäänlaista arviota, maksujärjestelmän valinta on tehtävä muiden valintaperusteiden avulla.

Käyttäjämäärän arvioinnin jälkeen maksujärjestelmän soveltuvuutta toteutettavaan ympäristöön voidaan arvioida tarkentavilla kriteereillä. Useiden Internet-pohjaisten maksujärjestelmien kanssa maksujen ja tilattujen palveluiden tai tuotteiden käsittely voidaan automatisoida, mikä vähentää järjestelmän ylläpitoon tarvittavaa työmäärää. Mitä suurempi käyttäjämäärä järjestelmällä on, sitä suuremmat hyödyt tilausten automaattisesta käsittelystä saadaan. Automaattisen käsittelyn sijaan maksut ja tilaukset voidaan käsitellä käsin. Maksujärjestelmää valittaessa voidaan arvioida tarvittavan käsityön määrä asiakasta kohti, ja että onko käsityötä mahdollista vähentää tai jopa poistaa kokonaan. Lisäksi voidaan selvittää kuinka paljon mahdollinen käsin tehtävien töiden vähentäminen tai poistaminen automatisoinnin avulla maksaa.

Käyttäjämäärä voi vaikuttaa myös järjestelmän hintaan. Maksuista perittävät palkkiot voivat vaihdella käyttäjämäärän mukaan, minkä lisäksi maksujärjestelmän käyttömaksu voi määräytyä käyttäjämäärän mukaan. Toisaalta tasaisin väliajoin maksettava käyttömaksu voi olla myös kiinteä, jolloin suuremmalla käyttäjämäärällä maksujärjestelmä maksaa vähemmän yhtä käyttäjää kohti.

Maksujärjestelmän valintaan vaikuttaa olennaisesti myös yhtäaikaisten käyttäjien määrä. Erittäin suosittujen tuotteiden, esimerkiksi konserttilippujen, tullessa myyntiin yhtäaikaisten käyttäjien määrä voi ylittää keskimääräisen tilanteen moninkertaisesti. Jos maksujärjestelmällä odotetaan olevan paljon yhtäaikaisia käyttäjiä, pitää se ottaa huomioon maksujärjestelmän valinnassa. Maksujärjestelmän tarjoajan on pystyttävä vastaamaan yhtäaikaisten käyttäjien luomaan maksuliikenteeseen, minkä lisäksi on otettava huomioon mahdollisuudet toteuttaa suurilla käyttäjämäärillä toimivat järjestelmät maksu- ja tilaustietojen automaattiseen käsittelyyn.

Jos käyttäjämäärän tiedetään olevan pieni, maksujärjestelmäksi voidaan tarvittaessa valita huonosti suurille käyttäjämäärille skaalautuva järjestelmä. Tällaisia järjestelmiä ovat esimerkiksi postiennakolla tai käsin tehtävällä tilisiirrolla maksaminen. Yksinkertaisimmissa järjestelmissä käsin tehtävää työtä voi olla paljon käyttäjää kohden, mutta pienellä käyttäjämäärällä järjestelmän yksinkertaisen toteutuksen hyödyt voivat olla merkittävämpiä kuin tilausten yhteydessä käsin tehtävien töiden haitat.

Suurilla käyttäjämäärillä edellä mainitut kriteerit ovat tärkeämpiä kuin pienissä järjestelmissä, koska järjestelmän toiminta pitää pystyä varmistamaan ruuhkaisimpinakin hetkinä. Järjestelmän automatisoinnilla voidaan käyttäjämäärän kasvaessa vähentää tar-

vittavan käsityön määrää merkittävästi. Lisäksi maksujärjestelmää valittaessa kannattaa tarkastaa maksamiseen liittyvät kulut oletetulla käyttäjämäärällä.

2.4 Kohdeyleisö

Käytettävissä olevia maksujärjestelmävaihtoehtoja voidaan joutua rajoittamaan kohdeyleisön mukaan. Kohdeyleisön ikä, tietotekninen tausta ja kieli voivat asettaa rajoitteita ja vaatimuksia toteutettavalle järjestelmälle. Lisäksi voidaan ottaa huomioon kohdeyleisöllä jo mahdollisesti olevat maksupalvelujen käyttäjätilit ja kohdeyleisön maksukulttuuri. Luonnollisesti kohdeyleisön käyttö valintakriteerinä edellyttää tarpeeksi hyvää tuntemusta kohdeyleisöstä, minkä lisäksi kohdeyleisöllä pitää olla joitakin yhteisiä piirteitä tai ominaisuuksia.

Jos maksujärjestelmää käyttävä verkkopalvelu on kohdistettu nuorille, kohdeyleisön ikä voidaan ottaa huomioon maksujärjestelmää valittaessa. Useissa maksujärjestelmissä on alaikäraja, joka voi vaihdella merkittävästi [3, 4]. Kokonaisen maksujärjestelmän ikärajojen lisäksi yksittäisille maksutavoille voidaan asettaa ikärajoja. Esimerkiksi joidenkin luottokorttien saamiseksi pitää olla täyttänyt 20 vuotta, eikä maksuhäiriöitä saa olla, minkä takia pelkän luottokorttimaksamisen tarjoaminen ei välttämättä riitä [5].

Kohdeyleisön äidinkieliä ja kielitaitoa voidaan vertailla maksujärjestelmien tukemisiin kieliin, minkä perusteella maksujärjestelmävaihtoehtoja voidaan rajata. Vain yhdessä maassa toimivien verkkopalveluiden kielivaihtoehtoiksi riittävät yleensä maan viralliset kielet, tai ainakin yksi niistä. Toisaalta verkkopalvelun käytöstä voidaan tehdä helpompaa esimerkiksi maassa asuville ulkomaalaisille valitsemalla sellainen maksujärjestelmä, joka tukee useampia kieliä. Kansainvälisesti toimivan verkkopalvelun maksujärjestelmän on tuettava vähintään englantia, mutta kohdemaista riippuen myös muiden kielien tuesta voi olla hyötyä. Länsimaissa muita vartenotettavia kielivaihtoehtoja ovat ranska, espanja ja venäjä [6]. Muualle maailmaan toteutettavien verkkopalvelujen kielivaatimukset kannattaa käydä läpi tapauskohtaisesti ja tehdä maksujärjestelmän rajausta sen perusteella.

Myös kohdeyleisön yhteiskunnallinen asema voi vaikuttaa maksujärjestelmän valintaan. Opiskelijoilla, koululaisilla ja työttömillä ei ole käytettävissä yhtä laajaa maksutapavalikoimaa kuin muilla yhteiskunnan jäsenillä. Jos kohdeyleisössä tiedetään tai voidaan olettaa olevan merkittäviä määriä vain tietyillä maksutavoilla maksamaan pystyviä ihmisiä, maksujärjestelmä kannattaa valita sen mukaan. Erityisesti vain luottokortilla maksamisen tarjoavat maksujärjestelmät rajaavat pois käyttäjät, joilla ei ole kiinteitä tuloja, eikä täten mahdollisuutta hankkia luottokorttia.

Jos kohdeyleisöllä on jo entuudestaan käyttäjätunnukset johonkin maksujärjestelmään, sitä voidaan käyttää yhtenä valintakriteerinä. Kynnys siirtyä uuden verkkopalvelun asiakkaaksi madaltuu, jos käyttäjä tietää vanhojen tunnusten toimivan myös uudessa palvelussa, ja käyttäjä on todennut maksujärjestelmän toimivaksi [7]. Samoja käyttäjätunnuksia käyttämällä käyttäjien salasanaähkyä voidaan vähentää, eikä mahdollisen tietomurron yhteydessä varastettujen käyttäjätunnuksien ja salasanojen takia tarvitse

olla yhteydessä kuin maksujärjestelmän hallinnoijaan. Maksujärjestelmäksi kannattaa valita sellainen järjestelmä, joka tukee kohdeyleisön yleisimmin käyttämiä maksutapoja ja kieliä, eikä estä verkkopalvelun käyttöä potentiaalisilta asiakkailta ikärajojen tai yhteiskunnallisen aseman takia.

2.5 Kohdemaat ja -valuutat

Maksujärjestelmää valittaessa on huomioitava maat, joissa järjestelmää halutaan käyttää, minkä lisäksi järjestelmän on tuettava kaikkia tarvittavia valuuttoja. Jos verkkopalvelun on tarkoitus toimia vain yhdessä maassa, tätä valintaperustetta ei voida juurikaan hyödyntää maksujärjestelmän valinnassa. Hyviä vaihtoehtoja yhdessä maassa toimivan verkkopalvelun maksujärjestelmäksi ovat muista vaatimuksista ja käyttötarpeista riippuen esimerkiksi paikallisten pankkien pankkirajapinnat tai luottokorttipalvelut. Paikallisten pankkien verkkorajapinnat on yleisesti toteutettu paikallisella kielellä, valuutoilla ja toimintatavoilla, minkä lisäksi ne ovat käyttäjille tuttuja ja siten helppoja käyttää.

Useammassa kuin yhdessä maassa toimivan maksujärjestelmän valintamahdollisuudet ovat rajatunmat, koska useassa maassa toimivia järjestelmiä voi käyttää myös yhden maan sisäisen järjestelmän toteutuksessa. Maailmanlaajuisesti toimivista maksutavoista ylivoimaisesti suosituin on luottokortilla maksaminen, joten luottokorttimaksuja tukevan maksujärjestelmän valinta kansainvälisiä maksuja varten on perusteltu [8]. Luottokorttimaksuja tukevia maksujärjestelmiä on useita, ja monet niistä tukevat useampaa kuin yhtä valuuttaa, minkä lisäksi kielivaihtoehtoja on tarjolla useita. Jos kohdemaat pystytään rajaamaan suhteellisen pienelle alueelle, voidaan maksujärjestelmäksi valita myös jonkin paikallisesti merkittävän pankin rajapinta. Tämä antaa käyttäjille mahdollisuuden valita luottokorttimaksujen lisäksi debit-kortilla maksamisen.

Kohdemaiden ja valuutoiden kannalta olennaisinta on, että tarvittavat maat ja valuutat ovat tuettuina valitussa maksujärjestelmässä. Jos tukea ei ole tarvittaville maille ja valuutoille, maksujärjestelmää ei voida ottaa käyttöön. Toisaalta taas jos maksujärjestelmän tukemat maat ja valuutat riittävät, maksujärjestelmän valinta voidaan tehdä muiden kriteerien perusteella.

2.6 Reaaliaikavaatimukset

Joissakin verkkopalveluissa maksujärjestelmän valintakriteerinä voidaan käyttää maksuille asetettavia reaaliaika- tai viivevaatimuksia. Näillä vaatimuksilla tarkoitetaan vaatimuksia viiveelle, joka tapahtuu käyttäjän suorittaman maksun ja maksun perille päättymisen välissä. Maksun perille pääsillä voidaan tarkoittaa joko onnistuneen maksun rekisteröintiä tai sitä, että rahat ovat oikeasti siirtyneet verkkopalvelun omistajan tilille. Rahojen nopealla siirtymisellä voi olla merkitystä pienellä budjetilla toimiville yrityksille, jotka haluavat kuitenkin tarjota asiakkailleen nopeita toimitusaikoja. Mahdollisuus käyttää perille tulleita rahoja voi olla tärkeää esimerkiksi asiakkaalle tilaustyönä tehtävien erikoistuotteiden raaka-aineiden hankinnassa. Useimmissa tapauksissa tieto onnis-

tuneesta maksusta kuitenkin riittää, ja tämä tieto voidaan useissa tapauksissa saada huomattavasti nopeammin kuin rahat oikeasti siirtyvät esimerkiksi pankkitililtä toiselle. Nopeaa maksujen rekisteröintiä tarvitaan esimerkiksi verkkopalvelussa, josta voi ostaa matkalippuja mobiililaitteilla. Erityisesti paikallisliikenteen matkaliput ostetaan usein vain hetkeä ennen matkan alkamista, jolloin maksun on rekisteröidyttävä verkkopalvelun tarjoajalle mahdollisimman nopeasti.

Jos reaaliaikainen maksutietojen siirtyminen tai mahdollisimman nopea maksun siirtyminen kohdetilille ovat maksujärjestelmää käyttävän verkkopalvelun kannalta olennaisia ominaisuuksia, reaaliaikavaatimukseen pitää kiinnittää huomiota. Mahdollisimman nopeaan rahojen siirtoon paras ratkaisu on tarjota mahdollisuus suorittaa maksu useamman kuin yhden pankin kautta, jolloin asiakkaalla on todennäköisemmin jonkin tuetun pankin tili käytössään. Jos reaaliaikainen tieto maksun onnistuneesta suorittamisesta riittää käyttäjille ja verkkopalvelun tarjoajalle, maksujärjestelmän valinnalle ei jouduta asettamaan yhtä suuria rajoitteita, koska useista yleisimmistä maksujärjestelmistä on saatavissa lähes reaaliaikainen tieto maksun onnistumisesta.

2.7 Toimintavarmuus

Maksujärjestelmän toimintavarmuudella tarkoitetaan maksujen luotettavaa käsittelyä, jolla taataan maksujen välittäminen virheettömästi asiakkaalta kohdetilille tai muuhun kohteeseen. Lisäksi toimintavarmuuteen kuuluu järjestelmän vakaus, eli kuinka suuren osan ajasta järjestelmä on käytettävissä kaikesta ajasta.

Toimintavarmuuden merkityksellisyyden arvioimisen yhteydessä voidaan pohtia millaisia vaikutuksia järjestelmän mahdollisilla toimintahäiriöillä olisi. Toimintahäiriöiden vaikutuksien arvioinnissa auttaa käyttäjämäärän tietäminen. Suurta käyttäjämäärää palvelevan verkkopalvelun käyttökato vaikuttaa todennäköisemmin suurempaan joukkoon käyttäjiä kuin pienemmän verkkopalvelun yhtä pitkä käyttökato. Jos verkkopalvelun käyttäjämäärä on tarpeeksi pieni, lyhyet käyttökatot voivat olla merkityksettömiä. Toisaalta todella suurissa verkkopalveluissa lyhytkin maksujärjestelmän käyttökato voi vaikuttaa merkittävään määrään asiakkaita.

Käyttäjämäärän ohella toimintavarmuuden merkityksellisyyttä voidaan arvioida verkkopalvelun kautta siirrettävien rahamäärien avulla. Rahamäärä kannattaa irrottaa käyttäjämäärästä erilliseksi kriteeriksi, koska suuri käyttäjämäärä ei automaattisesti tarkoita suurta rahamäärää. Halpoja tuotteita tai palveluita myyvä verkkopalvelu ei välttämättä vastaanota suurempia rahamääriä kuin kalliita erikoistuotteita harvoille käyttäjille myyvä pienempi verkkopalvelu. Jos siirrettävät rahamäärät ovat suuria, toimintavarmuuden merkitys kasvaa, koska mahdolliset toimintahäiriöistä aiheutuneet menetykset ovat myös suuria. Pienempiä rahamääriä käsiteltäessä suuria menetyksiä ei pääse syntymään kuin pitkien toimintahäiriöiden aikana.

Jos Internet-pohjainen maksujärjestelmä on ainoa tapa, jolla haluttu maksu voidaan maksaa, toimintavarmuuden merkitys kasvaa. Jos Internetissä maksaminen on verkkopalvelussa vain vaihtoehtoinen tapa maksaa tuotteesta tai palvelusta, maksujärjestelmän

toimimattomuudella ei ole yhtä suuria vaikutuksia palvelun toimintaan kuin sellaisissa verkkopalveluissa, joissa Internetissä maksaminen on ainoa maksutapa. Vaihtoehtoisten maksutapojen analysoinnin yhteydessä voidaan ottaa huomioon niiden houkuttelevuus ja käytännöllisyys. Jos esimerkiksi käteisellä maksaminen on ainoa Internet-maksun vaihtoehto, asiakas saattaa jättää tilauksen tekemättä liian pitkän välimatkan takia, jolloin toimintavarmuuden merkitys on edelleen suuri, vaikka vaihtoehtoinen maksutapa onkin olemassa.

Toimintavarmuuden tärkeyttä voidaan arvioida myös verkkopalvelun tarjoamien palveluiden ja tuotteiden kriittisyyden kannalta. Jos maksujärjestelmän toimintahäiriö voi aiheuttaa jonkin yhteiskunnallisesti merkittävän tai käyttäjilleen pakollisen palvelun väliaikaisen toimimattomuuden, toimintavarmuutta voidaan pitää tärkeänä maksujärjestelmän valintakriteerinä. Yhteiskunnallisesti tärkeitä verkkopalveluita voivat olla esimerkiksi julkisten kulkuvälineiden lipunmyyntipalvelut ja lääkärimaksujen maksamiseen tarkoitetut järjestelmät. Vähemmän kriittisissä järjestelmissä, kuten kulutustavaroita myyvissä kaupoissa ja viihdepalveluita tarjoavissa verkkopalveluissa käyttökatkoilla ei ole yhtä merkittävää vaikutusta.

2.8 Ulkoasu

Verkkopalvelun ulkoasu on sen houkuttelevuuden, viihtyvyyden ja käytettävyydenkin kannalta erittäin tärkeässä asemassa. Valittaessa maksujärjestelmää suunnitteilla olevaan tai jo luotuun verkkopalveluun, maksujärjestelmän ulkoasuun ja sen muutosmahdollisuuksiin kannattaa tutustua. Verkkopalvelujen käyttäjät muodostavat käsityksiä sivun uskottavuudesta ja toimivuudesta hyvinkin nopeasti, ja yksi merkittävimmistä tekijöistä näiden käsitysten muodostamisessa on verkkopalvelun ulkoasu [9].

Joissakin tapauksissa verkkopalvelun ylläpitäjä voi vaikuttaa maksujärjestelmän verkkopalvelussa näkyvän osan ulkoasuun [10]. Ulkoasua voidaan muokata verkkopalvelun muuhun ulkoasuun sopivaksi, ja täten parantaa käyttäjien saamaa vaikutelmaa sivustosta. Tarjolla olevien ulkoasun muokkausmahdollisuuksien riittävyys kunkin verkkopalvelun tarpeisiin kannattaa arvioida ennen maksujärjestelmän valintaa, koska järjestelmien räätälöintimahdollisuuksien taso vaihtelee.

Vaikka maksujärjestelmän ulkoasun muokkaaminen olisi estetty tai kielletty kokonaan, se ei tarkoita sitä, ettei ulkoasuun voi tai kannata kiinnittää huomiota. Jos verkkopalvelua ei ole luotu ennen maksujärjestelmän valintaa, verkkopalvelun ulkoasua voidaan mahdollisesti muokata valitulle maksujärjestelmälle sopivaksi. Toisaalta eri maksujärjestelmien ulkoasuja voidaan vertailla ja valita niistä sopivin jo olemassa olevan verkkopalvelun ulkoasun mukaan.

2.9 Laajennettavuus

Maksujärjestelmää valittaessa pitää huomioida verkkopalvelulle asetetut vaatimukset, jotka pitää täyttää ennen järjestelmän käyttöönottoa. Tämän lisäksi on kuitenkin hyödyll-

listä tarkastella myös verkkopalvelulle ja maksujärjestelmälle mahdollisesti suunniteltuja tulevaisuuden kehitystarpeita ja jatkokehityssajatuksia. Verkkopalvelun käyttäjämäärää on kenties tarkoitus kasvattaa tai uusia ominaisuuksia aiotaan ottaa käyttöön. Ottamalla edellä mainitut seikat huomioon maksujärjestelmän valinnassa, verkkopalvelun jatkokehitysvaiheessa voidaan säästää aikaa ja rahaa.

Ennen laajennettavuuden käyttämistä maksujärjestelmän valintaperusteena, kannattaa arvioida onko verkkopalvelua tarkoitus laajentaa tai kehittää edelleen. Jos laajentumis- tai jatkokehitystarpeita ei ole lainkaan, maksujärjestelmän laajennettavuudella ei ole merkitystä sitä valittaessa. Jos verkkopalvelun laajentumista ei voida sulkea pois, tai jos palvelun tiedetään jo etukäteen laajentuvan, maksujärjestelmän toimivuus kannattaa arvioida myös tulevaisuuden tarpeet huomioon ottaen.

Jos verkkopalvelun laajeneminen tai jatkokehitys on epävarmaa, voidaan tehdä kustannusarvio mahdolliselle myöhemmin tehtävälle maksujärjestelmän päivitykselle tai vaihtamiselle. Päivittämisen tai vaihtamisen ollessa kallista paremmin mahdollisiin tulevaisuuden tarpeisiin sopivan maksujärjestelmän valinta voi olla perusteltua. Jos ensimmäinen maksujärjestelmä on sen sijaan erittäin helppo ja halpa ottaa käyttöön, sen vaihtaminen tai päivittäminen parempaan ei tuota suuria tappioita yritykselle.

Sellaisissa tapauksissa, joissa jatkokehitystä tiedetään tulevan, maksujärjestelmä valinnassa kannattaa arvioida tulevan jatkokehityksen aikataulu ja tarpeet. Jos kehittyneempää maksujärjestelmää vaativaa jatkokehitystä on tulossa vasta pitkän ajan kuluttua, uusia maksujärjestelmiä saattaa ilmestyä tänä aikana, eikä mikään alkuperäisen maksujärjestelmän valintahetkellä tarjolla olleista vaihtoehtoista välttämättä ole yhtä hyvä kuin uudet järjestelmät. Toisaalta jos jatkokehitys on tarkoitus aloittaa nopeasti käyttöönoton jälkeen, maksujärjestelmä kannattaa valita heti jatkokehitystarpeet huomioon ottaen.

3 MAKSUJÄRJESTELMÄN TOTEUTUSVAIHTOEHDOT

Internetissä toimivan verkkopalvelun maksujärjestelmän voi valita useiden erilaisten toteutusten joukosta. Osa maksujärjestelmistä on maksuttomia, toiset ovat maksullisia, ja niiden ominaisuudet vaihtelevat yksinkertaisesta postiennakolla tai laskulla myynnistä monipuolisiin automatisoituihin maksujärjestelmiin. Tässä luvussa käsitellään erilaisia tämän diplomityön kirjoitushetkellä tarjolla olleita maksujärjestelmiä ja analysoidaan niitä luvussa kaksi esiteltyjen valintaperusteiden avulla.

3.1 Postiennakko ja laskulla maksaminen

Postiennakko on maksutapa, missä maksu suoritetaan toimituksen tai tuotteen noudon yhteydessä ennalta määritellylle pankkitilille. Jos maksutapana käytetään laskua, tuotteen tai palvelun myyjän pitää lähettää asiakkaalle lasku, jonka asiakas maksaa eräpäivään mennessä. Kumpikaan edellä mainituista maksutavoista ei ole varsinaisesti Internet-pohjainen, mutta niitä voidaan kuitenkin käyttää yksinkertaisten ja suhteellisen pienien verkkopalvelujen kanssa, joten ne otettiin mukaan tässä diplomityössä tehtävään vertailuun.

