

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Ohjelmistotekniikan koulutusohjelma

Ossi Rönberg

MATEMAATTIS-LUONNONTIETEELLISEN VIRTUAALIOPPIMISYMPÄRISTÖN  
TOTEUTUS

Opinnäyte 2009

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Ohjelmistotekniikka

RÖNNBERG, OSSI	Matemaattis-luonnontieteellisen virtuaalioppimisympäristön toteutus
Insinööriyö	34 sivua + 1 liitesivu
Työn ohjaaja	Koulutusohjelmavastaava Teemu Saarelainen
Toimeksiantaja	Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Marraskuu 2009	
Avainsanat	virtuaalioppimisympäristö, hallintasovellus, matemaattis-luonnontieteellinen, tietokannan toteutus

Työn aiheena oli toteuttaa aloittaville opiskelijoille matemaattisia taitoja harjoittava virtuaalioppimisympäristö, jota voitaisiin käyttää Internetin välityksellä myös koulujen ulkopuolelta. Virtuaalioppimisympäristö haluttiin kohdentaa erityisesti opiskelijoille, jotka eivät läpäise ammattikorkeakoulun tasokoetta riittävällä pistemäärällä. Ympäristön tarkoituksena ei ole myöskään ollut syrjäyttää perinteistä lähiopetusta, vaan tulla sen rinnalle parantamaan opetuksen tasoa.

Virtuaalioppimisympäristö (MATO) on toteutettu yhdistelemällä multimediodokumenteissa tunnetuksi tullutta Flash-tekniikkaa perinteisempiin Internet-sivujen ohjelmointikieliin, kuten PHP. Nämä tekniikat valittiin, koska ne ovat maailmalla suuresti käytössä ja hyvin laajalti tuettuja eri ympäristöissä. Oma osuuteni virtuaalioppimisympäristöstä sisälsi ylläpitotyökalujen toteutuksen ja tietokannan määrittelyn.

Ympäristöä kokeiltiin ensimmäisen kerran opiskelijoiden käytössä vuoden 2008 syksyllä. Kaksi opiskelijaryhmää käytti perinteisen opetuksen ohella MATO-ohjelmistoa ja suoritti erilaisia interaktiivisia tehtäviä ja harjoituksia sen kautta. Molemmille ryhmille tehtiin kurssin päätteeksi kysely, jonka mukaan suurin osa opiskelijoista oli sitä mieltä, että ympäristöstä oli selkeästi hyötyä opiskelussa.



# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT.....	3
LYHENTEET JA TERMIT .....	6
1 JOHDANTO .....	8
1.1 MATO-projekti .....	8