Tietoturvallisuuden kannalta postiennakolla tai laskulla maksamisessa on sekä hyviä että huonoja puolia. Koska rahaa ei käsitellä verkkopalvelussa sähköisesti, verkkopalvelun väärinkäytöllä ei voida vaikuttaa maksun siirtymiseen. Verkkopalvelun omistaja joutuu kuitenkin aina ottamaan riskin postiennakolla tai laskulla myydessään. Asiakas voi jättää postiennakolla tilatun paketin noutamatta, jolloin paketti palautetaan lähettäjälle, ja lähettäjä joutuu maksamaan postikulut. Asiakas voi myös jättää laskun maksamatta, ja esimerkiksi ulkomailta voi olla erittäin hankalaa periä maksamattomia laskuja.

Postiennakolla tai laskulla myynti on verkkopalvelun omistajalle halpa tapa toteuttaa maksujärjestelmä, koska verkkopalveluun ei tarvitse erikseen toteuttaa tai ottaa minikäänlaista lisätoiminnallisuutta, kunhan asiakkaan henkilötiedot ja osoite saadaan tallennettua yhdessä tilauslistan kanssa. Lisäksi postiennakon tai laskujen käyttäminen on ilmaista, jos postiennakon kulut jätetään asiakkaan maksettaviksi.

Postiennakon ja laskun käyttäminen maksujärjestelmän korvikkeena toimii parhaiten pienellä käyttäjämäärällä. Vaikka käyttäjämäärän kasvu ei vaikuta suoraan kuluihin, tilausten hallinnointi vaatii paljon käsityötä. Postiennakolla lähetettäessä tuote pitää antaa postin kuljetettavaksi, ja postille pitää toimittaa tiedot tuotteen hinnasta ja maksutilistä. Lisäksi molemmilla tavoilla maksutiedot joudutaan päivittämään tietojärjestelmiin käsin, mikä vaikeutuu asiakasmäärän kasvaessa. Verkkopalvelun samanaikaisten

käyttäjien määrää postiennakon tai laskun käyttö ei rajoita, koska näitä maksutapoja ei integroida verkkosivulle lainkaan.

Kohdeyleisöä nämä kaksi maksutapaa eivät rajaa lähes lainkaan, koska maksamiseen voidaan käyttää käteistä rahaa, pankkikorttia tai luottokorttia. Lisäksi laskun voi maksaa myös verkkopankissa. Erona muihin maksujärjestelmiin on erityisesti mahdollisuus käteisellä rahalla maksamiseen ja se, ettei maksutapa määrittele kohdeyleisölle alaikärajaa.

Postiennakon käyttöä kansainvälisissä verkkopalveluissa rajoittaa sen riippuvuus paikallisista posteista tai muista kuljetuspalveluista. Useimmat postit ja kuljetuspalvelut toimittavat lähetyksiä postiennakolla ainoastaan yhden maan rajojen sisällä, joten verkkopalvelun kansainvälinen toiminta vaatisi fyysisten toimipisteiden perustamista jokaiseen kohdemaan, mikä useimmissa tapauksissa maksaisi huomattavasti enemmän kuin monipuolisempi maksujärjestelmä. Laskulla maksettaessa edellä mainittuja ongelmia ei ole, koska laskuja voi lähettää maasta toiseen. Laskun maksaminen toisessa maassa sijaitsevalle pankkitilille voi kuitenkin tuoda asiakkaalle lisäkustannuksia, mikä vähentää verkkopalvelun kilpailukykyä ulkomaisten asiakkaiden osalta. Käytettäessä postiennakkoa tai laskujen lähettämistä maksujärjestelmän korvaajana voidaan verkkopalvelun kieleksi valita mikä tahansa, koska verkkopalveluun ei tarvitse sisällyttää kolmannen osapuolen toteuttamia moduuleja, jotka voivat rajoittaa kielivaihtoehtoja. Samasta syystä tällä maksutavalla ei ole vaikutusta verkkopalvelun ulkoasuun.

Jos maksujärjestelmän toiminnalle on asetettu reaaliaikavaatimuksia, postiennakon tai laskun käyttö tilauksen maksamiseen ei useimmiten ole mahdollista. Tieto maksun onnistuneesta suorituksesta tulee verkkokaupan omistajalle käytännössä aikaisintaan rahojen siirtyessä kohdetilille. Poikkeuksen muodostavat useat pikaruokaketjut, joiden verkkopalveluista on mahdollista tilata ruokaa, ja maksu suoritetaan pikaruokalan työntekijälle aterian noudon tai toimituksen yhteydessä. Koska asiakas noutaa tuotteen itse tai tuotteen toimittajana toimii pikaruokalan työntekijä, maksu päättyy verkkopalvelun omistajalle välittömästi ja asiakas saa tuotteen nopeasti.

Toimintavarmuuden näkökulmasta postiennakolla tai laskuilla maksamisella on hyviä ja huonoja puolia. Koska verkkopalvelua ei tarvitse liittää maksujärjestelmän takia kolmannen osapuolen tietojärjestelmiin, maksujärjestelmän tietoteknisistä ongelmista johtuvia käyttökatkoja ei tule. Toisaalta maksujen suorittaminen riippuu paketin tai laskun pääsystä perille, mikä taas riippuu toimittajasta. Toimintavarmuuden arvioinnissa voidaan käyttää apuna tilastotietoja esimerkiksi postin kuljettamien lähetysten perillepääsystä, jos sellaisia on kohdemaista saatavilla.

Postiennakon tai laskun käyttö verkkopalvelun maksujen suorittamiseen rajoittaa palvelun laajenemismahdollisuuksia. Vastaanotettujen maksujen käsittelyn automatisointi ei ole mahdollista, koska rahat siirretään suoraan kohdetilille tai maksetaan käteisellä. Automatisoinnin puuttumisen takia maksut pitää käsitellä käsin, mikä rajoittaa verkkopalvelun toimintaa suurilla käyttäjämäärillä. Myös verkkopalvelun laajentaminen ulkomaille on haasteellista, koska postiennakolla maksaminen ei useimmiten ole mah-

dollista maiden rajojen yli. Tämän lisäksi laskun lähettämiseen liittyy aina riskejä, kuten maksamattoman laskun perintä, mikä voi vaikeutua ulkomailta asioitaessa.

Postiennakolla ja laskulla maksaminen on muiden maksujärjestelmien suosion lisääntyessä vähentynyt, ja erityisesti laskulla maksaminen on hävinnyt lähes kokonaan verkkopalveluista. Tässä luvussa esitellyt maksutavat eivät toimi erityisen hyvin suurilla käyttäjämäärillä tai kansainvälisissä verkkopalveluissa, mutta ne ovat varteenotettavia vaihtoehtoja pienille verkkopalveluille, joiden budjetti ja asiakasmäärät ovat erittäin pieniä. Erikoistapauksena voidaan pitää pikaruokapaikkojen verkkopalveluita, joissa maksaminen voidaan suorittaa ruoan toimituksen yhteydessä. Tällaiseen toimintaan käteismaksu, mitä voidaan pitää postiennakkoa vastaavana maksutapana, soveltuu hyvin, eikä se ole asiakasmäärän kannalta rajoittava tekijä.

3.2 Tilisiirto

Tilisiirron käyttäminen verkkopalvelun maksujärjestelmänä on monilta osin yhteneväistä edellisessä aliluvussa esitelyjen maksutapojen kanssa. Tilisiirrolla maksaminen voidaan verkkopalvelussa toteuttaa siten, että tilauksen jälkeen käyttäjälle annetaan tilinumero, viitenumero ja maksettava summa. Asiakas maksaa tilauksen pankissa tai verkkopankissa, ja tuote toimitetaan asiakkaalle rahojen siirryttyä verkkopalvelussa määritellylle tilille. Vaikka tilisiirron käyttö verkkopalvelussa ei vaadikaan varsinaista maksujärjestelmää, se on varteenotettava vaihtoehto pienien verkkopalveluiden maksujen suorittamiseen.

Maksujen suorittaminen tilisiirrolla on erittäin turvallista, jos verkkopalvelun antamaan tilinumeroon voidaan luottaa. Verkkopalveluun ei tarvitse lisätä tilisiirtoa varten kolmannen osapuolen moduuleja, jotka voisivat aiheuttaa tietoturvaongelmia. Maksuja ei myöskään kuitata tilisiirron jälkeen automaattisesti, joten verkkopalvelun ostoskorin sisällön muokkaaminen laittomasti ei ole mahdollista. Postiennakkoon ja postitse toimitettavaan laskuun verrattuna tilisiirto on verkkopalvelun omistajan kannalta turvallisempi, koska omistaja voi odottaa maksun perille tuloa ennen tuotteen tai palvelun toimitamista asiakkaalle.

Tilisiirron käyttöönottamiseen ei tarvita suurta budjettia, koska tilisiirron käytöstä ei tarvitse maksaa kuukausimaksuja, ja tarvittavat muutokset verkkopalvelun toteutukseen ovat pieniä. Postiennakon tavoin tilisiirrolla maksaminen toimii parhaiten pienillä käyttäjämäärillä, koska verkkopalvelun omistajan pitää seurata maksujen saapumista perille ja toimittaa tuotteet tai palvelut maksun saavuttua. Maksujen seuranta on vaikea automatisoida, ellei käytettävä pankki tarjoa rajapintaa suoritettujen maksujen tarkastamiseen. Suurilla käyttäjämäärillä käsin tehtävä maksujen seuranta vie enemmän aikaa, ja maksujen käsittelyn automatisoiva järjestelmä toimii tilisiirtoa tehokkaammin.

Tilisiirto maksujärjestelmänä ei rajaa kohdeyleisöä lähes lainkaan. Maksun voi suorittaa tilisiirtona tililtä toiselle tai vaihtoehtoisesti kortilla tai käteisellä rahalla pankissa. Pankissa maksamisesta joutuu usein maksamaan palvelumaksun, joten oman pankkitilin ja verkkopankkitunnusten käyttö on suositeltavaa. Tilisiirtoa voidaan käyttää myös kan-

sainvälisissä verkkopalveluissa, mutta ulkomaille tehtävistä tilisiirroista veloitetaan usein erikseen, minkä lisäksi valuuttamuutoksista pitää maksaa. Poikkeuksen muodostavat alueet, kuten SEPA-alue [11], joiden sisällä tehtävistä tilisiirroista ei tarvitse maksaa enempää kuin maan sisäisistä siirroista.

Tilisiirrolla maksettaessa tiukkojen reaaliaikavaatimusten täyttäminen on haasteellista, koska maksut eivät siirry tilisiirrolla eri pankkien välillä heti. Saman pankin sisällä siirrot onnistuvat käytännössä reaaliajassa, mutta näissäkin tapauksissa maksut pitää kuitata onnistuneiksi käsin. Tilisiirto on kuitenkin usein postiennakkoa tai laskun lähettämistä nopeampi vaihtoehto, koska tilisiirron voi halutessaan suorittaa heti tilauksen jälkeen.

Erillisen maksujärjestelmämoduulin puuttumisen takia tilisiirrolla maksaminen ei vaikuta verkkopalvelun toimintavarmuuteen. Tilisiirron etuna postiennakkoon tai laskun lähettämiseen verrattuna on se, ettei tilisiirtoa varten tarvitse lähettää maksutietoja postitse, minkä ansiosta toimintavarmuutta on heikentämässä yksi asia vähemmän. Laajennettavuudeltaan tilisiirto on parempi vaihtoehto kuin postiennakko tai laskun lähetyks, koska ulkomaille tehtävät tilisiirrot ovat luotettavampia ja helpompia tehdä kuin postiennakon käyttäminen ulkomailla. Käyttämällä tilisiirtoa ei kuitenkaan pystytä vähentämään käsin tehtävän työn määrää merkittävästi, koska jokainen maksu pitää kuitata erikseen, eikä kuitausta ole usein mahdollista automatisoida. Lisäksi käsin tehtävää tilisiirtoa käytettäessä maksuvirheen todennäköisyys on suurempi kuin integroidulla pankkirajapinnalla, koska maksun tiedot pitää täyttää käsin.

Tilisiirto on halpa ja helppo tapa toteuttaa verkkopalvelun maksujärjestelmä, mutta sen käyttöä rajoittavat maksutavan rajatut laajennusmahdollisuudet ja reaaliaikaisten maksutietojen puuttuminen. Lisäksi tilisiirroista ulkomaille joutuu usein maksamaan erikseen, minkä takia tilisiirron käyttäminen kansainvälisissä verkkopalveluissa ei ole yhtä kilpailukykyinen vaihtoehto kuin esimerkiksi luottokortilla maksaminen.

3.3 Integroitu pankkirajapinta

Integroidulla pankkirajapinnalla tarkoitetaan pankin tarjoamaa rajapintaa, jonka kautta maksaminen voidaan suorittaa painamalla verkkopalvelussa pankin linkkiä, minkä jälkeen maksu suoritetaan pankin verkkopalvelussa. Maksun jälkeen pankin verkkopalvelusta palataan takaisin alkuperäiseen verkkopalveluun, missä tilaus ja maksu voidaan kuitata onnistuneiksi.

Integroidut pankkirajapinnat voidaan jakaa kahteen alakategoriaan. Pankkien omilla rajapinnoilla voidaan käyttää vain yhden pankin verkkopankkitunnuksia, ja täten maksaa vain yhdestä pankista. Pankkien omien rajapintojen lisäksi on mahdollista käyttää yleisrajapintoja, jotka sisältävät useamman kuin yhden pankin rajapinnan. Normaalin tilisiirron lisäksi yleisrajapinnat voivat tukea muitakin maksutapoja.

Pankkirajapinnat integroidaan verkkopalveluun useimmiten www-sivulle lisättävällä lomakkeella, joka lähettää tarvittavat parametrit pankin verkkopalveluun. Lomakkeella lähetetään kaikki tarvittavat tilaukseen liittyvät tiedot, kuten tilausnumero, maksun

summa, kauppiastunnus, valuutta, paluuosoitteet ja kieli. Lomakkeella lähetettävät tiedot voivat vaihdella eri pankkirajapintojen välillä.

Lomakkeella lähetetään myös kaikista tai osasta lomakkeen kentistä ja kauppiaan yksilöllisestä salaisesta avaimesta laskettava tarkistussumma, jolla varmistetaan pankin verkkojärjestelmään lähetettävien tietojen eheys. Tarkistussumman tarkka muoto voi vaihdella eri järjestelmien välillä, mutta 32-merkkistä heksadesimaalimuotoista MD5-tiivistettä käytetään tarkistussummana yleisesti. Jos lomakkeen tarkistussumma ei täsmää pankin verkkopalvelun laskemaan tarkistussummaan, maksamista ei voi jatkaa. Tällä estetään tilauksen tietojen väärentäminen väärennetyllä HTML-lomakkeella. HTML-lomakkeen voi yrittää väärentää tarkastamalla lomakkeella lähetettävien kenttien nimet maksusivun HTML-lähdekoodista ja tekemällä uuden HTML-sivun, jossa on lomake samoilla tiedoilla. Lomakkeen väärennetyt tiedot voidaan syöttää suoraan lähdekoodiin tai esimerkiksi vapaisiin tekstikenttiin. HTML-lomakkeen action-kenttään laitetaan pankkirajapinnassa määritelty osoite, jolloin lomake yritetään lähettää oikeaan osoitteeseen. Tietojen väärentäminen ei kuitenkaan onnistu ilman tarkistussumman laskemiseen tarvittavaa kauppiaan salaista avainta.

MERCHANT_ID:	<input type="text"/>
AMOUNT:	<input type="text"/>
ORDER_NUMBER:	<input type="text"/>
ORDER_DESCRIPTION:	<input type="text"/>
CURRENCY:	<input type="text"/>
RETURN_ADDRESS:	<input type="text"/>
CANCEL_ADDRESS:	<input type="text"/>
PENDING_ADDRESS:	<input type="text"/>
NOTIFY_ADDRESS:	<input type="text"/>
TYPE:	<input type="text"/>
CULTURE:	<input type="text"/>
PRESELECTED_METHOD:	<input type="text"/>
MODE:	<input type="text"/>
VISIBLE_METHODS:	<input type="text"/>
GROUP:	<input type="text"/>
AUTHCODE:	<input type="text"/>
<input type="button" value="Lähetä lomake"/>	

Kuva 3.1. Käsin tehty lomake väärennysyritystä varten

Kun verkkopalvelusta lähetetään lomake onnistuneesti verkkopankin rajapinnalle, käyttäjä siirtyy valitsemaansa verkkopankkiin ja maksaa tilauksen käyttäen verkkopankin tunnuksia. Onnistuneen tai keskeytetyn maksutoimenpiteen jälkeen käyttäjä ohja-

taan automaattisesti verkkopalvelun paluusivulle, missä tilaus käsitellään loppuun. Verkkopalvelun paluusivulle välitetään rajapinnassa määritellyt parametrit, joista lasketaan myös tarkistussumma kauppiaan yksilöllistä avainta käyttäen. Tarkistussumman käytöllä estetään verkkopalvelun paluusivun väärinkäyttö, jonka avulla tilauksen voisi kuitata maksetuksi ilman maksamista. Ilman tarkistussumman tarkastamista verkkopalvelun paluusivulle olisi mahdollista välittää vain tilauksen yksilöivä numero ja mahdolliset muut pakolliset parametrit, minkä jälkeen tilaus kuitattaisiin maksetuksi. Tästä syystä paluusivulla on aina tarkistettava välitetyistä parametreista ja salaisesta avaimesta laskettu tarkistussumma. Lisäksi kaikilla verkkopalvelun sivuilla on pidettävä huolta siitä, ettei salainen avain näy koskaan käyttäjille. [10]

Mikäli käyttäjän paluu verkkopalveluun estyy onnistuneen maksun jälkeen, maksua ei kuitata onnistuneeksi välittömästi. Tällaisia tilanteita varten rajapinnoissa on määriteltä huomautusosoite, jota kutsutaan pienellä aikaviiiveellä onnistuneiden maksujen jälkeen. Huomautusosoitteen kutsussa välitetään samat parametrit kuin normaalisti verkkopalveluun palattaessa, joten maksut voidaan kuitata onnistuneiksi automaattisesti. Huomautusosoitetta kutsutaan automaattisesti pankin tai yleisrajapinnan toimittajan palvelimelta, joten osoitteeseen on oltava pääsy ilman kirjautumista verkkopalveluun, eikä palomuri saa suodattaa kutsuja.

Pankkirajapinnoissa käytetään yleisesti SSL-salausta verkkopalvelun ja verkkopankin välillä siirtyvän tiedon suojaukseen [10, 12, 13]. Rajapintojen kuvauksissa ei aina kerrota käytetyn SSL:n versiota, joten salauksen toimivuudesta ei voida olla varmoja pelkän dokumentaation perusteella. Vanhoissa SSL:n versioissa on havaittu useita tietoturva-ongelmia [14], minkä takia maksujärjestelmän käyttämä SSL:n tai muun tietoturvaprotokollan versio on varmistettava pankilta tai yleisrajapinnan tarjoajalta ennen maksujärjestelmän valintapäätöstä.

Postiennakosta ja tilisiirrosta poiketen integroitujen pankkirajapintojen käyttäminen ei ole ilmaista, vaan niiden käyttämisestä joutuu maksamaan pankille tai yleisrajapinnan tarjoajalle kuukausimaksun. Kuukausimaksun suuruus riippuu pankista, rajapinnan ominaisuuksista ja mahdollisesti valittavissa olevista lisätoiminnoista. Kuukausimaksun lisäksi maksutapahtumista voidaan periä, maksutavasta riippuen, joko transaktiokohtaisia maksuja tai maksun summaan sidottua provisiota.

Integroituja pankkirajapintoja käytettäessä suurelta käyttäjämäärät eivät aiheuta ongelmia verkkopalvelun omistajalle tai ylläpidolle. Maksujen ja tilausten käsittelyn automatisointi on mahdollista pankkirajapintojen avulla, mikä vähentää käsin tehtävän työn tarvetta merkittävästi. Maksukuittausten automatisointi voidaan toteuttaa verkkopalvelussa sivulle, mihin palataan verkkopankissa maksamisen jälkeen. Onnistuneen maksun jälkeen tilauksen tiedot voidaan tallentaa tai niitä voidaan tarvittaessa käsitellä edelleen. Toimitusta odottavista tilauksista voidaan esimerkiksi tehdä oma www-sivunsa, mistä tilauksen jatkokäsittelijät voivat poimia tilauksia järjestyksessä.

Kohdeyleisöä kohtaan integroidun pankkirajapinnan käyttö asettaa tiukempia vaatimuksia kuin postiennakolla tai tilisiirroilla maksaminen. Integroidun pankkirajapinnan kautta maksettaessa käyttäjällä pitää olla jonkin verkkopalvelussa tuetun pankin verkko-

tunnukset käytettävissään. Suomessa verkkopalvelun maksujärjestelmää ei kannata toteuttaa vain yhden pankin rajapinnalla, koska se estää maksamisen suurelta joukolta asiakkaita. Yhden pankin rajapinnan sijaan kannattaa käyttää joko useita pankkeja kerralla tukevaa yleisrajapintaa tai toteuttaa tuki useamman kuin yhden pankin rajapinnalle. Suomalaisilla pankeilla on yhteensä yli kolme miljoonaa verkkopankkiasiakasta, joten maksutavan puolesta integroitu pankkirajapinta ei aseta suuria rajoituksia kohdeyleisölle [15].

Kansainvälistä tai muualla kuin Suomessa toimivaa verkkopalvelua varten kannattaa tehdä tutkimustyötä koskien kansainvälisiä ja paikallisia pankkeja ja niiden asiakasmääriä sekä tukea verkkopankkiominaisuuksille. Jos kohdeyleisöllä yleisesti ei ole käytettävissä verkkopankkitunnuksia, integroitua pankkirajapintaa ei kannata valita verkkopalvelun maksujärjestelmäksi. Pankkirajapinnan valintaa verkkopalvelun maksujärjestelmäksi voi rajoittaa puutteellinen tuki tarvittaville valuutoille tai kielille.

Reaaliaikavaatimusten kannalta integroidut pankkirajapinnat ovat hyvä vaihtoehto maksujärjestelmäksi. Pankkirajapinnan kautta maksetut maksut voidaan kuitata automaattisesti onnistuneiksi heti maksun suorituksen jälkeen, eikä rahojen siirtymistä kohdetilille tarvitse odottaa, jos pankkirajapintaa käytetään oikein. Pankkirajapintojen kautta on mahdollista suorittaa aikakriittisiä ostoksia ja tilauksia, joiden pitää olla käytettävissä lähes välittömästi maksun suorituksen jälkeen. Tällaisia aikakriittisiä sovelluksia ovat esimerkiksi matkapuhelimen prepaid-kortin lataus ja hotellivarausten tai lentolipun maksaminen.

Pankkirajapinnan toimintavarmuuteen vaikuttavat verkkopankin ja mahdollisen yleisrajapinnan toiminta. Pankkien tarjoamissa verkkopalveluissa voi pankista riippuen olla toimintahäiriöitä, jotka pahimmassa tapauksessa estävät integroidulla pankkirajapinnalla maksamiseen väliaikaisesti kokonaan. Pankkirajapintojen toimintavarmuutta parantaa aikaisemmin tässä luvussa esitellyn huomautussivun käyttö, minkä ansiosta maksut kuitataan onnistuneiksi vaikka verkkopalveluun ei palattaisikaan. Pankkirajapintojen integrointiin voidaan käyttää yksinkertaisia toteutustekniikoita, jotka toimivat lähes kaikilla www-selaimilla. Joidenkin rajapintojen integrointiin on mahdollista käyttää vaihtoehtoisia tapoja, jotka vaativat modernimpien tekniikoiden, kuten JavaScriptin, käyttöä. Käytettävä integrointitapa voidaan valita verkkopalvelun vaatimusten ja tarpeiden mukaan. Jos verkkopalvelun halutaan toimivan yksinkertaisimmillakin www-selaimilla, toimintavarmuuden parantamiseksi pankkirajapinta kannattaa integroida yksinkertaisimmalla tavalla. Jos lisäominaisuudet ovat laajempaa selaintukea tärkeämpiä, toteutukseen voidaan käyttää uudempia tekniikoita.

Integroidun pankkirajapinnan käyttö voi asettaa rajoituksia verkkopalvelun ulkoiselle, koska jotkin pankit pakottavat käyttämään tiettyjä logoja ilmaisemaan kyseisen pankin tilisiirron valintaa, eikä logoja saa kaikissa tapauksissa muokata rajattomasti [16]. Yleisrajapintaa käytettäessä ulkoasun muokkausmahdollisuus voi olla olemassa, mutta sen tarjoamat keinot eivät välttämättä riitä maksujärjestelmän muokkaamiseksi verkkopalvelun ulkoasuun sopivaksi [10].

Laajennettavuudeltaan integroidut pankkirajapinnat ovat parempia kuin suora tilisiirto tai postiennakon käyttö. Pankkirajapinnat toimivat hyvin suurillakin käyttäjämäärillä kasvattamatta käsin tehtävän työn määrää merkittävästi. Useita pankkeja tukevaa yleisrajapintaa käytettäessä on mahdollista, että tilisiirtojen lisäksi järjestelmään voidaan sisällyttää myös muita maksutapoja, kuten luottokortilla tai osamaksulla maksaminen [17]. Yleisrajapinnan lisäksi pankkirajapintaa voidaan tarvittaessa täydentää jollakin toisella maksujärjestelmällä, jos yleisrajapinta ei tue kaikkia tarvittavia maksutapoja. Muiden maksujärjestelmien käyttö pankkirajapintojen rinnalla on mahdollista, koska pankkirajapinnat integroidaan verkkopalveluun yksinkertaisilla HTML-lomakkeilla.

Tässä diplomityössä tutkittujen pankkirajapintojen laajennettavuutta rajoittaa kuitenkin kohdetilin valintamahdollisuuden puuttuminen. Pankkirajapinnan kautta maksetut maksut siirtyvät aina samalla kohdetilille, joka määräytyy kauppiastunnuksen mukaan. Jos verkkopalvelulla on tarve käyttää useita tilejä maksujen vastaanottamiseen, jokaista kohdetiliä varten joudutaan luomaan oma maksusivunsa ja tekemään oma sopimuksensa pankin tai yleisrajapinnan tarjoajan kanssa.

Integroitu pankkirajapinta on hyvä valinta maksujärjestelmäksi maissa, joissa verkkopankissa maksaminen on yleistä, ja pankkien rajapintoja on mahdollista käyttää kohtuullisin kustannuksin. Maksujen kuittauksen automatisointi mahdollistaa verkkopalvelun käyttäjämäärän kasvattamisen merkittävästi suuremmaksi kuin postiennakkoa tai suoraa tilisiirtoa käytettäessä. Lisäksi pankkirajapinnalla voidaan toteuttaa järjestelmiä tiukoillakin reaaliaikavaatimuksilla, koska maksut voidaan kuitata onnistuneiksi ennen rahojen siirtymistä kohdetilille. Pankkirajapintojen käyttäminen ei ole kuitenkaan ilmaista, joten pienellä budjetilla toimivien verkkojärjestelmien toteuttamiseen pankkirajapinta ei välttämättä ole paras vaihtoehto. Yleisrajapintaa käytettäessä laajennettavuus on kohdetilien määrän rajoituksia lukuun ottamatta hyvä, ja pankkirajapintaa voi tarpeiden mukaan laajentaa muilla vaihtoehtoisilla maksujärjestelmillä.

3.4 Luottokortti

Luottokortilla maksaminen on yksi merkittävimmistä tavoista maksaa tuotteista ja palveluista Internetissä. Erityisesti Pohjois-Amerikassa luottokortit ovat yleisiä, ja luottokortit ovat yleisin Internetissä käytetyistä maksutavoista [18]. Luottokorteilla maksamisen voi toteuttaa verkkopalveluun itse tai käyttämällä kolmannen osapuolen toimittamaa moduulia. Luottokortilla maksamisen mahdollistaminen ilman kolmannen osapuolen järjestelmää on työlästä, koska verkkopalvelun tulee täyttää PCI:n turvallisuusstandardit käytettävien luottokorttiyhtiöiden vaatimalla tasolla [19]. Kolmannen osapuolen toteutuksen käyttäminen saattaa maksaa itse tehtyä toteutusta enemmän, mutta vastuu luottokorttimaksujen tietojen käsittelyn turvallisuudesta siirtyy verkkopalvelun toteuttajalta pois. Vastuun siirtymisen lisäksi järjestelmän toteuttamiseen tarvittava työmäärä vähenee, koska turvallisuusstandardien noudattamisesta ei tarvitse huolehtia.

Jos luottokorttimaksujen toteuttamiseen käytetään kolmannen osapuolen toimittamaa moduulia tai rajapintaa, tietoturvan kannalta maksujärjestelmä on hyvin samankal-

tainen integroidun pankkirajapinnan kanssa. Jotkin yleisrajapinnat jopa mahdollistavat sekä verkkopankin kautta että luottokorteilla maksamisen saman järjestelmän avulla [17]. Luottokortilla maksettaessa kortin tietojen salassa pitäminen on verkkopankkitunnusten salassa pitämistä tärkeämpää, koska yksinkertaisessa luottokorttimaksussa ei käytetä minkäänlaisia vaihtuvia salasanoja tai tunnuksia, ja varastetuilla luottokorttitiedoilla on mahdollista ostaa useista verkkopalveluista ilman lisävarmistuksia. Joissakin verkkopalveluissa kuitenkin käytetään luottokorttimaksujen yhteydessä jonkinlaista lisävarmistusta, jolloin pelkällä luottokortin numerolla, turvakoodilla, vanhenemispäivämäärällä ja omistajan nimellä ostaminen ei enää ole mahdollista. Lisävarmistuksena käyttäjää voidaan vaatia esimerkiksi kirjautumaan omilla verkkopankkitunnuksillaan tai syöttämään vain verkkomaksamiseen tarkoitettun luottokortikohtaisen PIN-koodin. Lisävarmistusten käyttäminen parantaa luottokorttimaksujen tietoturvaa, mutta se tekee maksamisesta käyttäjälle vaivalloisempaa.

Ulkopuolista järjestelmää käytettäessä luottokorttitietojen salauksesta vastaa järjestelmän toimittaja, joten verkkopalvelun toteuttajalla ei ole välttämättä mahdollisuuksia vaikuttaa luottokorttimaksujen tietoturvaan kuin ulkopuolisen järjestelmän toimittajaa vaihtamalla. Mahdollisesta luottokorttitietojen säilömisestä ja sen turvallisuudesta verkkopalvelun toteuttaja vastaa kuitenkin itse. Jos luottokorttirajapinta toteutetaan ilman kolmatta osapuolta, järjestelmän on täytettävä luottokorttiyhtiöiden asettamat PCI-standardien mukaiset vaatimukset [19]. Kun järjestelmä on toteutettu oikein, luottokorteilla maksaminen on lähes yhtä turvallista kuin integroidulla pankkirajapinnallakin.

Myös budjetin kannalta luottokorteilla maksaminen muistuttaa integroidulla pankkirajapinnalla maksamista. Luottokorttimaksujen integrointiin käytettävät kolmannen osapuolen järjestelmät toimivat kuukausimaksuilla, joiden lisäksi transaktioista voidaan periä jokin kiinteä maksu ja muutaman prosenttiyksikön suuruinen provisio. Provisiota lukuun ottamatta maksut ovat integroituja pankkirajapintoja vastaavat, ja maksujen suuruudet voivat vaihdella eri järjestelmien välillä.

Luottokorttimaksujen käsittely on mahdollista automatisoida verkkopalvelussa, joten käyttäjämäärää ei rajoita maksujen lisääntymisen myötä kasvava käsin tehtävän työn määrä. Vaikka luottokortti on yksi Internetin merkittävimmistä maksutavoista, sen käyttö ainoana maksutapana rajoittaa kohdeyleisöä merkittävästi, koska luottokortin saamiselle on määritelty tarkat kriteerit, joita kaikki ihmiset eivät pysty täyttämään. Luottokortin saamista voivat vaikeuttaa esimerkiksi säännöllisten tulojen puute tai aikaisemmat maksuhäiriöt [20, 21]. Luottokorttimaksujen käyttäminen kansainvälisien verkkopalvelujen maksujärjestelmänä on erittäin perusteltua, koska yleisimmät luottokortit toimivat lähes kaikissa maailman maissa [22, 23]. Erittäin laajan toiminta-alueen lisäksi luottokorteilla voi maksaa lähes millä tahansa valuutalla, mikä voi olla erittäin tärkeä kriteeri valittaessa maksujärjestelmää kansainväliseen verkkopalveluun.

Reaaliaikavaatimusten osalta luottokorttimaksut toimivat kuin integroidut pankkirajapinnat. Luottokortilla maksettaessa verkkopalvelu saa rahat pankilta pienellä viiveellä, mutta maksu voidaan kuitata onnistuneeksi ennen rahojen saapumista kohdetilille. Kuitaus voidaan tehdä, koska luottokortin myöntäjä suorittaa maksun. Jos verkkopalvelun

käyttäjällä ei ole varaa maksaa luottokorttilaskuaan, se on luottokortin omistajan ja luottokortin myöntäjän välinen ongelma, eikä verkkopalvelun tarvitse huolehtia maksujen perimisestä.

Verkkopalvelun kehittäjä tai ylläpitäjä ei voi juurikaan vaikuttaa luottokorttimaksujen toimintavarmuuteen, koska maksun yhteydessä tehtävät tarkistukset, kuten kortin numeron ja vanhenemispäivän ja katteen tarkistus, tehdään kolmannen osapuolen järjestelmissä. Jos yhteyttä kolmannen osapuolen järjestelmään ei jostain syystä saada, luottokortilla maksaminen epäonnistuu. Kuten integroitujen pankkirajapintojenkin kanssa, luottokorttirajapintojen toimittajia ja niiden toimintavarmuuksia kannattaa vertailla ennen valintapäätöstä. Lisäksi rajapinnoista kannattaa tutkia niiden vaatimat toteutustekniikat. Luottokorteilla maksaminen on mahdollista toteuttaa yksinkertaisilla HTML-lomakkeilla, mutta jotkin rajapintojen tarjoamat ominaisuudet voivat vaatia esimerkiksi JavaScriptin toimiakseen. Myös ulkoasun muokattavuus riippuu kolmannen osapuolen rajapinnan tarjoamista mahdollisuuksista.

Luottokorttimaksujen käyttäminen ei aseta suuria rajoituksia verkkopalvelun laajennettavuudelle. Suosituimmat luottokortit toimivat lähes kaikissa maissa ja kaikilla valuutoilla, joten verkkojärjestelmän kansainvälistymiselle ei ole esteitä. Luottokorttimaksuja käytetään Internetin suurimmissa maksupalveluja käyttävissä verkkopalveluissa, joten käyttäjämäärän kasvun kannalta luottokorttimaksut ovat varma vaihtoehto. Mahdollisuus kuitata maksut automaattisesti helpottaa suurien tilausmäärien hallintaa, ja tämän diplomityön kirjoitushetkellä saatavilla olevien ennusteiden mukaan luottokortit tulevat säilyttämään markkinaosuutensa myös lähivuosina, mikä tukee luottokorttimaksujen laajennettavuutta [24]. Toisaalta vaihtoehtoisten maksutapojen suosio on kasvussa, ja monet ihmiset kertovat maksutavan vaihdon syyksi luottokorttimaksujen turvatomuuden tai tarpeen pitää henkilöllisyytensä salassa [24].

Luottokorttimaksujen käyttäminen verkkopalvelun maksujärjestelmänä tai osana sitä on perusteltua erityisesti kansainvälisissä verkkopalveluissa. Myös joillakin yksittäisillä maantieteellisillä alueilla, kuten Pohjois-Amerikassa, luottokorttimaksuilla on erittäin suuri markkinaosuus. Luottokorttimaksuilla pystytään vastaamaan useimpiin reaaliaika-vaatimuksiin, se ei aseta rajoituksia käyttäjämäärälle eikä estä verkkopalvelun laajenemista. Luottokortilla maksamisesta veloitetaan kuitenkin yleensä erikseen, mikä vähentää maksutavan houkuttelevuutta erityisesti pienellä budjetilla toteutettavissa järjestelmissä. Lisäksi useat käyttäjät kokevat luottokorttimaksut epäturvallisiksi, minkä takia vaihtoehtoisten maksutapojen tarjoaminen luottokorttimaksujen lisäksi on perusteltua [24].

3.5 Sähköinen raha

EU-direktiivin 2009/110/EC mukaan sähköisellä rahalla tarkoitetaan ”sähköisesti tai magneettisesti tallennettua rahallista arvoa, joka ilmenee liikkeeseenlaskijaan kohdistuvana saatavana, joka on laskettu liikkeeseen vastaanotettuja varoja vastaan direktiivin 2007/64/EY 4 artiklan 5 kohdassa määriteltyjä maksutapahtumia varten ja jonka muu

luonnollinen henkilö tai oikeushenkilö kuin sähköisen rahan liikkeeseenlaskija itse ottaa vastaan” [25]. Käytännössä sähköinen raha on joltakin sähköisen rahan välittäjältä ostettua pääomaa, joka on talletettu sähköiseen muotoon ja jolla voi maksaa sähköisissä palveluissa, kuten Internetin verkkopalveluissa.

Sähköisellä rahalla maksaminen on monivaiheinen prosessi. Ensimmäisessä vaiheessa kauppias tekee sopimuksen välittäjän kanssa sähköisen rahan käytöstä normaalin rahan sijaan tai sen lisänä. Sopimuksen solmimisen jälkeen asiakas ostaa sähköistä rahaa välittäjältä ja lataa rahat sähköiseen lompakkoonsa, joka on erityisesti tätä tarkoitusta varten kehitetty tietokoneohjelma. Sähköistä rahaa voidaan ladata tietokoneen lisäksi esimerkiksi korteille, siruille ja matkapuhelimeen. Tilausta tehdessään asiakas valitsee maksutavaksi sähköisen rahan ja siirtää tarvittavan määrän sähköistä rahaa kauppiaille. Ennen tuotteen toimittamista kauppias lähettää sähköiset rahat edelleen välittäjälle, joka tarkistaa rahojen aitouden ja mitätöi rahat niiden uudelleenkäytön estämiseksi. Tarkistuksen jälkeen välittäjä ilmoittaa kauppiaille rahojen olevan aitoja, ja kauppias toimittaa tuotteen asiakkaalle. Lopuksi välittäjä siirtää oikeaa rahaa kauppiaan tilille. [26]

Sähköisen rahan välittäjä on kriittisessä asemassa tietoturvan kannalta. Välittäjän luotettavuus on ensisijaisen tärkeää, koska sähköinen raha hankitaan välittäjältä ja varmistetaan oikeaksi välittäjällä. Lisäksi kauppias saa tilauksen jälkeen oikeat rahansa välittäjältä. Luotettavan välittäjän lisäksi kauppiaan on huolehdittava siitä, että maksun jälkeen sähköisen rahan oikeellisuus tarkistetaan ennen tuotteen toimittamista asiakkaalle. Asiakkaalle sähköisen rahan käyttö tarjoaa uusia ominaisuuksia tietoturvan kannalta. Muista maksutavoista poiketen sähköisellä rahalla on mahdollista maksaa anonyymisti, aivan kuten käteisellä rahalla. Sähköistä rahaa käytetään usein pieniin ostoksiin, ja sähköisen kukkaron koko on yleensä pieni, minkä ansiosta rahojen menettämisestä koituva haitta ei ole yhtä suuri kuin esimerkiksi luottokorttitietojen varkaustapauksissa [27].

Budjetin kannalta sähköisen rahan käyttämistä voidaan verrata integroituihin pankkirajapintoihin tai luottokorttijärjestelmiin. Verkkopalvelun omistajan pitää maksaa sähköisen rahan välittäjälle joko kuukausimaksua tai vaihtelevan suuruista välityspalkkiota verkkopalvelussa tehdyistä tilauksista. Kuukausimaksun ja välityspalkkion lisäksi sähköisen rahan muuntaminen oikeaksi rahaksi ja siirtäminen pankkitilille voi maksaa erikseen, erityisesti tilanteissa joissa välittäjän pankkitili käyttää eri valuuttaa tai sijaitsee eri valtiossa kuin verkkopalvelun pankkitili.

Sähköisen rahan käyttäminen verkkopalvelun maksujärjestelmänä toteutetaan rajapinnan kautta, minkä avulla käytetyn sähköisen rahan oikeellisuus tarkistetaan ja rahat siirretään välittäjälle. Integroitujen pankkirajapintojen ja luottokorttimaksujen tapaan maksujen kuittaus on mahdollista automatisoida, joten käyttäjämäärää ei tarvitse rajoittaa käsin tehtävän työn määrän kasvun takia. Sähköisen rahan käyttö ei myöskään aseta tiukkoja rajoituksia yhtäaikaisten käyttäjien määrälle, mistä todisteena on yksi maailman suurimmista ja suosituimmista maksujärjestelmistä, PayPal. Koska sähköisen rahan hankkimiseen ei välttämättä tarvita luottokorttia tai pankkitiliä, se ei aseta juuri minikäänlaisia rajoituksia verkkopalvelun kohdeyleisölle. Sähköisen rahan hankkimistavat määrittelee välittäjä ja tarjotut maksutavat sähköisen rahan ostamiseen vaihtelevat eri

välittäjien välillä. Yleisimmin sähköistä rahaa voi ostaa luottokortilla tai tilisiirrolla, mutta myös käteisellä rahalla ostaminen on joissakin tapauksissa mahdollista [28].

Sähköisen rahan valinta verkkopalvelun maksujärjestelmäksi ei estä verkkopalvelun käyttöä kansainvälisesti. Sähköisen rahan käytöstä voidaan periä välityspalkkio, mutta se pysyy yleensä samana kohdemaasta riippumatta. Sähköisen rahan muuttamisen hinta takaisin oikeaksi valuutaksi sen sijaan vaihtelee välittäjän tilin ja verkkopalvelun kohdetilin valuuttojen ja kansallisuuksien mukaan. Sähköistä rahaa käytettäessä maksukuittaukset on mahdollista automatisoida ja maksun onnistuminen voidaan varmistaa välittäjän palvelimelta lyhyellä viiveellä, minkä ansiosta sähköistä rahaa käytettäessä on mahdollista vastata tiukkoihinkin reaaliaikavaatimuksiin. Käytännössä maksun ja sen onnistuneeksi kuittauksen välinen viive riippuu verkkopalvelun ja välittäjän välisen yhteyden aiheuttamasta viiveestä ja välittäjän palvelimen nopeudesta.

Verkkopalvelun kehittäjä tai ylläpitäjä ei voi juurikaan vaikuttaa sähköisellä rahalla tehtyjen maksujen toimintavarmuuteen, koska maksun yhteydessä tehtävät tarkistukset, kuten sähköisen rahan oikeellisuuden varmistaminen, tehdään kolmannen osapuolen järjestelmissä. Jos yhteyttä kolmannen osapuolen järjestelmään ei jostain syystä saada, sähköisellä rahalla maksaminen epäonnistuu. Kuten integroitujen pankkirajapintojen ja luottokorttimaksujen kanssa, sähköisen rahan välittäjiä ja niiden palveluita käyttäviä verkkopalveluita kannattaa vertailla ennen maksujärjestelmän valintapäätöstä. Lisäksi rajapinnoista kannattaa tutkia niiden vaatimat toteutustekniikat. Eri välittäjien tarjoamien rajapintojen vaatimukset toteutustekniikan suhteen voivat vaihdella, ja rajapinnan käyttöänoton yhteydessä voidaan säästää aikaa ja rahaa, jos rajapinta on helppo ottaa käyttöön. Myös ulkoasun muokattavuus riippuu kolmannen osapuolen rajapinnan tarjoamista mahdollisuuksista.

Koska sähköinen raha ei ainakaan vielä ole saavuttanut vastaavaa suosiota kuin luottokortit tai integroidut pankkirajapinnat, sen laajennettavuutta on vaikea arvioida. Teknisesti sähköisen rahan käyttö verkkopalvelun maksujärjestelmänä ei rajoita palvelun laajenemista, mutta ilman sähköistä rahaa käyttäviä asiakkaita se ei myöskään tue sitä. Mikäli sähköisen rahan suosio kasvaa, sen laajennettavuus verkkopalvelun maksujärjestelmänä on samalla tasolla integroitujen pankkirajapintojen kanssa.

Tällä hetkellä sähköisen rahan käyttö verkkopalvelun maksujärjestelmänä ei ole yhtä suosittua kuin integroitujen pankkirajapintojen tai luottokorttimaksujen käyttö. Sähköisen rahan hyvinä puolina voidaan pitää sen tarjoamia mahdollisuuksia maksaa anonyymisti ja ilman luottokorttia tai pankkitiliä. Reaaliaikavaatimusten, käyttäjämäärän ja toimintavarmuuden osalta merkittäviä eroja pankkirajapintojen, luottokorttimaksujen ja sähköisen rahan välillä ei ole. Sähköisen rahan suurimpina haasteina ovat tietoturva ja verkkopalveluiden tuki sähköiselle rahalle. Jos verkkopalveluissa ei voi maksaa sähköisellä rahalla, asiakkaat eivät myöskään hanki sähköistä rahaa. Verkkopalvelujen pitääkin ottaa sähköinen raha käyttöön esimerkiksi muiden maksutapojen rinnalle, jotta asiakkaat saadaan kokeilemaan sähköistä rahaa. Mahdolliset maksujen yhteydessä perittävät välityspalkkiot vähentävät asiakkaiden kiinnostusta sähköisen rahan käyttöön, koska vaihtoehtoisilla maksutavoilla vastaavia välityspalkkioita ei välttämättä tarvitse maksaa.

4 E-MAKSUJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

Tampereen teknillisen yliopiston E-maksun suunnittelussa ja toteutuksessa tärkeimpiä huomioon otettavia asioita olivat budjetti, kytkennät muihin järjestelmiin, toimintavarmuus ja ylläpidon helppous. Näistä erityisesti kytkennät muihin järjestelmiin ja E-maksun toteuttaminen helposti ylläpidettäväksi osoittautuivat haasteellisiksi.

Tässä luvussa kuvataan Tampereen teknillisen yliopiston E-maksulle asetetut vaatimukset sekä järjestelmän tekninen toteutus ja toteutukseen käytetyt työkalut. Luvun lopuksi perehdytään järjestelmän asennukseen, käyttöönottoon ja ylläpitoon.

4.1 Lähtökohdat

Tässä diplomityössä suunniteltua ja toteutettua E-maksujärjestelmää ennen tilaajalla oli käytössään toinen Internet-pohjainen maksujärjestelmä, jolla ilmoitaututtiin läsnä olevaksi yliopistoon ja maksettiin ylioppilaskunnan jäsenmaksut. Edellisen järjestelmän ylläpidon vaikeuden takia vanhaa järjestelmää päätettiin päivittää, minkä lisäksi järjestelmän ylläpito haluttiin ulkoistaa.

Päivityksen tavoitteiksi asetettiin järjestelmän helpompi ylläpidettävyys ja yleinen uudistaminen muun muassa SEPA-maksuja varten. Lisäksi maksamisesta haluttiin tehdä opiskelijoille helpompaa, jottei erikseen selvitettäviä, ylläpitäjien aikaa vieviä maksuvirheitä pääsisi syntyään. Tilaajalla oli siis tarve uudelle järjestelmälle, jolla opiskelijat voivat ilmoittautua lukukausille ja maksaa ylioppilaskunnan jäsenmaksut ja muut vapaaehtoiset maksut.

Vanhan järjestelmän lähdekoodit olivat luettavissa eikä niiden käytölle uutta E-maksujärjestelmää toteutettaessa asetettu minkäänlaisia rajoituksia. Vanhan maksujärjestelmän toteutustavasta ja sen ylläpidon tavoittamattomuudesta johtuen uusi järjestelmä päätettiin kuitenkin toteuttaa kokonaan uudelleen.

4.2 Vanha järjestelmä

Kuten uusi E-maksukin, vanha järjestelmä oli toteutettu Perl-ohjelmointikielellä ja Oraclen tietokannalla. Vanhan version suurimpana ongelmana oli sen vaikea, paljon käsi-työtä vaatinut ylläpidettävyys. Järjestelmästä piti luoda vuosittain uusi versio, johon päivitettiin uuden lukuvuoden tiedot ja ylioppilaskunnan jäsenmaksut. Tämän lisäksi tietokannan ylläpitäjä joutui vuosittain lisäämään uusia tauluja tietokantaan maksutietojen tallentamiseksi.

Vanhaan järjestelmään oli erikseen toteutettu kolmen suomalaisen pankin verkkomaksurajapinnat. Kunkin pankin verkkomaksurajapinta oli erilainen, joten mahdolliset muutokset toteutukseen jouduttiin tekemään kullekin rajapinnalle erikseen.

Lähdekoodien kommentteja lukuun ottamatta minkäänlaista dokumentaatiota vanhasta järjestelmästä ei ollut saatavilla. Alkuperäisen luojan tai viimeisimmän ylläpitäjän avustuksella vanhojen lähdekoodien uudelleenkäyttö olisi voinut olla mahdollista, mutta kumpikaan edellä mainituista ei ollut käytettävissä, joten vanhojen lähdekoodien käyttö todettiin liian vaikeaksi ja työlääksi.

Työlään ylläpidon lisäksi vanhalla järjestelmällä oli mahdollista suorittaa virheellisiä maksuja, joiden selvittäminen ja korjaaminen tuottivat tarpeetonta lisätyötä yliopiston henkilökunnalle. Vanhassa järjestelmässä ilmoittautuvan opiskelijan sukunimi, etunimet ja viitenumero oli mahdollista syöttää tekstikenttiin, joiden sisällöt tarkistettiin JavaScript-funktioilla. Selaimessa tehtävällä tarkistuksella ei kuitenkaan voida havaita kaikkia mahdollisia virheitä, joten inhimillisistä virhesyötteistä johtuvia virheellisiä maksuja ei tällä tavalla voitu estää kokonaan.

4.3 Uuden järjestelmän vaatimukset

Uuden järjestelmän ominaisuuksille ja toiminnallisuudelle asetettiin tarkat vaatimukset ennen toteutusvaiheen aloittamista. Tässä aliluvussa käsitellään kunkin järjestelmän osan toiminnalliset määrittelyt ja yleiset vaatimukset E-maksun toiminnalle.

E-maksun palvelinpään toteutuksen tuli käyttää Perl-ohjelmointikieltä, ja järjestelmän tuli toimia yleisimmillä Javascript-kieltä tukevilla Internet-selaimilla. Vaatimuksia HTML:n tai XHTML:n versiolle ei asetettu. Myöskään merkintäkielen täydellisen oikeellisuuden tarkistamista ei vaadittu. Palvelimen käyttöjärjestelmäksi valittiin GNU/Linux ja järjestelmän suomen- ja englanninkielisille versioille määriteltiin omat URI:t.

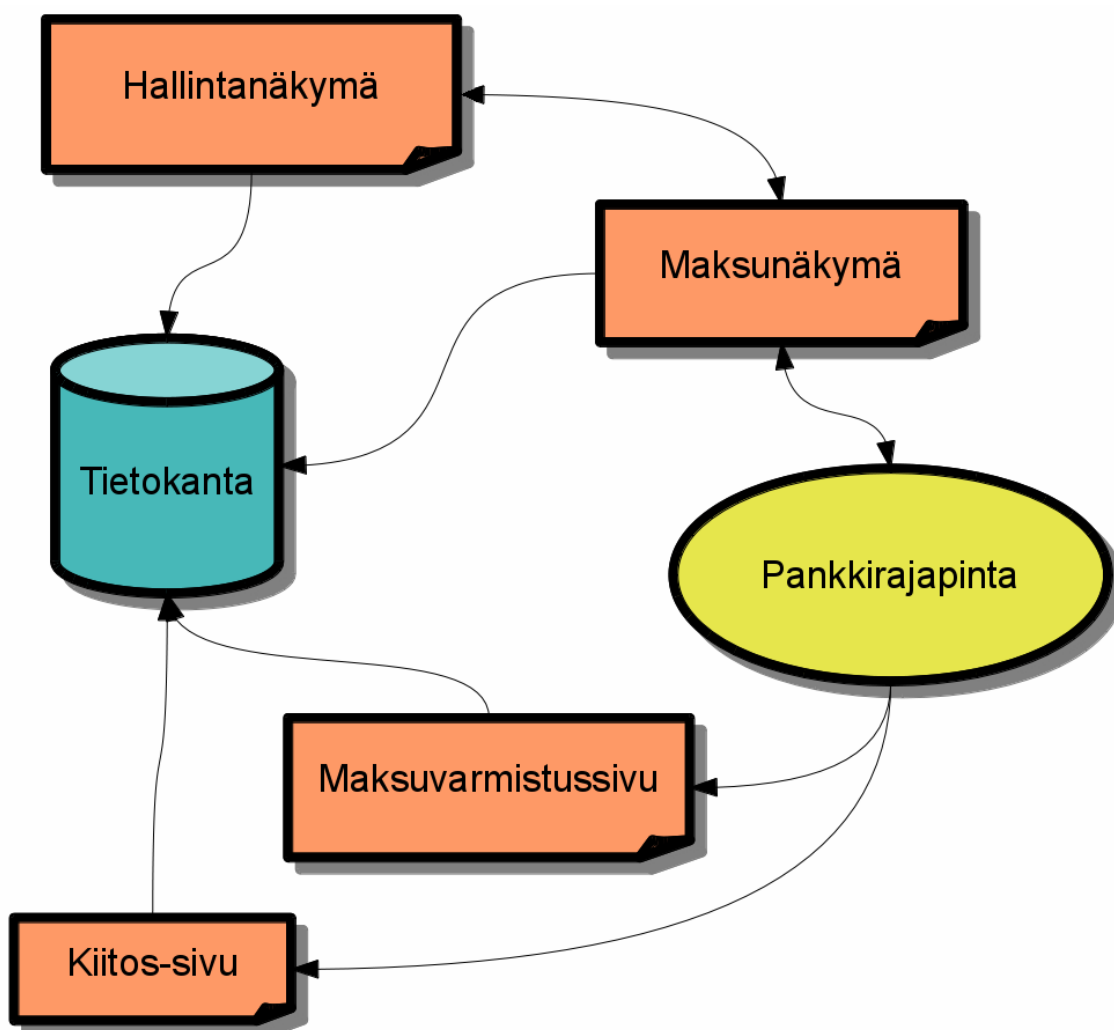
Järjestelmälle määriteltiin kaksi käyttäjäryhmää: ylläpitäjät ja opiskelijat. Ylläpitäjien tuli pystyä käyttämään järjestelmää rajoituksitta, mutta opiskelijoiden oikeudet rajattiin pelkkään maksamiseen. Lisäksi opiskelijoille näkyvästä maksunäkymästä tuli tehdä versiot sekä suomeksi että englanniksi. Käyttäjien tunnistukseen ja pääsyoikeuksien rajaamiseen tuli käyttää tilaajan intranetin käyttäjätunnuksia ja niihin liittyviä rooleja. Järjestelmän käyttö ilman asianmukaisia käyttäjätunnuksia tuli estää.

Järjestelmän tuli toimia tilaajan Oracle SQL-tietokannassa, jonne luotiin oma skeema E-maksua varten. E-maksun tietokantataulujen määrälle ei asetettu rajoituksia, mutta tauluista piti nähdä muun muassa opiskelijan opiskelijanumero, maksun alku- ja loppuajat, koko maksun summa, pakollisten maksujen summa, valittujen vapaaehtoisten maksujen summa, lista valituista vapaaehtoisista maksuista, käytetty viitenumero, käytetty pankki, opiskelijan tutkinnon id-numero ja syksyn ja kevään läsnäolotiedot.

Tilaaja määritteli kaikki käyttäjille näkyvät tekstit ja järjestelmän ulkonäön yksityiskohtaisesti. Järjestelmässä tuli käyttää tilaajan toimittamia logoja, kuvia ja värejä. Järjestelmä jaettiin kahteen osaan: opiskelijoiden maksunäkymään ja vain ylläpitäjien käytössä olevaan ylläpito näkymään. Järjestelmään kirjautuminen tuli toteuttaa käyttäen olemassa olevaa Shibboleth-järjestelmää, ja ylläpitäjät tuli tunnistaa käyttäjätunnuksen liitettyllä rooliattribuutilla.

Hallintanäkymää käytetään lukukausiin liittyvien maksujen ylläpitämiseen. Hallintanäkymän alkunäkymässä näytetään oletuksena kuluvaan lukukauteen liittyvät maksut. Tarvittaessa käsiteltävän lukukauden voi vaihtaa toiseen sivun vasemmassa reunassa olevasta pudotusvalikosta. Pudotusvalikon lukukaudet haetaan automaattisesti tilaajan tietokannasta siten, että käyttöönottoa edeltäneitä lukuvuosia ei ole valittavissa.

Lukuvuosille ei ole oletusarvoisesti asetettu yhtään maksua, ja ainoa tässä vaiheessa sivulla näkyvä toiminnallisuus on uuden maksun lisäys. Maksua lisättäessä sille määritellään tutkinto, selitteet suomeksi ja englanniksi, hinnat syyslukukaudelle, kevätlukukaudelle ja koko vuodelle sekä maksun pakollisuus. Tutkinto valitaan pudotusvalikosta, johon on kiinteästi määritelty seuraavat vaihtoehdot: kandi, diplomi-insinööri, arkkitehti, lisensiaatti, tohtori ja filosofian tohtori. Selitteet suomeksi ja englanniksi ovat vapaita tekstikenttiä. Hinnat määritellään euromääräisinä ja maksun pakollisuus valitaan valintaruudulla. Maksurivin lisäämiseen ja hyväksymiseen käytettävä lisää-painike aktivoituu vasta kaikkien pakollisten kenttien täyttämisen jälkeen.



Kuva 4.1. Kaaviokuva järjestelmän eri osien yhteyksistä toisiinsa

Lisää-painikkeella järjestelmään lisätään valitulle lukuvuodelle maksurivi. Lisäämisen jälkeen maksurivin tiedot ja sitä vastaava tutkintotyyppi näytetään käyttäjälle. Useamman lisäyksen jälkeen maksurivit ryhmitellään tutkintotyypeittäin aakkosjärjestykseen. Maksurivien poistaminen onnistuu kunkin rivin lopussa näkyvästä punaisesta rassista. Uusien rivien lisääminen ja vanhojen poistaminen on rajoitettu siten, että rivejä ei voi lisätä tai poistaa, jos lukuvuodelle tai -kaudelle ilmoittautuminen on auki. Näillä rajoituksilla vältetään virhetilanteet, joissa osa opiskelijoista maksaisi eri maksut kuin muut.

Opiskelijoiden maksunäkymä jakautuu ennen maksamisen aloittamista kahteen osaan. Sivun yläreunassa näytetään lukuvuosi, opiskelijan nimitieto ja oletustutkinto. Näiden tietojen alapuolella olevista pudotusvalikoista valitaan läsnäolotyypit syys- ja kevätlukukausille. Pudotusvalikoiden vaihtoehdot haetaan tietokannasta sen mukaan, mitkä läsnäolotyypit ovat kulloinkin käytössä. Pudotusvalikoista jommankumman käyttö voidaan estää, jos opiskelija on jo aiemmin ilmoittautunut toiselle lukukausista tai jos hänen opinto-oikeutensa päättyy ennen lukuvuoden päättymistä. Oletusarvoisesti molemmissa valikoissa on valittuna vaihtoehto ”-valitse-”. Jos opiskelija on kuitenkin jo aiemmin ilmoittautunut toiselle lukukausista, vastaavassa valikossa näkyy aiemmin valittu läsnäolotyyppi. Läsnäolotyyppien valinnat kontrolloivat myös sivun alareunan ”Siirry maksamaan” -painiketta. Jos läsnäolovalinnoista vähintään toinen ei ole ”Läsnä”, alareunan painike ei aktivoidu. Järjestelmällä ei voi ilmoittautua vain poissaolevaksi.

Sivun alaosassa näytetään opiskelijan tutkintoon liittyvien maksurivien tiedot. Kaikki vapaaehtoiset maksut näkyvät erikseen, mutta pakollisten maksurivien hinnat on laskettu yhteen. Opiskelijan ilmoittautuessa vain toiselle lukukausista, maksurivien hinnoissa näytetään lukukautta vastaavat hinnat. Jos opiskelija on ilmoittautumassa molemmille lukukausille, vapaaehtoisten maksujen hintoina näytetään maksuriveille määritellyt koko vuoden hinnat ja pakollisten rivien koko vuoden hinnat lasketaan yhteen ja jaetaan kahtia syys- ja kevätlukukauden kesken. Vapaaehtoisia maksuja voi valita maksettavaksi maksurivin edessä olevasta valintaruudusta. Käytön helpottamiseksi vapaaehtoisten maksujen selitteen perässä näkyy suluissa aina läsnäolovalintoja vastaava hinta. Tämän ansiosta käyttäjä näkee vapaaehtoisten maksujen hinnat ilman että jokaista tarvitsee erikseen valita. Maksurivien alla on yhteensä-rivi, joka päivittyy reaaliajassa valittujen läsnäolotyyppien ja vapaaehtoisten maksujen mukaan.

Kun maksurivit on valittu oikein, käyttäjä voi siirtyä valitsemaan maksutavan painamalla ”Siirry maksamaan” -painiketta. Painikkeen painamisen yhteydessä opiskelijan läsnäolovalintojen oikeellisuus tarkistetaan tietokannasta ja maksun alkuajankohta tallennetaan tietokantaan. Jos läsnäolovalinnoissa ei ole virheitä, käyttäjälle näytetään sivun alareunassa valittavissa olevat maksutavat. Ennen maksutavan valintaa käyttäjä voi vielä vaihtaa läsnäolovalintojaan ja maksettaviksi valittuja vapaaehtoisia maksuja. Jos valintoja muutetaan, maksutavan valinnat häviävät näkyvistä ja käyttäjän on painettava ”Siirry maksamaan” -painiketta uudestaan. Näitä ilmoittautumisyhteyksiä voi tehdä rajattoman määrän.

Maksaminen suoritetaan valitsemalla haluttu maksutapa ja navigoimalla pankin verkkomaksupalvelun läpi. Hinta, tilinumero ja muut maksutiedot siirtyvät E-maksusta verkkopankkiin automaattisesti. Jos käyttäjä keskeyttää palvelun käytön ennen maksuvaihetta, ilmoittautuminen perutaan, eikä tietokantaan tule merkintää maksetusta jäsenmaksusta. E-maksu käyttää Suomen Verkkomaksujen verkkomaksupalvelua, jonka kautta maksun voi suorittaa kaikilla suomalaisilla verkkopankeilla.

Onnistuneen maksun jälkeen käyttäjä ohjataan automaattisesti E-maksun kiitos-sivulle, missä näytetään valitut ilmoittautumistiedot ja maksetut maksut. Mikäli käyttäjä sulkee selaimen ennen kiitos-sivulle siirtymistä, ilmoittautuminen ja maksun onnistuminen kirjataan tietokantaan pienellä, yleensä muutaman minuutin viiveellä. Kiitos-sivulta käyttäjä voi halutessaan siirtyä linkistä painamalla yliopiston opiskelijoiden POP-portaaliin.

E-maksun maksunäkymässä käyttäjä voi valita kieleksi joko suomen tai englannin. Valinta muuttaa kielen kaikilla E-maksun opiskelijoille tarkoitetuilla sivuilla ja verkkopankissa, mikäli valittu verkkopankki tukee kielen valintaa. Ylläpitäjille tarkoitettu hallintanäkymä on aina suomeksi.

E-maksu aukeaa ja sulkeutuu automaattisesti tietokantaan asetettujen ilmoittautumisen alku- ja loppupäivämäärien mukaan. Tavoitteena on, että ainoat E-maksun vaatimat ylläpitotoimenpiteet ovat vuosittainen maksurivien lisääminen, palvelimen yleinen ylläpito ja mahdollisten lisäominaisuuksien lisääminen.

Mahdollisissa virhetilanteissa käyttäjälle pyritään kertomaan selkokielellä virheen syy ja ohjeet virheen korjaamiseen tai välttämiseen. Seuraaville tapahtumille on määriteltä yksilölliset virheilmoitukset: E-maksuun yritetään tulla ilmoittautumisajan ulkopuolella, ilmoittautuvan opiskelijan opiskeluaika on päättymässä, ilmoittautuvan opiskelijan opiskeluaika on päättynyt, opiskelija on jo ilmoittautunut, tutkinnolle ei ole lisätty yhtään maksuriviä, käyttäjällä ei ole ilmoittautumiseen oikeuttavaa tutkintoa tai sovellus saa selaimelta väärän hinnan. Lisäksi huomioon on otettu harvinainen, mutta mahdollinen virhetilanne, missä ilmoittautumisaika päättyy maksamisen aikana. Tietokantaan liittyvistä virheistä ilmoitetaan yleisellä tietokantavirheellä.

Järjestelmä toimii rinnakkain muiden mahdollisten ilmoittautumistapojen kanssa. Opiskelijaa ei pakoteta käyttämään E-maksua, vaan tarvittavat maksut voi maksaa tilisiirrolla ja ilmoittautumisen voi tehdä muilla yliopiston järjestelmillä. E-maksu on kuitenkin tietoinen muista järjestelmistä tulevista ilmoittautumisista, joten päällekkäisiä ilmoittautumia ei pääse syntymään. Suoria tilisiirtoja järjestelmä ei kuitenkaan pysty tunnistamaan, joten useaan kertaan maksaminen on tällä tavalla mahdollista.

4.4 Kehitysympäristö, -työkalut ja valmiskomponentit

Ylimääräisten kulujen välttämiseksi järjestelmän kehitystyössä pyrittiin käyttämään ilmaisia työkaluja mahdollisuuksien niin salliessa. Toteutukseen käytettiin Windows-käyttöjärjestelmällä varustettuja PC-tietokoneita. Palvelinympäristönä käytettiin GNU/Linuxia, johon oli pääsy SSH-asiakasohjelmilla VPN-tunnelin läpi. Tietokantana

E-maksussa käytetään Oraclen SQL-tietokannan versiota 11g. Palvelinympäristön rakentaminen ja ylläpito eivät kuuluneet E-maksun toteutukseen.

Järjestelmän ohjelmavirheiden raportointiin käytetään Bugzilla-ohjelmaa. Bugzilla on ilmainen, vapaan lähdekoodin www-pohjainen raportointityökalu. Bugzillan käyttöön tarvitaan E-maksusta erilliset käyttäjätunnus ja salasana, ja sitä ylläpidetään eri GNU/Linux-palvelimella kuin E-maksua. Kun uusi ohjelmavirhe raportoidaan Bugzilaan, virheen vastuuhenkilölle ilmoitetaan siitä sähköpostilla. Sähköpostia voidaan asetuksista riippuen lähettää vastuuhenkilölle myös virheisiin liittyvistä muutoksista.

Raportoitaessa ohjelmavirhettä Bugzilaan sille asetetaan prioriteetti, kriittisyysaste, vastuuhenkilö, nimi ja kuvaus. Virhettä voidaan kommentoida, ja sen tila voi vaihdella arvojen new, assigned, resolved, verified, closed ja reopened välillä. Uudet järjestelmään raportoidut virheet menevät aina new-tilaan. Assigned-tilaan virheet siirtyvät kun virhe otetaan käsittelyyn. Virheen käsittelyn jälkeen sen arvoksi asetetaan resolved, ratkaistu. Kun virheen ilmoittaja testaa korjauksen toimivaksi, virheen tilaksi vaihdetaan verified, verifioitu. Verified-tilan jälkeen virheilmoitus voidaan lopullisesti sulkea siirtämällä se closed-tilaan. Suljettu virheilmoitus voidaan avata uudelleen vaihtamalla se tilaan reopened.

E-maksun palvelinpuolen toteutus on tehty Perl-ohjelmointikielellä, joka soveltuu E-maksun kaltaisen pienehkön www-pohjaisen ohjelmiston toteutukseen hyvin. Perl-ohjelmointiin ei hankittu erikseen kehitysympäristöä, vaan ohjelmointi tehtiin Notepad++-ohjelmalla. Notepad++ on Windowsille kehitetty vapaan lähdekoodin tekstinkäsittelytyökalu, joka tukee monia ohjelmointia helpottavia ominaisuuksia, kuten Perl-syntaksin korostuksen ja tiedostojen vertailun. Toteutuksen apuna käytettiin HTML::Template -Perl-moduulia, jonka avulla Perl-koodi ja HTML-merkkkaus voidaan eriyttää lähes kokonaan, mikä helpottaa molempien kielten kirjoittamista.

Järjestelmän selainpuolen toiminnallisuus toteutettiin JavaScript-ohjelmointikielellä ja porrastetuilla tyyliarkeilla. Molemmat edellä mainituista tekniikoista ovat kohtuullisen hyvin tuettuja nykyisissä www-selaimissa, eikä kumpaakaan varten tarvitse erikseen asentaa minkäänlaisia www-selaimen lisäosia [29].

Ohjelmiston kehittämisen apuna käytettiin Mozilla Firefox, Microsoft Internet Explorer, Google Chrome ja Opera -selaimia. HTML-merkkauksen oikeellisuuden tarkistamiseen käytettiin selaimien sisäänrakennettuja kehitystyökaluja ja The World Wide Web Consortiumin (W3C) ilmaista HTML-merkkauksielen tarkistustyökalua [30]. JavaScript-toiminnallisuuden ja porrastettujen tyyliarkkien toiminnan testaamiseen ja virheiden etsimiseen käytettiin Mozilla Firefox-selaimen lisäosana saatavaa Firebug-työkalua. Firebug on ilmainen, vapaan lähdekoodin ohjelmisto, jolla JavaScript-koodia voidaan suorittaa osissa ja muuttujien arvoja voidaan tarkastella ajonaikaisesti. Lisäksi Firebugilla voi tarkastella HTML- ja CSS -lähdekoodeja.

E-maksussa käytettyjen kuvien muokkaamiseen käytettiin ilmaista, vapaan lähdekoodin GIMP (GNU Image Manipulation Program) kuvankäsittelyohjelmaa. GIMPin ominaisuudet riittivät E-maksun kehitystyön vaatimiin kuvankäsittelytoimenpiteisiin, eikä tarvetta kaupallisen kuvankäsittelyohjelmiston hankkimiselle ollut. Tiedostojen

siirtoon kehitystietokoneiden ja palvelimen välillä käytettiin ilmaista, vapaan lähdekoodin WinSCP-ohjelmaa. WinSCP valittiin, koska tiedostot oli siirrettävä palvelimelle ja sieltä takaisin kehitysympäristöön ssh-yhteyden kautta. Lisäksi WinSCP:n sisäänrakennetun tekstinmuokkaustyökalun avulla kooditiedostoihin on mahdollista tehdä pieniä muutoksia.

E-maksun pääsynvalvontaan käytetään yliopiston muissakin tietojärjestelmissä käytettävää Shibboleth-mekanismia. Shibboleth on pääosin SAML-standardiin perustuva vapaan lähdekoodin mekanismi, jonka avulla voidaan toteuttaa pääsynvalvonta siten, että käyttäjät pääsevät yhdellä kirjautumisella kaikkiin saman organisaation WWW-järjestelmiin [31]. Shibbolethin asentaminen ja ylläpito eivät kuulu E-maksun toteutukseen. Shibbolethin käyttöönoton jälkeen pääsynvalvonta on lähes automaattista. Pääkäyttäjää varten on tarkastettava Shibbolethin välittämät rooliattribuutit, joiden sisällön mukaan hallintanäkymään joko pääsee tai ei pääse, mutta opiskelijoita varten minkäänlaisia lisätarkastuksia Perl-koodissa ei tarvitse tehdä.

4.5 Toteutus

Tässä aliluvussa käsitellään E-maksujärjestelmän toteutukseen liittyvät yksityiskohdat osa kerrallaan. Erityistä huomiota E-maksun toteutuksessa on kiinnitetty tietoturvaan, vähäiseen ylläpidon tarpeeseen ja virhetilanteiden minimointiin.

4.5.1 Hallintanäkymä

Hallintanäkymän pääsynvalvontaan käytetään Shibbolethin välittämiä, käyttäjän käyttäjätunnukseen liitettyjä rooliattribuutteja. Käyttäjän rooliattribuutit saadaan ”role”-nimisestä ympäristömuuttujasta, jonka sisällöstä etsitään hallintanäkymään oikeuttavaa roolia. Jos käyttäjällä on E-maksun hallinnointioikeudet, hänet päästetään hallintanäkymään. Muussa tapauksessa ruudulle tulostetaan kehoitus poistua sivustolta.

Maksurivien lisäämiseen käytetään tavallista HTML-lomaketta, jonka lähetyspainikkeen toimintaa säädellään JavaScriptillä. Lähetyspainikkeen aktivoinnin yhteydessä lomakkeelta tarkastetaan kaikki pakolliset kentät, eikä lomaketta lähetetä, jos kaikkia pakollisia kenttiä ei ole täytetty. Väärin täytetystä lomakkeesta varoitetaan käyttäjää JavaScript-ponnahdusikkunalla.

HTML-lomakkeen sisältö on mahdollista muokata haluamukseen lähettämällä väärinnettä HTML-lomake. Lähettäminen on mahdollista käyttäen itse tehtyä, yksinkertaista HTML-tiedostoa. HTML-tiedostoon luodaan haluttu lomake, jonka action-attribuutiksi asetetaan sivu, jonne väärinnettä lomake halutaan lähettää. Tällaisella väärinnettä lomakkeella olisi mahdollista tallentaa maksurivejä, joilla ei olisi kaikkia pakollisia kenttiä täytettynä. Toinen mahdollinen väärinkäyttötapa olisi lisätä maksurivejä ilmoittautumisen ollessa auki. E-maksun hallintasivu kuitenkin tarkistaa palvelinpuolen koodeissa kaikki pakolliset kentät ja ilmoittautumisen aukiolon ennen lomakkeen hyväksymistä ja sen tietojen tallentamista, mikä estää väärinnettä lomakkeen käytön.

Maksuriville syötettyjen hintojen mahdolliset pilkut korvataan pisteillä, jotta kaikki luvut ovat tietokannassa samassa muodossa. Maksuriveille annettavien suomen- ja englanninkielisten selitteiden maksimipituudeksi on määritelty tuhat merkkiä. Selitteissä mahdollisesti olevat erikoismerkit korvataan HTML-vastineilla ennen niiden tallentamista tietokantaan.

YLLÄPITO

Lukuvuosi
2012 - 2013

Arkkitehti

Selite	Selite eng.	Syyslukukausi	Kevätlukukausi	Koko vuosi	Pakollinen	
Kiltamaksu	Guild fee	5 €	7 €	10 €	<input type="checkbox"/>	✗
Lukuvuosi	Academic year	40 €	50 €	85 €	<input checked="" type="checkbox"/>	✗

Diplomi-insinööri

Selite	Selite eng.	Syyslukukausi	Kevätlukukausi	Koko vuosi	Pakollinen	
Kiltamaksu	Guild fee	5 €	10 €	13 €	<input type="checkbox"/>	✗
Lukuvuosi	Academic year	45 €	45 €	90 €	<input checked="" type="checkbox"/>	✗
SYL-kehitysmaksu	SYL development fee	10 €	15 €	25 €	<input type="checkbox"/>	✗

Uuden maksun lisäys

Tutkinto *

Selite *

Selite eng. *

Syyslukukausi * €

Kevätlukukausi * €

Koko vuosi * €

Pakollinen

Kuva 4.2. Esimerkinäkymä ylläpitäjien hallintasivusta

Maksurivien lisäämisessä käytettävän tutkinto-valikon vaihtoehdot määritellään staattisesti, koska tutkintovaihtoehdot vaihtuvat yliopistossa todella harvoin. Lukuvuoden valintaan käytettävän pudotusvalikon sisältö luodaan sen sijaan automaattisesti tietokannassa määriteltyjen lukuvuosien mukaisesti. Lukuvuosivalikkoon valitaan automaattisesti kuuluva lukuvuosi, jos lukuvuotta ei ole valittu käsin. Lukuvuoden automaattisessa valinnassa vertaillaan lukuvuoden alku- ja loppupäivämääriä valintahetken päivämäärään. Uuden maksurivin lisäyksen yhteydessä tietokantaan tallennetaan maksuri-

vin luojan käyttäjätunnus ja maksurivin luontihetki. Poistamisen yhteydessä käyttäjätunnusta tai poistohetkeä ei tallenneta.

4.5.2 Maksunäkymä

Maksunäkymän pääsynvalvontaan käytetään yliopiston Shibboleth-järjestelmää. Käyttäjältä vaaditaan Shibbolethiin kirjautuminen aina ennen E-maksun käytön aloittamista. Maksunäkymä tarkastelee Shibbolethin välittämät, käyttäjän käyttäjätunnukseen liitetyt rooliattribuutit ja näyttää siirtymislinkin hallintanäkymään vain niille käyttäjille, joilla on siihen oikeutettu rooli. Opiskelijoille linkkejä siirtymiseen maksunäkymän ja hallintanäkymän välillä ei näytetä lainkaan.

Käyttäjän nimi, opiskelijanumero ja häneen liitetty oletustutkinto haetaan tietokannasta Shibbolethin välittämän käyttäjänimen perusteella. Tietokannasta haettava nimi jaetaan kahteen osaan, joista toiseen tallennetaan sukunimi ja toiseen kaikki etunimet. Jos käyttäjänimeä vastaavaa oletustutkintoa ei löydetä tietokannasta, maksunäkymässä näytetään vain käyttäjän nimi, mahdolliset navigointilinkit ja virheilmoitus, jossa kerrotaan puuttuvasta oletustutkinnosta. Maksunäkymään on tärkeää päästä puuttuvasta oletustutkinnosta huolimatta, koska järjestelmän ylläpitäjät eivät yleensä ole opiskelijoita, mutta heidän on kuitenkin päästävä maksunäkymän kautta hallintanäkymään.

Jos käyttäjällä on oletustutkinto, järjestelmä tarkistaa lukukausille ilmoittautumisen aukiolon, lukuvuoden alku- ja loppupäivät sekä ilmoittautumista koskevan lukuvuoden tai -kauden alkupäivän. Käyttäjälle näytetään virheilmoitus, jos yhtään avointa lukukausi-ilmoittautumista ei ole. Lukuvuoden tai -kauden ensimmäinen päivä valitaan vertailemalla kaikkien ilmoittautumisessa avoinna olevien lukukausien alkupäiviä keskenään ja valitsemalla niistä varhaisin. Maksunäkymän otsikkoa varten lukuvuoden alku- ja loppupäiviä jäsennellään siten että niistä saadaan tallennettua pelkät vuodet. Lukuvuositiedon avulla tietokannasta haetaan käyttäjän aikaisemmat ilmoittautumistiedot ja viite-numero auki olevaa ilmoittautumista varten.


Opiskelijan opinto-oikeuden riittävyys tarkistetaan vertailemalla opinto-oikeuden loppupäivää ilmoittautumista koskevan lukuvuoden alkupäivään. Jos opiskelijan opinto-oikeuden loppupäivä on pienempi kuin lukuvuoden alkupäivä, maksunäkymässä näytetään tästä kertova virheilmoitus. E-maksussa on kevään ilmoittautumisessa mahdollista muokata syksyllä tehtyä ilmoittautumista kevään osalta yhden kerran. Ilmoittautumista voi muokata vain sellaisissa tapauksissa, joissa keväälle ei ole ilmoitauduttu läsnäolevaksi. Vanhojen ilmoittautumisten tarkasteluun käytetään niiden tallennuspäivämääriä. Jos vanhan ilmoittautumisen tallennuspäivämäärä osuu auki olevan ilmoittautumisen kanssa päällekkäin, ei vanhaa ilmoittautumista voi muokata.

Jos opiskelijan oletustutkinnolle ei ole määritelty yhtään maksuriviä auki olevaan ilmoittautumiseen, siitä ilmoitetaan käyttäjälle virheilmoituksella, eikä ilmoittautumista ja maksamista voi jatkaa ennen maksurivien lisäämistä. Muussa tapauksessa tutkintoon liittyvien pakollisten maksurivien hinnat syksylle, keväälle ja koko vuodelle haetaan tietokannasta. Lisäksi tietokannasta haetaan erikseen vapaaehtoisten maksurivien tiedot.

ILMOITTAUTUMINEN LUKUKAUDELLE 2011 - 2012


Sukunimi **Sivula**
 Etunimet **Joni Kalle Petteri**
 Tutkinto **Diplomi-insinöörin tutkinto**

Syyslukukausi
 Kevätlukukausi


TAMPEREEN TEKNILLISEN
YLIOPISTON YLIOPPILASKUNTA

JÄSENMAKSUN MAKSAMINEN LUKUVUONNA 2011 - 2012

Syyslukukausi	10.00 €		
Kevätlukukausi	0 €		
<input checked="" type="checkbox"/> Kiltamaksu (4.20 €)	4.20 €		
<input type="checkbox"/> SYL-kehy (5.00 €)	0 €		
YHTEENSÄ	14.20 €	<input type="button" value="Siirry maksamaan"/>	



Dansk | Deutch | Eesti | English | Français | Norsk | русский | Suomi | Svenska


Testimaksu
Käytä pankkien testitunnuksia


MAKSUN TIEDOT


Maksun saaja / toimittaja Demo Yritys ([Näytä tiedot](#))
 Tilausnumero 201101983456_28.12.2011_12:51:35
 Maksun summa **14,20€**


VALITSE MAKSUTAPA

















Kuva 4.3. Maksunäkymä ennen verkkopankkiin siirtymistä

Syksyn ja kevään läsnäolotyyppien valintaan käytettävien pudotusvalikkojen vaihtoehdot haetaan tietokannasta, ja niissä on valittuna oletusarvoisesti vaihtoehto ”- Valitse -”. Jos opiskelija on jo aiemmin ilmoittautunut toiselle lukukausista, sitä lukukautta vastaavassa pudotusvalikossa näytetään oletuksena aiemmin valittu läsnäolotyyppi. Pudotusvalikkojen valinnat säilytetään ilmoittautumisyritysten välillä.

Käyttäjän selaimessa näkyvä maksunäkymän reaaliaikainen toiminnallisuus on toteutettu JavaScript-ohjelmointikielellä. Maksunäkymän selainpuolen toiminnallisuus

voidaan jakaa kolmeen osioon: reaaliaikaiseen maksurivien hintojen päivitykseen, ”Siirry maksamaan” -painikkeen aktivointiin ja pankkien maksulinkkien näyttämiseen. ”Siirry maksamaan” -painike aktivoidaan, jos käyttäjä valitsee sekä syksyn että kevään ilmoittautumistyyppiä jonkin laillisen arvon. Laillisia arvoja ovat kaikki muut paitsi oletusarvo ”- Valitse -”.

Pankkien maksulinkit näytetään käyttäjälle vasta ”Siirry maksamaan” -painikkeen painamisen jälkeen, ja ne piilotetaan käyttäjän muuttaessa ilmoittautumisvalintojaan tai vapaaehtoisten maksujen valintoja. Pankkien maksulinkkejä ei saa lomakerajapintaa käytettäessä päivitettyä reaaliajassa, joten linkit on piilotettava aina ilmoittautumisvalintoja muuttaessa. Näin käyttäjä pakotetaan lähettämään HTML-lomake muutosten jälkeen uudestaan, jolloin pankkien maksulinkit toimivat jälleen oikein. Maksulinkit näytetään ja piilotetaan yksinkertaisella JavaScript-funktiolla, jota kutsutaan maksunäkymään tullessa sekä ilmoittautumisvalintoja ja vapaaehtoisia maksuvalintoja muuttaessa. Maksunäkymään tullessa funktiolle välitetään parametri, jonka mukaan päätetään maksulinkkien näyttämisestä.

Maksunäkymässä näytettävien maksurivien hintojen päivitykseen käytetään JavaScript-funktiota, jota kutsutaan sivulle tullessa ja muuttaessa joko ilmoittautumisvalintoja tai vapaaehtoisten maksujen valintoja. Funktiossa tarkastellaan erikseen kahden lukukauden ja kahden ilmoittautumisvaihtoehdon muodostamat yhdistelmät, joita on yhteensä 2^2 kappaletta. Ilmoittautumisvaihtoehdot voidaan hintojen laskemisessa rajata kahteen, koska opiskelijat joutuvat maksamaan vain läsnäolosta. Jos siis lukukauden ilmoittautumisvalinta on jotain muuta kuin läsnä, sitä lukukautta vastaava hinta on nol-la. Vapaaehtoisten maksujen hinnat eivät riipu lukukausivalinnoista, vaan ne pysyvät samoina sekä yhdelle että kahdelle lukukaudelle ilmoittautuessa. Koska hintojen päivitysfunktiota kutsutaan jokaisen hintamuutoksen jälkeen uudestaan, sen ei tarvitse päivittää kuin yksittäistä vapaaehtoista maksuriviä kerrallaan. Yhteensä-rivi lasketaan kuitenkin jokaisen muutoksen jälkeen uudestaan. Summa lasketaan aikaisemmin lasketuista pakollisten maksujen hinnoista ja kaikista valituista vapaaehtoisista maksuista. Vapaaehtoisten maksujen summan laskemiseen jouduttiin tekemään kaksi erilaista toteutusta, koska Internet Explorer-selain ei tue kunnolla JavaScriptin `getElementsByName`-funktiota, jonka avulla kaikki vapaaehtoiset summat haetaan. Yhteensä-rivin tulos pyöristetään kahteen desimaaliin, koska testeissä paljastui JavaScript-toteutuksen tekevän laskuvirheitä desimaaliluvuilla. Lopuksi hintojen päivitysfunktio päivittää HTML-lomakkeen lähettämän vapaaehtoisten maksujen ja kaikkien maksujen summan sekä aktivoi ”Siirry maksamaan” -painikkeen, jos ilmoittautumisvalinnat sen sallivat.

”Siirry maksamaan” -painikkeen painamisen jälkeen järjestelmä tarkistaa opiskelijan ilmoittautumistietojen laillisuuden ja ilmoittaa käyttäjälle mahdollisista ongelmista virheilmoituksella. Palvelimelle välitetyjen ilmoittautumistietojen, vapaaehtoisten maksujen listan, vapaaehtoisten maksujen summan ja kokonaissumman avulla tarkistetaan käyttäjälle näytettyjen hintojen oikeellisuus. Jos käyttäjälle on jostain syystä näkynyt tietokannan tiedoista poikkeava summa, hänelle ilmoitetaan asiasta virheilmoituksella.

Samalla tarkistuksella estetään väärin hintojen syöttäminen järjestelmään ulkoista HTML-lomaketta käyttäen.

Lista vapaaehtoisista maksuista tallennetaan tietokantaan käyttäjän maksun tietoihin, jotta mahdollisissa virhetilanteissa tietokannasta voidaan tarkistaa ilmoittautumistietojen lisäksi valitut vapaaehtoiset maksut. Tietokannan selkeyttämiseksi ja tilan säästämiseksi tietokantaan ei koskaan tallenneta enempää kuin yksi keskeneräinen maksu kutakin opiskelijaa kohti. Jos uutta maksua luotaessa opiskelijalla on tietokannassa jo kesken-eräinen maksu, se korvataan uudella. Maksettujen maksujen tietokantamerkintöjä ei koskaan korvata. Keskeneräisten maksuyritysten säilyttämisestä saattaisi olla hyötyä mahdollisten virhetilanteiden selvittämisessä, mutta hyödyn koettiin olevan liian pieni haittoihin verrattuna. Ennen ilmoittautumisen viemistä loppuun tietokantaan tallennetaan opiskelijaan ja maksusuoritukseen liittyvät tiedot. Maksussa käytettävä tilausnumero luodaan yhdistämällä maksun alkuhetken aikaleima ja opiskelijan lukuvuosisikohtainen viitenumero.

Maksunäkymän maksulinkkien luomiseen käytetään Suomen Verkkomaksut Oy:n toimittamaa JavaScriptillä toteutettua moduulia ja lomakerajapinnan versiota S1. Suomen Verkkomaksut tarjoaa kaksi vaihtoehtoista rajapintaa verkkopankkien käyttöön. Kehittyneempi REST-rajapinta oli E-maksun toteutusta aloitettaessa beta-ominaisuus, joten E-maksuun päätettiin ottaa käyttöön varmasti toimiva, mutta yksinkertaisempi ja käyttömahdollisuuksiltaan rajoitetumpi lomakerajapinta. Lomakerajapinnasta on vielä kaksi versiota, joista päätettiin käyttää yksinkertaisempaa S1:stä. Valinnassa monipuolisemman E1-rajapinnan ja yksinkertaisemman S1-rajapinnan välillä huomioitiin toteutukseen vaaditun työn määrä ja E-maksun vaatimat ominaisuudet. Yksinkertaisemman S1-rajapinnan ominaisuudet riittävät E-maksulle, joten työläämmän E1-rajapinnan käytöstä ei olisi ollut hyötyä. [10]

Maksulinkkien luomiseksi HTML-sivulle lisätään lomake, jonka Suomen Verkkomaksujen JavaScript moduuli korvaa. Moduulia varten lomakkeella pitää olla seuraavat tiedot: Suomen Verkkomaksujen asiakkaan kauppiastunnus, tilausnumero, valuutta, paluuosoite, peruutusosoite, varmistusosoite, rajapinnan tyyppi, kulttuuri ja maksun summa. Tilausnumeron on oltava tilauksen yksilöivä yhdistelmä kirjaimia ja numeroita. Paluuosoite on osoite, johon palataan onnistuneen maksun jälkeen. Vastaavasti peruutusosoite on osoite, johon palataan epäonnistuneen tai peruutetun maksun jälkeen. Varmistusosoite on osoite, jota kutsutaan automaattisesti tietyn ajan kuluttua onnistuneen maksun suorittamisesta. Varmistusosoitteen käyttöä E-maksussa käsitellään tarkemmin aliluvussa 4.5.4. Kulttuuri-kentällä on mahdollista valita moduulin kieli ja lukujen esitystapa. E-maksussa kulttuuri-kenttä asetetaan kielivalinnan mukaan, jolloin moduulin kieli on aina sama kuin järjestelmän muissakin osissa. [10]

Perustietojen lisäksi moduulille välitetään kaikista lomakkeen tiedoista ja asiakkaan yksilöllisestä salaisesta avaimesta laskettu tarkistussumma. Tarkistussumma luodaan yhdistämällä kaikki edellä mainitut tiedot l-merkillä ja laskemalla saadusta merkkijonosta 32-merkkinen, heksadesimaalinen MD5-tiiviste. Lopuksi tarkistussumman kirjaimet muutetaan vielä isoiksi kirjaimiksi. E-maksussa MD5-tiivisteen laskemiseen käy-

tetään Perlin md5_hex-funktiota. Tarkistussumman käytöllä varmistetaan maksutietojen muuttumattomuus kun maksutiedot siirretään palvelimelta verkkopankkiin.

Asiakkaan kauppiastunnus ja salainen avain saadaan Suomen Verkkomaksujen kanssa tehtävän sopimuksen laatimisen yhteydessä, ja ne molemmat on sijoitettu E-maksussa tiedostoon, johon ei ole pääsyä ulkoverkosta. Salaisen avaimen salassapito on tärkeää, koska sen avulla ilkeämielinen käyttäjä voisi väärentää maksun tietoja ja ilmoitautua maksamalla todellista ilmoittautumismaksua pienemmän rahamäärän. Maksun väärentäminen salaisen avaimen avulla onnistuisi luomalla oma HTML-sivu, johon olisi kopioitu oikeasta E-maksusta tarvittavat lomakkeen tiedot, erityisesti tilausnumero. Laskemalla MD5-tarkistussumman halutulla uudella hinnalla käyttäjä pääsisi navigoimaan verkkopankin palvelun läpi ja palaamaan takaisin oikeaan E-maksuun, jossa ilmoittautuminen tallennettaisiin tietokantaan.

4.5.3 Kiitos-sivu

E-maksun kiitos-sivun tehtävänä on, ilmoittautumisen onnistumisesta kertomisen lisäksi, tallentaa opiskelijan ilmoittautuminen tietokantaan ja merkitä E-maksuun luotu maksu maksetuksi. Maksunäkymän tapaan myös kiitos-sivulla käytetään tarkistussummaa väärinkäytösten estämiseksi. Kiitos-sivulla tarkistussumma lasketaan GET-parametreina saatavista tiedoista. Tarkistussumman laskemiseen käytetään MD5-algoritmia ja se esitetään 32 merkin pituisena heksadesimaalisarjana. Tarkistussumman käytöllä estetään kiitos-sivun käyttö ilmoittautumisen tallentamiseen ilman maksun suorittamista. Lasketua tarkistussummaa verrataan parametrina tulleeseen RETURN_AUTHCODE-parametriin, ja ilmoittautumisen tallentamista on mahdollista jatkaa, jos tarkistussummilla ei ole eroa.

Lisäehtona ilmoittautumisen tallentamiselle on, että E-maksun maksutaulussa on tilausnumeroa vastaava rivi, josta nähdään, ettei tilausnumeroa vastaavaa ilmoittautumista ole vielä tallennettu. Tilausnumeron on oltava aina yksilöllinen, koska kiitos-sivu tallentaa ilmoittautumisen tilausnumeron perusteella. Jos tilausnumero olisi esimerkiksi opiskelijakohtainen, järjestelmällä voisi tallentaa useita ilmoittautumisia maksamalla vain kerran. Ilman yksilöllisiä tilausnumeroita käyttäjä voisi ottaa muistiin kiitos-sivun osoitteen ja sille välitetyt parametrit, minkä jälkeen kaikki saman käyttäjän tulevat ilmoittautumiset olisi mahdollista tallentaa vain lataamalla kiitos-sivu uudelleen. E-maksussa useiden ilmoittautumisten hyväksyminen yhdellä maksulla on estetty lisäämällä tilausnumeroon aikaleima, joka tekee tilausnumerosta yksilöllisen.

Kiitos-sivua voidaan kutsua kahdella eri onnistumisparametrilla, ilmoittautumisen onnistumisesta riippuen. Jos käyttäjä esimerkiksi keskeyttää maksamisen verkkopankissa, kiitos-sivulle välitetään onnistumisparametrina nolla ja käyttäjälle näytetään virheilmoitus. Onnistuneen maksun jälkeen kiitos-sivulle välitetään onnistumisesta kertova parametrin arvo. Jos tarkistussummat täsmäyvät, eikä tilausnumeroa ole vielä käytetty, tallentamista jatketaan. Kolmivaiheisen tallennuksen aikana tieto onnistuneesta maksusta ja ilmoittautumisesta tallennetaan E-maksun, opiskelijarekisterin ja yliopiston tieto-

kantoihin. Näistä tietokannoista ilmoittautumistiedot siirtyvät näkymään yliopiston muihin järjestelmiin.

E-maksua edeltäneessä järjestelmässä maksutietojen siirtäminen yliopiston opiskelijarekisteriin tehtiin tarkoitusta varten erikseen suunnitellulla ohjelmalla, joka kopioi ajastetusti pankkien toimittamista maksudatoista tarvittavat tiedot ja lisäsi ne tietokantaan. E-maksun automaattisen tallennuksen ansiosta vaikeasti ylläpidettävä ja pankkien rajapintamuutoksille herkkä ohjelma voitiin ottaa pois käytöstä.

Ilmoittautuminen lukuvuodelle 2011 onnistui

Ilmoittauduit seuraavasti:

- Syyslukukausi: läsnä
- Kevätlukukausi: läsnä

Maksoit seuraavat maksut:

- Syyslukukausi 45 €
- Kevätlukukausi 45 €
- Kiltamaksu 15 €

Yhteensä 105 €

Siirry [POPiin](#)

Kuva 4.4. *Esimerkinäkymä kiitos-sivusta*

Maksettujen vapaaehtoisten maksurivien selitteet ja hinnat haetaan tietokannasta ja ne näytetään kiitos-sivulla yhdessä syksyn ja kevään ilmoittautumistietojen kanssa. Ilmoittautumiset tallentavalle tietokantafunktiolle annetaan ylimääräinen parametri, joka pidentää ilmoittautumisen aukioloa kymmenellä minuutilla. Ilmoittautumisajan pidentämisellä pyritään välttämään virhetilanteet, joissa ilmoittautumisaika päättyy käyttäjän maksaessa verkkopankissa. Jos lisäajasta huolimatta ilmoittautuminen sulkeutuu ennen käyttäjän paluuta kiitos-sivulle, käyttäjää opastetaan ottamaan yhteyttä yliopiston henkilökuntaan ilmoittautumisen rekisteröimiseksi.

4.5.4 Maksuvarmistussivu

Maksuvarmistussivun tehtävänä on varmistaa ilmoittautumisen ja maksujen onnistuminen, vaikka käyttäjä sulkisi selaimen ennen kiitos-sivulle palaamista. Maksuvarmistussivua kutsutaan onnistuneen maksun jälkeen automaattisesti yleensä muutaman minuutin viiveellä [10]. Sivun kutsuun lisätään samat parametrit kuin kiitos-sivulle tultaessa, ja muista E-maksun sivuista poiketen maksuvarmistussivulle pääsee ilman kirjautumista Shibbolethiin. Kirjautumista ei voida vaatia, koska sivua kutsutaan automaattisesti Suomen Verkkomaksujen järjestelmästä. Koska käyttäjätietoa ei saada sivulle Shibbolethilta, tiedot välitetään sivulle GET-parametreina. Väärinkäyttö parametreja muok-

kaamalla on estetty aliluvussa 4.5.3 esitetyllä tarkistussumman laskemisella ja tarkistamisella.

Sivun toiminnallisuus on ulkoasua lukuun ottamatta hyvin samankaltainen kiitos-sivun kanssa. Järjestelmä ottaa vastaan sille lähetetyt parametrit ja pääättelee niiden avulla maksun, jota maksuvarmistussivulle tullut kutsu vastaa. Jos käyttäjä on palannut onnistuneen maksun jälkeen kiitos-sivulle, maksuvarmistussivulle tullut kutsu sivuutetaan, eikä tietokantaan tehdä muutoksia. Sen sijaan jos käyttäjä ei ole palannut kiitos-sivulle onnistuneen maksun jälkeen, maksuvarmistussivulle tullutta kutsua käsitellään pidemmälle. Kiitos-sivun tapaan maksuvarmistussivulla maksu kirjataan onnistuneeksi E-maksun ja yliopiston opiskelijarekisterin tietokantoihin ja ilmoittautuminen tallennetaan opinto-oikeudet tarkistavalla tietokantafunktiolla.

Ilmoittautumisen sulkeutuessa ennen maksuvarmistussivun kutsumista on mahdollista, ettei maksuja merkata maksetuiksi, eikä ilmoittautumista tallenneta. Tällaisessa tapauksessa järjestelmä ei ilmoita epäonnistuneesta maksusta käyttäjälle tai ylläpidolle, ja käyttäjän on otettava yhteyttä yliopistoon maksun hyväksymiseksi ja ilmoittautumistietojen tallentamiseksi. Onnistuneet maksut voidaan tarvittaessa tarkistaa Suomen Verkkomaksujen kauppia-paneelista, ja tietojärjestelmien ylläpitäjä voi näiden tietojen avulla korjata maksu- ja ilmoittautumistiedot.

Mahdollisten väärinkäyttöyritysten ja epäonnistuneiden maksuvarmistuskutsujen havaitsemiseksi E-maksun ylläpitäjille lähetetään sähköpostia, jos maksuvarmistussivulla laskettava tarkistussumma ei täsmää parametrina välitettävään RETURN_AUTHCODE-arvoon. Jos sivulle välitettävää käyttäjätunnusta ja opiskelijanumeroa ei löydy yliopiston opintorekisterin tietokannasta, maksuvarmistussivulle on luultavasti päädytty vahingossa. Muussa tapauksessa ylläpitäjä voi tarkistaa, onko kyseinen käyttäjä aloittanut maksamisen E-maksussa, ja ottaa tarvittaessa yhteyttä yliopistoon pankin tilitietojen tarkistamiseksi.

4.5.5 E-maksun yleiset ominaisuudet

Käyttäjälle näytettävien virheilmoitusten lisäksi kaikista tietokantavirheistä lähetetään E-maksun ylläpitäjille tiedot sähköpostilla. Virhesähköpostiin liitettävän tietokantaoperaation yksilöivän numeron avulla virhe on helppo paikantaa, minkä ansiosta virheiden selvittäminen nopeutuu huomattavasti. Sähköpostin lisäksi virheiden tiedot tallennetaan erilliseen tekstitiedostoon, josta virheitä voidaan tarkastella kootusti.

SQL-injektiolla tarkoitetaan järjestelmän väärinkäytön mahdollistavaa tekniikkaa, jossa järjestelmälle annetaan normaalin syöteen sijaan SQL-komentoja tai niiden osia. Yleisimmät käytetyt SQL-injektiotekniikat ovat järjestelmän SQL-lauseiden manipulointi ja kokonaisten SQL-lauseiden syöttäminen. SQL-lauseen manipuloinnilla tarkoitetaan järjestelmässä suoritettavien SQL-lauseiden muuttamista siten, että ne toimivat väärin. Manipuloinnilla on esimerkiksi mahdollista kiertää verkkopalvelun salanasuojaus lisäämällä salasana tarkastuksen perään vaihtoehtoinen ehto, joka on aina tosi. [32]

```

SELECT *
FROM kayttaja
WHERE kayttajanimi = '$kayttaja'
AND salasana = '$salasana'

```

Ohjelma 4.1. Yksinkertainen SQL-lause WWW-sivun pääsynvalvontaan

Ohjelmassa 4.1 esitetty yksinkertainen SQL-lause hakee tietokantataulusta ”kayttaja” kaikki sellaiset rivit, joiden kayttajanimi-kentässä on muuttujassa \$kayttaja oleva arvo, ja salasana-kentässä on muuttujassa \$salasana annettu arvo. Jos kyselyn tuloksena saadaan vähintään yksi rivi, käyttäjän tunnistus onnistuu. Ohjelman 4.1 SQL-lause on kuitenkin altis SQL-injektioille, jos muuttujien arvot sijoitetaan lauseeseen käyttäjän antamassa muodossa.

```

SELECT *
FROM kayttaja
WHERE kayttajanimi = 'kayttaja'
AND salasana = 'salasana' OR '1' = '1'

```

Ohjelma 4.2. Esimerkki SQL-injektiosta

Ohjelmassa 4.2 on esitetty yksi mahdollinen tapa, jolla yksinkertainen WWW-sivun pääsynvalvonta (ohjelma 4.1.) voidaan kiertää, jos SQL-injektioita ole estetty. Tässä esimerkissä muuttujat \$kayttaja ja \$salasana on korvattu esimerkkisyötteillä injektion havainnollistamiseksi. Esimerkissä käyttäjä on syöttänyt salasanaksi arvon ”salasana’ OR ’1’ = ’1’”, mikä muuttaa SQL-lausetta siten, että käyttäjän tunnistus onnistuu aina, kunhan kayttaja-taulussa on vähintään yksi rivi. Tunnistus onnistuu aina, koska ehto ’1’ = ’1’ on aina tosi annetusta salasanasta riippumatta. [32]

Kokonaisen SQL-lauseen syöttämisellä tarkoitetaan erillisen SQL-lauseen lisäämistä alkuperäisen SQL-lauseen perään tai väliin. Lisättävä lause voidaan erottaa alkuperäisestä lauseesta esimerkiksi puolipisteellä, SQL-palvelimesta riippuen. Ylimääräisiä lauseita lisäämällä on mahdollista esimerkiksi tuhota tietokannasta tietoja tai listata kaikkien käyttäjien käyttäjätunnukset ja salasanat. [32]

SQL-injektiot ovat yleisiä erityisesti WWW-sivuilla, joissa syötteitä lähetetään palvelimelle tekstikenttien kautta. SQL-lauseita tai niiden osia on kuitenkin mahdollista lähettää myös muilta sivuilta käsin tehdyn HTML-lomakkeen avulla, kunhan WWW-selaimelta tulevaa tietoa käsitellään palvelimella suoraan. E-maksussa SQL-injektioiden käyttö on estetty käyttämällä SQL-lauseissa vapaita muuttujia. Vapailta muuttujilla korvataan SQL-lauseissa kaikki WWW-selaimelta tulevat parametrit. SQL-lauseet valmistellaan ensin, minkä jälkeen valmisteltu lause suoritetaan erillisellä suorituskäskyllä, jolle annetaan WWW-selaimelta tulleet parametrit. Koska SQL-lauseen valmisteluvaiheessa käyttäjältä tulevasta datasta ei tiedetä mitään, mahdolliset syötteissä olevat heit-

tomerkkit ja puolipisteet eivät pääse vaikuttamaan SQL-lauseen muotoon, mikä estää järjestelmän väärinkäytön SQL-injektioilla.

Tietoturvallisuuden kannalta E-maksun etuna voidaan pitää sitä, ettei sieltä voida ostaa mitään. E-maksun väärinkäytöstä voisi hyötyä vain kohtuullisen rajattu joukko ihmisiä, joten murtautumisyrietykset tulevat oletettavasti olemaan vähäisiä. Lisäksi väärinkäyttötapausten selvittäminen ei ole kovin aikakriittistä, koska opinto-oikeudesta ei ole minkäänlaista hyötyä lyhyellä aikavälillä. Väärinkäyttötapausten selvittäminen onnistuu tarvittaessa vertailemalla E-maksun tallentamia maksutietoja Suomen Verkkomaksujen kauppiaspaneelista saataviin oikeisiin maksutietoihin.

E-maksun ilmoittautumisessa kesälukukaudet jätetään aina huomiotta, ja kesälukukaudelle ilmoittautuminen pitää tarvittaessa tehdä paperisella lomakkeella tai muiden yliopiston järjestelmien kautta. Kesälukukauden katsotaan kuuluvan kevätlukukauden maksujen piiriin, joten luonteeltaankaan kesälukukauden ilmoittautuminen ei sovi E-maksuun, koska E-maksulla ei voi koskaan ilmoittautua ilman maksun suorittamista.

Kaikista E-maksun näkymistä on mahdollista lopettaa järjestelmän käyttö kirjautumalla ulos. Uloskirjautuminen toteutettiin siten, ettei sen jälkeen minkään yliopiston käyttäjätunnuksia vaativan järjestelmän käyttö onnistu ilman kirjautumista uudelleen. Ominaisuuden ansiosta esimerkiksi julkisilla koneilla E-maksua käyttävien käyttäjien ei tarvitse erikseen siirtyä johonkin toiseen yliopiston tietojärjestelmään kirjautuakseen ulos. Uloskirjautuminen tehdään E-maksussa kahdessa vaiheessa, jotka molemmat näkyvät käyttäjälle kuitenkin vain yhden linkin painamisena. Ensimmäisessä vaiheessa E-maksuun liittyvien evästeiden päättämispäivämäärät asetetaan menneisyyteen, mikä estää E-maksun käytön ilman uudelleenkirjautumista. Toisessa vaiheessa käyttäjä ohjataan sivulle, joka estää pääsyn muihin käyttäjätunnuksia vaativiin yliopiston tietojärjestelmiin.

E-maksun tilaajayliopistolla oli vanhan maksujärjestelmän kanssa käytössä ohjelma, joka luki suoritettujen maksujen viitenumerot pankkien toimittamasta datasta ja merkitsi maksut maksetuiksi tietokantaan. Maksutiedot olivat tämän jälkeen muiden järjestelmien luettavissa tietokannasta, ja käyttäjälle voitiin näyttää hänen maksutietonsa tarvittaessa. E-maksussa yritettiin käyttää samaa viitenumerot lukevaa ohjelmaa, mutta Suomen Verkkomaksujen rajapinnan kautta maksettaessa yksittäisille maksuille ei voida välittää viitenumeroa. Suomen Verkkomaksut tilittää rajapinnan kautta maksettuja maksuja isommissa erissä, ja yksittäisten maksujen tiedot ovat luettavissa www-selaimella käytettävässä kauppiaspaneelissa. E-maksun toiminnasta haluttiin tehdä kuitenkin mahdollisimman automaattista, joten maksutietojen lukeminen kauppiaspaneelista käsin hylättiin.

Suomen Verkkomaksut tarjoaa maksullista Web Services -rajapintaa, jonka avulla yksittäisten maksujen tietoja voidaan hakea XML-muodossa. Eräänä ratkaisuehdotuksena oli luoda ohjelma, jonka tehtävänä olisi hakea maksutiedot automaattisesti kyseisen rajapinnan kautta esimerkiksi kerran päivässä ja tallentaa ne tietokantaan. Ratkaisuehdotus kuitenkin hylättiin, koska viitenumerot voidaan kuljettaa E-maksussa osana tilausnumeroa, ja maksutiedot voidaan tallentaa kiitos-sivulla myös muihin järjestelmiin. Täl-

lä toteutuksella maksutiedot näkyvät yliopiston muissa järjestelmissä heti, vaikka rahat eivät vielä olisikaan perillä. Tämän ei kuitenkaan koettu olevan ongelma, koska maksutapahtuman onnistuminen varmistetaan tarkistussummien avulla.

4.6 Testaus

E-maksu testaamista pyrittiin helpottamaan tekemällä yksi osakokonaisuus kokonaan valmiiksi ennen seuraavaan siirtymistä. Järjestelmän rakenteesta johtuen esimerkiksi hallinta- ja maksunäkymien testaaminen voitiin aloittaa ennen koko järjestelmän valmistumista. Keskenräisiä näkymiä ei annettu testattavaksi, koska uusien ominaisuuksien lisäämisen jälkeen testaus on tehtävä uudelleen. Käytännössä E-maksun määrittelyä kuitenkin muutettiin testausvaiheen jo alettua, joten joitakin järjestelmän osia testattiin useaan kertaan. Ennen varsinaiseen testivaiheeseen siirtymistä ohjelman toimintaa testattiin yleisimmillä käyttötapauksilla kehitysympäristössä.

Testaamista varten E-maksusta tehtiin erillinen testiversio ja sitä varten luotiin tuotantoversiosta erillinen tietokantaskeema. Testitietokantaan on kopioitu lähes kaikki tuotantotietokantaa vastaavat tiedot, joten testiympäristössä on mahdollista testata useimpia yleisiä käyttötilanteita. Testitietokannassa E-maksun maksunäkymän tietokantataulun muokkaaminen on sallittua, mutta muihin tietokantatauluihin tehtävät muutokset tehdään yliopiston ylläpidon kautta. Tämä hidastaa ja aikatauluongelmien takia jopa estää kattavan testaamisen sellaisissa käyttötapauksissa, joissa tietokannan arvojen muuttaminen on oleellista. Tällainen tilanne on esimerkiksi läsnäolotyyppien valintaan käytettävien pudotusvalikoiden toiminta auki olevan ilmoittautumisen mukaan.

Pankkiyhteyksien testaamiseen käytettiin Suomen Verkkomaksut Oy:n tarjoamia testitunnuksia, joilla verkkopankeissa maksamisen ja E-maksuun palaamisen testaaminen voitiin tehdä. Maksuvarmistussivua ei kuitenkaan voi testata Suomen Verkkomaksut Oy:n testitunnuksilla, koska maksuvarmistuskutsuja ei lähetetä testitunnuksilla tehdyistä maksuista. Maksuvarmistussivua testattiin muuttamalla kiitos-sivun osoitteen tilalle maksuvarmistussivun osoite. Tällä tavalla maksuvarmistussivun toiminta oikeilla ja väärillä parametreilla saatiin testattua, mutta varsinaiset maksuvarmistuskutsut jäivät testaamatta. Tuotantoversiossa havaittiinkin virhetilanne, jonka takia maksuvarmistussivulle ei ollut lainkaan pääsyä ilman yliopiston intranetin käyttäjätunnuksia, eivätkä maksuvarmistuskutsut koskaan tulleet perille.

Järjestelmän testaamiseen käytettiin Mozilla Firefox, Google Chrome, Microsoft Internet Explorer ja Opera -Internet-selaimia. Selaimista pyrittiin käyttämään uusimpia vakaita versioita, mutta yhteensopivuussyistä Internet Explorer -selaimella tehtiin useita testejä eri versioilla. Internet Exploreria lukuun ottamatta selainten välillä eroja ei juuri esiintynyt. Internet Exploreria varten jouduttiin tekemään muutoksia erityisesti maksunäkymän JavaScript-toteutukseen. Testausta vaikeutti Suomen Verkkomaksujen beta-testivaiheessa ollut maksutavat näyttävä moduuli, johon tuli joitakin muutoksia vielä käyttöönoton jälkeenkin.

Kukin näkymä testattiin käymällä läpi erilaisia määrittelydokumentissa esitettyjä käyttötapauksia. Kun kaikki käyttötapaukset todettiin toimiviksi kaikilla edellä mainituilla Internet-selaimilla, järjestelmä annettiin testattavaksi asiakkaalle. Jos asiakkaan testeissä ohjelmasta löytyi virheitä, ne korjattiin, ja virheen aiheuttanut toiminto testattiin uudestaan. Kun kaikki löydetty virheet oli korjattu, testivaihe päätettiin ja testiversio siirrettiin tuotantoon. Tarvittaessa uudet ominaisuudet lisätään E-maksussa ensin testiversioon, minkä jälkeen toteutus hyväksytetään asiakkaalla ja siirretään tuotantoversioon.

E-maksun testaamiseen ei käytetty automaattisia testiohjelmia, vaan testitapaukset käytiin läpi käsin. Testauksesta jätettiin tarkoituksella pois oikealla rahalla maksaminen, koska käyttöönoton ensimmäisessä vaiheessa järjestelmän osoitetta ei julkistettu kaikille, ja lukukausi-ilmoittautumisten ja maksujen tallentuminen oikein tarkistettiin ensimmäisten käyttäjien osalta erikseen.

4.7 Asennus ja käyttöönotto

E-maksun tuotantoversiota varten luotiin testi- ja kehitysversioita vastaava tietokantarakente, ja järjestelmän kooditiedostot kopioitiin tuotantoversioon hakemistoihin. Asennuksen yhteydessä asetustiedostoista asetettiin tuotantoversio käyttämään tuotantoversion tietokantapalvelinta, ja Suomen Verkkomaksujen testitunnukset vaihdettiin asiakkaan tilaamiin oikeisiin tunnuksiin. Lisäksi järjestelmään kytkettiin päälle sähköpostien lähetyksen ylläpitäjille mahdollisten virhetilanteiden sattuessa, ja hakemistojen pääsyoikeudet rajattiin käyttämällä htaccess-tiedostoja. Hakemistoihin pääsy joko estettiin kokonaan tai rajattiin vain Shibbolethiin kirjautuneille käyttäjille. Väärinkäytön estämiseksi Suomen Verkkomaksujen kauppiastunnuksen ja -varmenteen sisältävän tiedoston oikeudet rajattiin siten, että vain tiedoston omistaja ja ryhmä voivat lukea tiedostoa.

Asennuksen jälkeen järjestelmän käyttöönottamiseksi riitti julkistaa palvelun osoite käyttäjille. E-maksu otettiin käyttöön syyslukukauden ilmoittautumiseen vuonna 2011. Käyttöönottopäivä oli 23.6.2011, ja ilmoittautumisen loppupäivä oli 7.9.2011. Käyttöönoton alkuvaiheessa järjestelmän osoite jaettiin vain rajatulle joukolle käyttäjiä, ja järjestelmän virheetön toimivuus varmistettiin tarkastamalla tietokantoihin tallennettuja rivejä, ja että kohdetilille siirtyi oikeita määriä rahaa. Kun järjestelmä todettiin toimivaksi, E-maksun osoite julkistettiin kaikille yliopiston opiskelijoille. Syyslukukauden ilmoittautumisen aikana E-maksulla ilmoitaututtiin ja maksettiin 6114 kertaa.

Vuoden 2011 syksyn ilmoittautumisen aikana E-maksussa havaittiin muutama virhe. Opiskelijat ottivat yhteyttä virhetilanteissa yliopistoon, ja yliopiston E-maksusta vastaavat työntekijät kirjasivat virheilmoitukset Bugzillaan. Puutteellisen testauksen takia maksuvarmistussivulle ei päässyt 23.6.2011 ja 30.8.2011 välisenä aikana ilman kirjautumista Shibbolethiin, minkä takia Suomen Verkkomaksujen lähettämät maksuvarmistuskutsut eivät koskaan tulleet perille. Ongelma korjattiin siirtämällä maksuvarmistussivu omaan kansioonsa, johon on pääsy ulkoverkosta ilman kirjautumista.

Maksuvarmistusvirheen lisäksi yksi käyttäjä onnistui maksamaan E-maksulla kahdesti, mutta ilmoittautumaan vain kerran. Tämä laiton toiminto tapahtui luultavasti siten, että käyttäjän selain sulkeutui juuri onnistuneen maksun jälkeen, ja käyttäjä palasi E-maksuun ennen maksuvarmistuskutsun saapumista perille. Tällöin E-maksu ei ollut vielä havainnut ilmoittautumista ja päästi käyttäjän ilmoittautumaan ja maksamaan uudestaan. Ongelman todettiin olevan vaikea estää, ja lisäksi niin harvinainen, ettei siihen puututtu.

Testausvaiheessa jäi huomaamatta myös virhe, joka johtui E-maksun toteutuksessa tehdystä oletuksesta, jonka mukaan opiskelijoiden opiskelijanumerot olisivat numeerisia. Kuitenkin muiden muassa joillakin jatko-opiskelijoilla opiskelijanumeroissa on kirjaimia, ja ne estivät E-maksun käytön kokonaan. Ongelma korjattiin lisäämällä tietokantakyselyissä käytettävät muuttujat lainausmerkkien sisään.

E-maksussa käytettävä, pankkivaihtoehdot näyttävä, Suomen Verkkomaksujen JavaScript moduuli ei ollut vielä E-maksun käyttöönottohetkellä täysin valmis. Syksyn ilmoittautumisen aikana moduuliin tehdyt muutokset estivät sen käytön kokonaan Internet Explorer-selaimella. Vain yksi käyttäjä raportoi ongelman yliopistolle, mutta virheelle altistuneiden käyttäjien todellista määrää ei tiedetä.

Ensimmäinen E-maksun käyttöönoton jälkeinen kevätlukukauden ilmoittautuminen avattiin marraskuussa 2011. Käyttöönotto tapahtui automaattisesti, eikä minkäänlaisia ongelmia havaittu välittömästi ilmoittautumisen avautumisen jälkeen. Osa kevään 2012 ilmoittautumisista sai aikaan virhetilanteen, jonka takia opiskelijan läsnäolotyyppi tallentui väärin yliopiston opiskelijarekisteriin, vaikka E-maksuun läsnäolotyyppi tallentui oikein. Virheen syynä oli yliopiston järjestelmissä käytettävä funktio, jolla opiskelijoiden läsnäolotiedot tallennetaan tietokantaan. Virheelliset ilmoittautumiset korjattiin tietokannan tarkkailutaulujen avulla.

Kokonaiskäyttäjämäärään verrattuna raportoitujen virheiden määrää voidaan pitää vähäisenä. Syksyn 2011 ja kevään 2012 ilmoittautumisissa E-maksun toiminnassa havaittiin yhteensä yhdeksän virhettä, ja niiden tiedetään vaikuttaneen 27 opiskelijaan. Ilmoittautuneiden kokonaismäärään verrattuna määrä on erittäin pieni, ja E-maksun asennusta ja käyttöönottoa voidaan pitää onnistuneena. Kaikille syksyn 2011 ja kevään 2012 ilmoittautumisissa löydetyille virheille löytyi syy, ja yhtä lukuun ottamatta kaikki virheet korjattiin. E-maksun toiminta on kuitenkin riippuvainen useista muista järjestelmistä, joten virhetilanteiden määrää tulevissa hauissa on vaikea arvioida.

4.8 Ylläpito

Mahdollisia ohjelmavirhekorjauksia ja jatkokehitystä lukuun ottamatta E-maksu on valmis, ja se on siirtynyt ylläpitovaiheeseen. Ylläpitovaiheen tehtäviin kuuluu ohjelmavirheiden tutkinta ja korjaus sekä muutokset, jotka johtuvat yliopiston muiden järjestelmien tai Suomen Verkkomaksujen maksutavan valintamoduulin muutoksista. E-maksun hallinnoijien tehtäväksi jää lukuvuosittaisten maksurivien lisääminen hallintanäkymän kautta. Muut E-maksun tarvitsemat tiedot, kuten ilmoittautumisten alku- ja loppupäivä-

määrät, voimassa olevat ilmoittautumiset ja opiskelijoiden opinto-oikeudet päivitetään yliopiston tietojärjestelmiin E-maksusta riippumatta.

E-maksu on sijoitettu yliopiston palvelimelle, jolla toimii useita muita ohjelmistoja. Lisäksi E-maksun tietokanta on erillisellä tietokantapalvelimella. Täten molempien palvelimien ylläpidon voidaan katsoa kuuluvan osaltaan myös E-maksun ylläpitoon. Tavoitteena kuitenkin on, että tulevaisuudessa yksin E-maksun vaatimat ylläpitotoimenpiteet rajoittuvat pelkkään maksurivien lisäämiseen hallintanäkymässä.

4.9 Vertailu muihin vastaaviin järjestelmiin

Vertailtaessa yliopiston vanhaa maksujärjestelmää uuteen E-maksujärjestelmään voidaan todeta toteutuksen onnistuneen. Uuden järjestelmän keskeisimpinä tavoitteina olivat vanhaa versiota helpompi ylläpidettävyys, maksamisen helppous ja järjestelmän yleinen uudistaminen muun muassa SEPA-maksuja varten. Jos uusia ohjelmavirheitä ei enää löydetä, E-maksun ylläpidon vaatimat tehtävät rajoittuvat vuosittain tehtävään maksurivien lisäämiseen. Vanhaan versioon verrattuna ero on merkittävä, koska vanhasta versiosta tehtiin vuosittain uusi versio vanhaa versiota pohjana käyttäen. Tämän lisäksi tietokannan ylläpitäjän piti luoda uudet tietokantataulut uutta versiota varten. Uutta E-maksua voidaan perustellusti pitää helpompana ylläpitää kuin vanhaa, korvattua maksujärjestelmää.

Uudella järjestelmällä maksamisesta on pyritty tekemään mahdollisimman helppoa ja toimintavarmaa. Käyttäjän ei tarvitse maksaessaan käyttää näppäimistöä lainkaan, joten esimerkiksi viite- tai tilinumeroa ei voi valita väärin. Maksunäkymä päivitetään kaikkien hiirellä tehtyjen toimintojen jälkeen, minkä ansiosta käyttäjä tietää kaiken aikaa mille lukukausille hän on ilmoittautumassa ja mitä maksuja hän on maksamassa. Lukukausien ilmoittautumistyyppien virheelliset valinnat eivät aiheuta uudessa E-maksussa virheellisiä maksuja, koska laittomista valinnoista ilmoitetaan käyttäjälle virheilmoituksella, eikä maksamista voi näissä tilanteissa enää jatkaa. Inhimillisiä maksuvirheitä uudella E-maksulla ei kuitenkaan voida estää. Maksuvirheen tekeminen on edelleen mahdollista valitsemalla vapaaehtoiset maksut tai ilmoittautumistyytit väärin.

Uudessa E-maksussa kolme kiinteää pankkirajapintaa korvattiin Suomen Verkkomaksujen yleisrajapinnalla, jonka kautta on käytössä kaikki yleisimmät suomalaiset verkkopankkirajapinnat. Kattavamman maksutapaavalikoiman lisäksi Suomen Verkkomaksujen rajapinnan ansiosta mahdollisia rajapintamuutoksia ei tarvitse tehdä erikseen jokaiselle pankkiyhteydelle ja Suomen Verkkomaksujen tukemien maksutapojen lisääntyessä päivitykset tulevat automaattisesti myös E-maksuun, eikä erillisiä päivityksiä tarvita.

Regent's College London tarjoaa mahdollisuuden maksaa lukuvuosimaksut shekeillä, kortilla, pankkisiirrolla, käteisellä tai Internetin kautta. Maksujärjestelmään on vapaa pääsy, eikä opiskelijaa voida täten tunnistaa esimerkiksi käyttäjätunnuksen perusteella. Useimmat opiskelijan tiedot kirjoitetaan järjestelmässä vapaisiin tekstikenttiin, joiden sisältöä ei tarkisteta automaattisesti. Pudotusvalikoista voi valita mitkä tahansa vaihto-

ehdot, vaikka ne eivät vastaisi opiskelijan oikeita tietoja. Aloitussivulta ei kuitenkaan pääse jatkamaan, jos kaikkia pakollisia kenttiä ei ole täytetty. Järjestelmä tarjoaa kuitenkin mahdollisuuden maksaa lukuvuosimaksun esimerkiksi lapsen puolesta, mikä ei E-maksujärjestelmässä ole mahdollista [33].

Pakollisten henkilötietojen tallentamisen jälkeen Regent's College Londonin maksujärjestelmään syötetään maksun ja maksuvälineen tiedot. Kuten henkilötiedotkin, maksun ja maksuvälineen tiedot syötetään vapaisiin tekstikenttiin ja osa valinnoista tehdään pudotusvalikoilla. Esimerkiksi maksun määrä ja viitenumero syötetään vapaisiin tekstikenttiin, joten maksuja on mahdollista tehdä virheellisillä määrillä ja viitenumeroilla. Maksuvälineenä voi käyttää Visa, Visa Debit, Mastercard, Maestro ja Switch -kortteja. Maksuvälineen tiedot syötetään järjestelmään kuten useimmissa luottokortteja käytävissä verkkokaupoissa. Ennen maksun varmistussivulle siirtymistä pakollisten kenttien vastaukset tarkistetaan. Sähköpostiosoitteen formaatti tarkistetaan, ja kahteen kertaan annettujen sähköpostiosoitteiden pitää olla samat ennen varmistussivulle siirtymistä. Varmistussivulla näytetään edellisellä sivulla näytetyt tiedot, mutta maksukortin numerosta on piilotettu alkuosa ja kortin kääntöpuolella olevaa turvallisuuskoodia ei näytetä lainkaan. Turvallisuuden parantamiseksi järjestelmässä tuetaan Visan ja Mastercardin ominaisuutta, joka vaatii käyttäjää tunnistautumaan ennen maksun lopullista hyväksymistä. Tämän ansiosta esimerkiksi varastetulla luottokortilla maksaminen ei onnistu, jos käyttäjä ei tiedä vaadittua käyttäjätunnusta ja salasanaa.

Regent's College Londonin verkkomaksupalvelu käyttää samaa toimintatapaa kuin useat luottokorttimaksuja tukevat verkkokaupat. Järjestelmää on helppo käyttää, mutta maksuvirheiden tekemistä ei ole yritetty estää lähes millään tavalla. E-maksu vaatii yliopiston intranet-tunnusten käyttöä, joten kaikki opiskelijaan liittyvät tiedot ovat automaattisesti oikein. Vertailtavassa järjestelmässä kaikissa henkilötiedoissa voi olla virheitä, minkä lisäksi myös maksutiedot voivat olla virheellisiä. E-maksun yksi tärkeimmistä tavoitteista oli vähentää juuri virheellisiä maksuja, ja tältä osin vertailtavan järjestelmän toimintatapaa ei voitaisi käyttää E-maksussa.

Roomalaisen John Cabot Universityn verkkomaksupalvelu ei anna käyttäjälle yhtä paljon valinnanvaraa kuin Regent's College Londonin vastaava järjestelmä. Tämäkään järjestelmä ei vaadi käyttäjältä käyttäjätunnusta tai salasanaa, joten maksun voi tarvittaessa suorittaa esimerkiksi opiskelijan perheenjäsen. Opiskelijan tiedoista nimi ja syntymäaika täytetään vapaisiin tekstikenttiin, minkä lisäksi maksajan sähköpostiosoitteelle on varattu oma vapaa tekstikenttensä. Sähköpostiosoitteen ja syntymäajan oikeellisuus tarkistetaan lomaketta lähetettäessä. [34]

Järjestelmässä maksettavat lukuvuosimaksut vaihtuvat lukukausivalinnan mukaan, ja halutut maksut lisätään virtuaaliseen ostoskoriin niiden perässä olevasta valintaruudusta. Maksujen määrät ovat näkyvissä kaiken aikaa, eikä niitä voi muuttaa käsin. Valittujen maksujen summaa ei kuitenkaan näytetä ennen seuraavalle sivulle siirtymistä. Tämän lisäksi maksujen valintaa ei rajoiteta millään tavalla, ja käyttäjä voi maksaa lukuvuosimaksun useampaan kertaan, koska osa valinnoista on päällekkäisiä. Osaan mak-

suista voi täyttää määrän ja kuvauksen käsin, ja lomaketta lähetettäessä määrän oikeellisuus tarkistetaan.

Lomakkeen lähetyksen jälkeen käyttäjälle näytetään valitut maksut ja niiden summa. Tässä näkyvässä ostoskorista voi poistaa haluttuja maksuja ja opiskelijan ja maksajan tietoja muuttaa. Muutoksia ei vahvisteta enää erikseen, vaan lomakkeen lähetyksen jälkeen siirrytään suoraan maksupalveluun. Maksupalvelussa on mahdollista maksaa luotto- tai debit-kortilla, ja maksujen summa, tilausnumero, vastaanottaja ja valuutta on täytetty maksupalveluun automaattisesti. Luottokortilla maksettaessa täytetään kortin omistaja, tyyppi, numero ja voimassaolon päättymispäivä. Lisäksi järjestelmään syötetään maksajan sähköpostiosoite, jonne lähetetään tieto maksutapahtumista. Pankkitililtä maksettaessa käyttäjällä pitää olla UniCredit-pankin tunnukset. Maksupalvelussa on mahdollista valita kieli italian, englannin, saksan, ranskan ja espanjan välillä. Luottokortilla maksettaessa kielivalinta toimii kaikilla sivuilla, mutta käytettäessä maksutapana pankkitiliä kieli vaihtuu automaattisesti italiaksi.

John Cabot Universityn käyttämässä maksujärjestelmässä mahdollisten virheellisten syötteiden määrä on huomattavasti pienempi kuin Regent's College Londonin järjestelmässä. Lisäksi ensin mainittu tarjoaa mahdollisuuden valita maksettavat maksut listasta, joten maksun summaa ei tarvitse tarkistaa järjestelmän ulkopuolelta. Myös maksutapojen määrällä mitattuna John Cabot Universityn järjestelmä on parempi. E-maksuun verrattuna molemmissa järjestelmissä on huomattavasti enemmän mahdollisuuksia virheellisen maksun suorittamiseen, eikä kumpikaan järjestelmä tue erilaisia maksutapoja yhtä laajasti kuin E-maksu. Molemmat järjestelmät sallivat maksamisen ilman käyttäjätunnuksia, mikä pakottaa täyttämään henkilötiedot käsin, mutta samalla mahdollistaa maksun suorittamisen toisen ihmisen puolesta. Regent's College Londonin järjestelmässä ei pysty valitsemaan muita kieliä kuin englannin, mutta John Cabot Universityn maksupalvelu on toteutettu viidellä kielellä. Jälkimmäisen järjestelmän muut osat ovat kuitenkin joko englanniksi tai italiaksi, eikä kielivalinta toimi lainkaan pankkitililtä maksettaessa, joten useista kielivalinnoista ei ole käytännössä paljonkaan hyötyä.

E-maksun toteutus vastaa hyvin sille asetettuja vaatimuksia, eikä sitä voitaisi korvata tässä luvussa esitellyillä muilla järjestelmillä ilman niiden merkittävää muuttamista. Toteutusta voidaan siis näiltä osin pitää erittäin onnistuneena.

4.10 Jatkokehitys

E-maksun tärkein jatkokehityskohde on sen laajentaminen tukemaan muita yliopiston keräämiä maksuja. Tällaisia maksuja ovat esimerkiksi lukukausittain maksettavat liikuntamaksut. Liikuntamaksun voi maksaa erikseen syys- ja kevätlukukausilla, tai kerralla molemmille, joten E-maksun toteutustapa sopisi hyvin pienillä muutoksilla myös liikuntamaksujen maksamiseen. Ongelmalliseksi liikuntamaksujen sisällyttämisen E-maksuun tekee se, että Tampereen teknillisellä yliopistolla liikuntamaksut menevät eri tilille kuin muut maksut. Suomen Verkkomaksujen pankkirajapinta ei tue kohdetilin valintaa, joten liikuntamaksujen maksamiseen jouduttaisiin toteuttamaan erillinen järjes-

telmä. Järjestelmän pohjana voitaisiin suurilta osin kuitenkin käyttää E-maksun jo olemassa olevaa toteutusta.

Mobiililaitteilla maksamisen uskotaan yleistyvän lähivuosina merkittävästi [35], joten E-maksun mobiiliversio olisi luonnollinen jatkokehityskohde. E-maksun jo toteutettua versiota voi käyttää mobiililaitteilla, jotka tukevat JavaScriptiä, mutta erillistä mobiiliversiota järjestelmästä ei ole. E-maksun mobiiliversio voisi toteuttaa samalla tekniikalla kuin alkuperäisenkin E-maksun, mutta sivun ulkoasu pitäisi muokata mobiililaitteiden näyttöjen pienemmille resoluutioille sopivaksi. Vaihtoehtoisesti mobiiliversio olisi toteutettavissa siten, että ilmoittautumisen yhteydessä suoritettavat maksut tulisivat maksettaviksi mobiililiittymän laskulle. Pienemmille resoluutioille muokattu E-maksu olisi helpompi toteuttaa, koska mobiililiittymän laskuttaminen ei onnistu E-maksun toteutuksessa käytetyllä toimintatavalla.

Virhetilanteiden käsittelyä ja ratkaisemista voitaisiin helpottaa lisäämällä maksuvarmistussivulle automaattinen sähköpostin lähetys tai lokimerkintä. Nykyisessä toteutuksessa maksuvarmistussivun läsnäolotyypin tallennusfunktion virheistä ei jää minäänlaista merkintää lokitiedostoihin, eikä sähköpostia lähetetä. Järjestelmän ylläpitäjille lähetettävä automaattinen sähköposti auttaisi havaitsemaan ja ratkaisemaan virhetilanteet nopeammin. Virheen tietojen kirjaaminen lokitiedostoihin ei auttaisi virheiden havaitsemisessa, mutta niiden jäljitettävyyden helpottuisi. Sähköpostien huonona puolena on, että ne voivat hukkua muiden sähköpostien ja roskapostin sekaan. Ylläpidon vaihtuessa vanhojen ylläpitäjien sähköposteihin ei välttämättä päästä enää käsiksi, joten pelkkien virhesähköpostien lähettäminen ei ole välttämättä riittävä ratkaisu.

Väärinkäytösten selvittämiseksi hallintanäkymän tietokantatauluun olisi tarpeellista lisätä maksurivin lisääjän ja poistajan käyttäjätunnus ja aikaleimat lisäämiselle ja poistamiselle. Käyttäjätunnusten avulla olisi mahdollista selvittää väärinkäyttötapaussissa rivien lisääjä tai poistaja, ja esimerkiksi vaihdattaa kyseisen käyttäjätunnuksen salasanan. Aikaleimojen avulla väärinkäytöksen vaikutukset olisivat rajattavissa tietylle aikavälille, ja mahdolliset käsin tehtävät korjaustyöt olisi helpompi tehdä.

Jatkokehityksen helpottamiseksi E-maksuun voitaisiin perustaa erillinen kehitysversio ja sille oma kehitystietokanta. Kehitysversion perustaminen ilman uutta tietokantaa onnistuu pelkkien kooditiedostojen kopioinnilla uuteen hakemistoon, mutta monet testausta ja kehitystä vaikeuttavat ongelmat johtuvat testitietokannan rajoitetuista oikeuksista. Jos kehitysversiolla olisi oma tietokanta, jonka käyttöä ja muokkaamista ei olisi rajoitettu, uusien ominaisuuksien kehittäminen ja erityisesti testaaminen nopeutuisi merkittävästi.

4.11 E-maksun käyttökokeuskysely

E-maksun kehitystarpeiden, toimivuuden ja ongelmatilanteiden kartoittamiseksi pienellä joukolla E-maksun käyttäjiä teetettiin uuteen E-maksuun liittynyt kyselytutkimus. Osallistujiksi kyselyyn valittiin Tampereen teknillisen yliopiston nykyisiä tai entisiä opiskelijoita, jotka kaikki olivat ilmoittautuneet uudella E-maksulla vähintään kerran. Tutki-

muksen kysymykset pyrittiin esittämään siten, ettei virhetulkintoja pääsisi syntymään. Lisäksi kysymysten määrä pidettiin tarkoituksella pienenä, jotta vastaajat keskittyisivät kysymyksiin ja niihin vastaamiseen hyvin [36]. Kysymysten pienellä määrällä saavutetaan myös se etu, että halukkaita vastaajia on helpompi löytää lyhyeen kuin pitkään kyselyyn.

E-maksun käyttökokemuskysely

1. Miksi valitsitte ylioppilaskunnan jäsenmaksun maksutavaksi E-maksun muiden vaihtoehtojen sijaan?

- E-maksulla maksaminen oli mielestäni helpoin vaihtoehto.
- En tiennyt muista vaihtoehdoista.
- Muu syy

2. Kohtasitteko ongelmia E-maksulla maksaessanne?

- Kyllä
- Ei

3. Jos olette käyttäneet E-maksun aikaisempaa versiota, huomasitteko eron uuden ja vanhan version välillä?

- Kyllä
 - Ei
 - En ole käyttänyt E-maksun aikaisempaa versiota
- Mitä eroja huomasitte?

4. Minkä arvosanan antaisitte E-maksulle?

- Kiitettävä
- Erittäin hyvä
- Hyvä
- Erittäin tyydyttävä
- Tyydyttävä

5. Miten kehittäisitte E-maksua?

Lähetä

Kuva 4.5. E-maksun käyttökokemuskyselyn WWW-lomake

Käyttökokemuskyselyä varten luotiin yksinkertainen WWW-lomake, jonka ansiosta vastaajien ei tarvinnut täyttää ja lähettää paperisia kyselylomakkeita. Kyselyn vastauk-

set tallennettiin yksinkertaiseen MySQL-tietokantaan, ja kyselyyn vastaaminen rajoitettiin yhteen kertaan yhtä IP-osoitetta kohti. IP-osoiterajauksen lisäksi kyselyn päättymisen jälkeen vastausten määrää verrattiin vastaajien määrään, millä varmistettiin, ettei kukaan kyselyyn vastanneista päässyt vastaamaan useaan kertaan.

Laadittuun kyselyyn (kuva 4.5) vastasi yhteensä neljä ihmistä. Kyselyn ensimmäisessä kysymyksessä kysyttiin, miksi käyttäjä valitsi E-maksun ylioppilaskunnan jäsenmaksun maksutavaksi. Vastaajille oli etukäteen annettu kolme vastausvaihtoehtoa: ”E-maksulla maksaminen oli mielestäni helpoin vaihtoehto.”, ”En tiennyt muista vaihtoehdoista.” ja ”Muu syy”. Vaihtoehtoa ”Myy syy” oli mahdollista selittää tarkemmin kirjoittamalla lisävastauksen erilliseen tekstikenttään. Kaikki kyselyyn vastanneet vastasivat, että E-maksun valinnan syynä oli E-maksun helppous. Ensimmäisen kysymyksen vastauksista voidaan päätellä, että E-maksu tarjosi testiryhmälle ainakin kaikkia vaihtoehtoisia ilmoittautumistapoja helpomman vaihtoehdon.

Toisessa kysymyksessä kysyttiin, kohtasiko käyttäjä ongelmia E-maksulla maksaessaan. Tämän kysymyksen vastausvaihtoehdot olivat ”Kyllä” ja ”Ei”, joista ensimmäiseen oli mahdollista liittää selitys kohdatuista ongelmista. Kukaan kyselyyn vastanneista ei kertonut kohdanneensa ongelmia E-maksun käytössä. Tulos on yhteneväinen vähäisen raportoitujen virheiden määrän kanssa, ja molemmista luvuista voidaan päätellä, että E-maksun käyttö on useimmiten ongelmatonta.

Kolmannessa kysymyksessä kysyttiin, huomasiko käyttäjä eron vanhan ja uuden E-maksun välillä. Vastausvaihtoehdoiksi oli annettu ”Kyllä”, ”Ei” ja ”En ole käyttänyt E-maksun aikaisempaa versiota”. Jos käyttäjä vastasi tähän kysymykseen ”Kyllä”, hänen oli mahdollista kuvailla havaitsemiaan eroja erilliseen tekstikenttään. Kukaan kyselyyn vastanneista ei huomannut eroa uuden ja vanhan E-maksun välillä. Vastaajista 75 % oli kuitenkin käyttänyt myös E-maksun vanhaa versiota, mistä voidaan päätellä, ettei E-maksuun tai sen ulkonäköön juuri kiinnitetä huomiota. Vanhan ja uuden E-maksun ulkonäöt poikkeavat toisistaan merkittävästi, joten eroavaisuuksien havaitseminen ei vaadi pienten yksityiskohtien tarkastelua. Positiivisena asiana voidaan pitää sitä, ettei uusi E-maksu herättänyt myöskään negatiivista huomiota.

Neljännessä kysymyksessä käyttäjää pyydettiin antamaan yleisarvosana E-maksulle. Vastausvaihtoehtoja tähän kysymykseen annettiin viisi kappaletta: ”Kiitettävä”, ”Erittäin hyvä”, ”Hyvä”, ”Erittäin tyydyttävä” ja ”Tyydyttävä”. Vastaajien E-maksulle antamat yleisarvosanat jakautuivat tasan vaihtoehtojen ”Kiitettävä” ja ”Erittäin hyvä” välillä. Tulosta voidaan pitää erinomaisena. Uuden E-maksun kehityskohteet liittyivät pääosin järjestelmän ylläpitoon, mutta luonnollisesti järjestelmän helppokäyttöisyys ja opiskelijoiden tyytyväisyys järjestelmään ovat tärkeitä.

Kyselyn viimeinen kysymys oli avoin kysymys, jossa vastaajaa pyydettiin antamaan kehitysehdotuksia E-maksuun. Vastauksia viimeiseen kysymykseen tuli vain yksi, ja siinä todettiin maksamisen sujuneen ongelmitta. Saatujen vastauksien perusteella E-maksun toteutusta voidaan pitää erittäin onnistuneena myös opiskelijoiden kannalta. E-maksua pidetään houkuttelevana vaihtoehtona ylioppilaskunnan jäsenmaksun maksamiseen, minkä lisäksi maksaminen oli testiryhmällä ongelmatonta, eikä parannusehdotuk-

sia annettu. Suurin osa kyselyyn vastanneista ei huomannut eroa uuden ja vanhan E-maksun välillä, mistä voidaan päätellä vanhankin E-maksun toimineen erittäin hyvin. Tärkeää onkin, etteivät opiskelijat pidä uutta E-maksua vanhaa järjestelmää huonompana vaihtoehtona. Vaikka käyttökokeuskyselystä ei sen pienen vastaajamäärän perusteella ole mahdollista vetää sitovia johtopäätöksiä, voidaan kuitenkin todeta, että uudessa E-maksussa onnistuttiin merkittävästi parantamaan järjestelmän ylläpidettävyyttä ilmeisestikään huonontamatta opiskelijoiden käyttökokeemusta.

5 YHTEENVETO

Tässä diplomityössä tutkittiin ja vertailtiin erilaisia Internetin maksujärjestelmävaihtoehtoja, minkä lisäksi Tampereen teknilliselle yliopistolle ja Tampereen teknillisen yliopiston ylioppilaskunnalle suunniteltiin ja toteutettiin järjestelmä lukukausille ilmoittautumiseen ja ylioppilaskunnan jäsenmaksujen maksamiseen. Työn molemmille osille määriteltiin omat tavoitteensa, mutta osat tukevat silti toisiaan.

Maksujärjestelmien keskinäisen vertailun tavoitteena oli tuoda esille järjestelmien välisiä eroja ja helpottaa maksujärjestelmän valintaprosessia. Vertailuun valitut maksujärjestelmät eroavat toisistaan merkittävästi, ja tässä työssä esitellyt valintaperusteet tuovat erot hyvin esille. Valintaperusteet pyrittiin valitsemaan siten, että erilaisten maksujärjestelmien hyvät ja huonot puolet tulisivat esille mahdollisimman monipuolisesti. Valintaperusteiden valintaa voidaan pitää onnistuneena, koska niiden avulla vertailussa mukana olleista maksujärjestelmistä löydettiin merkittäviä eroja.

Mikään vertailluista järjestelmistä ei osoittautunut parhaaksi kaikilla valintaperusteilla mitattuna, mutta kullekin maksujärjestelmälle löydettiin hyviä ja huonoja käyttökohteita. Vertailun yksinkertaisimmat ja vanhimmat maksujärjestelmät, postiennakko ja tilisiirto, sopivat hyvin paikallisiin verkkopalveluihin, joissa käytössä on pieni budjetti, eivätkä asiakasmäärät ole suuria. Suomessa suuren suosion saavuttaneet integroidut pankkirajapinnat osoittautuivat hyväksi ratkaisuksi silloin, kun asiakasmäärä on suuri, ja tilausten käsittelyä halutaan automatisoida. Integroitujen pankkirajapintojen haasteena on kuitenkin niiden käyttö kansainvälisissä verkkopalveluissa. Suomen ulkopuolella, ja erityisesti Pohjois-Amerikassa luottokortit ovat suosituin maksutapa. Luottokorttimaksujen etuna on, ettei verkkopalvelun käyttäjän tarvitse olla jonkin tietyn pankin jäsen, vaan sama luottokortti toimii lähes kaikkialla. Vertailussa mukana ollut sähköinen raha ei vielä pärjää integroiduille pankkirajapinnoille tai luottokorttimaksuille kaikilla osaluilla, mutta tutkimuksien mukaan sähköisen rahan suosio saattaa nousta merkittävästi lähivuosina. Jo nyt sähköisen rahan käyttöä voi harkita palveluissa, joissa anonyymisti maksaminen on tärkeää.

Vertailun avulla on mahdollista rajata maksujärjestelmävaihtoehtoja käyttökohteen mukaan, ja se antaa hyvän yleiskuvan Internetin erilaisista maksuvaihtoehdoista. Vertailun tuloksia voi käyttää apuna maksujärjestelmän valintaprosessissa, joten vertailua voidaan pitää onnistuneena. Tässä diplomityössä tehty maksujärjestelmien vertailu ei ole kuitenkaan kaiken kattava, joten vertailun laajentaminen uusilla valintaperusteilla ja maksujärjestelmillä voisivat olla mahdollisia jatkotutkimuskohteita.

Tampereen teknilliselle yliopistolle ja Tampereen teknillisen yliopiston ylioppilaskunnalle toteutetulle E-maksujärjestelmälle asetettiin tavoitteiksi hyvä toimintavarmuus,

toimivat kytkennät muihin järjestelmiin ja helppo ylläpidettävyys. E-maksujärjestelmän edeltäjästä poiketen uudessa järjestelmässä mahdollisimman moni asia pyrittiin automatisoimaan siten, että vuosittain tehtävän ylläpitotyön tarve olisi mahdollisimman vähäinen. Lisäksi virheellisten maksujen määrä pyrittiin minimoimaan tekemällä järjestelmästä yksinkertainen ja helppo käyttää.

E-maksun käyttöönoton jälkeen pienellä määrällä opiskelijoita oli ongelmia järjestelmän käytössä, mutta käyttäjien kokonaismäärään suhteutettuna ongelmien määrä oli vähäinen. Käytössä esiintyneet ongelmat liittyivät kaikki jonkinlaisiin erikoistapauksiin, joten suurin osa käyttäjistä pystyi ilmoittautumaan ja maksamaan normaalisti. Raportoidut ongelmat selvitettiin nopeasti, eivätkä samat ongelmat toistuneet tehtyjen korjauksien jälkeen.

Toteutetun järjestelmän kytkeminen jo olemassa oleviin järjestelmiin oli haasteellista, mutta kaikki vaaditut ominaisuudet saatiin toteutettua ennen käyttöönottoa. Ylläpidon vaivattomuutta testattiin ensimmäisen kerran kevään 2012 ilmoittautumisen yhteydessä, kun E-maksu avautui ja sulkeutui automaattisesti. Kokonaisuutena E-maksu täyttää sille alun perin asetetut vaatimukset, eikä sen jatkokehittäminen ole välttämätöntä. Haluttaessa järjestelmää voitaisiin kuitenkin laajentaa kattamaan yliopiston muunkin opiskelijoilta tulevan maksuliikenteen, kuten liikuntamaksut. Lisäksi järjestelmään voidaan tarvittaessa lisätä uusia maksutapoja esimerkiksi mobiililaitteet huomioon ottaen. Vaikka varsinaista jatkokehitystä järjestelmään ei tehtäisikään, pienille ylläpitotehtäville voi olla tulevaisuudessa tarvetta, johtuen E-maksun kytköksistä muihin järjestelmiin.

LÄHTEET

- [1] Mercuri, R., Security Watch Analyzing Security Costs. Communications of the ACM [verkkolehti]. 46(June 2003)6, pp. 15-18. Saatavissa: <http://www.notablessoftware.com/Papers/SecCost.html>
- [2] PayPal Merchant Fees - Current Rates for All Merchant Products [verkkodokumentti] [https://cms.paypal.com/us/cgi-bin/?cmd=_render-content&content_ID=merchant/merchant_fees] Luettu 2.1.2012
- [3] Obama signs credit card reforms into law [verkkodokumentti] [<http://www.creditcards.com/credit-card-news/obama-signs-credit-card-law-1282.php>] Luettu 2.1.2012
- [4] Student Card Agreement [verkkodokumentti] [https://cms.paypal.com/us/cgi-bin/?cmd=_render-content&content_ID=ua/StudentAccount_full] Luettu 2.1.2012
- [5] Tapiola - Tietoja Tapiolasta - Media - Uutiset - Uutisia vuodelta 2004 [verkkodokumentti] [http://www.tapiola.fi/www/Tapiola_ryhma/Lehdistopalvelut/Uutiset/Uutisia+vuodelta+2004/Visa-kortti+kannattaa+aina+ottaa+luotto-ominaisuuden+kera.htm] Luettu 2.1.2012
- [6] Top Languages [verkkodokumentti] [<http://www.andaman.org/BOOK/reprints/weber/rep-weber.htm>] Luettu 2.1.2012
- [7] Moulton College: Single sign-on makes life easier for students [verkkodokumentti] [<http://www.excellencegateway.org.uk/page.aspx?o=291790>] Luettu 2.1.2012
- [8] Lee, Z., Yu, H., Kuo, P. An Analysis and Comparison of Different Types of Electronic Payment Systems. Management of Engineering and Technology, 2001. PICMET '01. Portland International Conference on, Portland, OR, USA, 29.7.2001 - 2.8.2001. pp. 38 - 45.
- [9] First Impressions Count in Website Design - visual appeal, beauty and aesthetics, halo effect, cognitive perception, webpage judgments of credibility [verkkodokumentti] [<http://www.websiteoptimization.com/speed/tweak/blink/>] Luettu 2.1.2012

- [10] Suomen Verkkomaksut - Integraatio-opas [verkkodokumentti]
[<http://docs.verkkomaksut.fi/fi/index-all.html>] Luettu 2.1.2012
- [11] European Commission - Internal Market - Payment services - Single Euro Payments Area - SEPA [verkkodokumentti]
[http://ec.europa.eu/internal_market/payments/sepa/] Luettu 2.1.2012
- [12] Building an interface [verkkodokumentti] [<http://www.sampopankki.fi/EN-FI/CORPORATE/LARGBUSINESSES/ONLINESERVICES/WEBPAYMENT/BUILDINGANINTERFACE/Pages/BuildingAnInterface.aspx>]
Luettu 2.1.2012
- [13] E-maksu - palvelukuvaus [verkkodokumentti]
[http://www.nordea.fi/sitmod/upload/root/fi_org/appx/fin/yri/pdf/E_maksu.pdf]
Luettu 2.1.2012
- [14] Wagner, D., Schneier, B. Analysis of the SSL 3.0 Protocol. The Second USENIX Workshop on Electronic Commerce Proceedings, USENIX Press, November 1996. pp. 29 - 40. Saatavissa: <http://www.schneier.com/paper-ssl.html>
- [15] Suomalaisten pankkien asiakasmäärät | Aivomatic Oy [verkkodokumentti]
[<http://www.aivomatic.com/blogi/suomalaisten-pankkien-asiakasmaarat/>] Luettu 2.1.2012
- [16] Nordea-painike | Nordea.fi [verkkodokumentti]
[<http://www.nordea.fi/Yritykset+ja+yhteis%C3%B6t/Maksut+ja+kortit/Saapuvat+maksut+ja+laskut/Nordea-painike/1523482.html>] Luettu 2.1.2012
- [17] Maksutavat ja ominaisuudet / Maksupalvelu / Palvelut / Suomen Verkkomaksut [verkkodokumentti]
[<http://www.verkkomaksut.fi/palvelut/maksupalvelu/maksutavat-ja-ominaisuudet/>] Luettu 2.1.2012
- [18] Javelin Strategy & Research. 2011 Online Retail Payments Scorecard: New Options to Maximize Online Shopping Revenue [verkkodokumentti]
[<http://www.digitalriverpayments.com/form/javelin-2011-online-payments-scorecard>] Luettu 2.1.2012
- [19] Is Your Business PCI Compliant? PCI DSS Merchant Security Levels and Requirements [verkkodokumentti]
[<https://www.pcisecuritystandards.org/merchants/index.php>] Luettu 2.1.2012

- [20] OP-Visa - Kortit - Henkilöasiakkaat - Osuuspankki [verkkodokumentti]
[<https://www.op.fi/op/henkiloasiakkaat/kortit/op-visa?cid=151013060&srcpl=3>]
Luettu 2.1.2012
- [21] OP-MasterCard - Kortit - Henkilöasiakkaat - Osuuspankki [verkkodokumentti]
[<https://www.op.fi/op?cid=151210686&srcpl=3>] Luettu 2.1.2012
- [22] VISA - FAQs [verkkodokumentti]
[<http://www.visaeurope.com/en/newsroom/faqs.aspx>] Luettu 2.1.2012
- [23] Global - Mastercard [verkkodokumentti]
[<http://www.mastercard.com/global/index.html>] Luettu 2.1.2012
- [24] Javelin Strategy & Research. Online Retail Payments Forecast 2010 - 2014:
Alternative Payments Growth Strong but Credit Card Projected for Comeback
[verkkodokumentti]
[http://www.researchandmarkets.com/reports/1204184/online_retail_payments_forecast_2010_2014] Luettu 2.1.2011
- [25] 2009/110/EY. EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI
2009/110/EY, annettu 16 päivänä syyskuuta 2009, sähköisen rahan liikkeeseen-
laskijalaitosten liiketoiminnan aloittamisesta, harjoittamisesta ja toiminnan va-
kauden valvonnasta, direktiivien 2005/60/EY ja 2006/48/EY muuttamisesta sekä
direktiivin 2000/46/EY kumoamisesta. Euroopan parlamentti 2009. 17 s. Saata-
vissa:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009L0110:EN:NOT>
- [26] Liiketoiminnan kehittäminen - oikeudelliset kysymykset, tietoturva
ja maksaminen [verkkodokumentti]
[<http://elearn.ncp.fi/materiaali/uimonenj/VirtAMK/maksaminen2.html>]
Luettu 2.1.2012
- [27] Guadamuz, A. Electronic Money: A Viable Payment System? In: Open Access
in E-Commerce: Money, Commerce, Consumers. 2003. Badojoz: Formatex.
Saatavissa: <http://www.era.lib.ed.ac.uk/handle/1842/2255>
- [28] WebMoney / Add Funds [verkkodokumentti]
[<http://www.wmtransfer.com/eng/addfunds/index.shtml>] Luettu 2.1.2012
- [29] Web Browser CSS Support [verkkodokumentti]
[<http://www.webdevout.net/browser-support-css>] Luettu 2.1.2012

- [30] The W3C Markup Validation Service [verkkodokumentti]
[<http://validator.w3.org/>] Luettu 2.1.2012
- [31] Shibboleth [verkkodokumentti] [<http://shibboleth.internet2.edu/>]
Luettu 4.1.2012
- [32] Kost, S. An Introduction to SQL Injection Attacks for Oracle Developers.
[verkkodokumentti] [<http://www.netsecurity.org/article.php?id=633>]
Luettu 2.2.2012
- [33] Pay Fees - Regent's College London [verkkodokumentti]
[http://www.regents.ac.uk/study_at_rc/pay_fees_online.aspx] Luettu 2.1.2012
- [34] Payment Online John Cabot University [verkkodokumentti]
[<https://myjcu.johncabot.edu/ssl/>] Luettu 2.1.2012
- [35] Aw, T., Krishna, S., Garbowski, C., Pande, K., Rios, P. 2011 Mobile Payments
Global Survey. KPMG. 32 s. Saatavissa:
<http://www.kpmg.com/Global/en/IssuesAndInsights/ArticlesPublications/mobile-payments/Documents/2011-mobile-payments-outlookv2.pdf>
- [36] How Much Time are Respondents Willing to Spend on Your Survey?
[verkkodokumentti]
[http://blog.surveymonkey.com/2011/02/survey_completion_times/]
Luettu 5.2.2012

LIITTEET

1. Väärennetyn HTML-lomakkeen lähdekoodi

```

<html>
  <body>
    <form action="<rajapinnassa_määritelty_osoite>" method="post">
      <table style="border:none;">
        <tr>
          <td>MERCHANT_ID: </td>
          <td><input name="MERCHANT_ID" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>AMOUNT:</td>
          <td><input name="AMOUNT" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>ORDER_NUMBER:</td>
          <td><input name="ORDER_NUMBER" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>ORDER_DESCRIPTION:</td>
          <td><input name="ORDER_DESCRIPTION" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>CURRENCY:</td>
          <td><input name="CURRENCY" type="text"> </td>
        </tr>
        <tr>
          <td>RETURN_ADDRESS:</td>
          <td><input name="RETURN_ADDRESS" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>CANCEL_ADDRESS: </td>
          <td><input name="CANCEL_ADDRESS" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>PENDING_ADDRESS:</td>
          <td><input name="PENDING_ADDRESS" type="text"> </td>
        </tr>
        <tr>
          <td>NOTIFY_ADDRESS:</td>
          <td><input name="NOTIFY_ADDRESS" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>TYPE:</td>
          <td><input name="TYPE" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>CULTURE: </td>
          <td><input name="CULTURE" type="text"></td>
        </tr>
        <tr>
          <td>PRESELECTED_METHOD:</td>
          <td><input name="PRESELECTED_METHOD" type="text"></td>
        </tr>
      </table>
    </form>
  </body>
</html>

```

```
<tr>
  <td>MODE:</td>
  <td><input name="MODE" type="text"> </td>
</tr>
<tr>
  <td>VISIBLE_METHODS:</td>
  <td><input name="VISIBLE_METHODS" type="text"></td>
</tr>
<tr>
  <td>GROUP:</td>
  <td><input name="GROUP" type="text"></td>
</tr>
<tr>
  <td>AUTHCODE: </td>
  <td><input name="AUTHCODE" type="text"> </td>
</tr>
</table>
<input type="submit" value="Lähetä lomake">
</form>
</body>
</html>
```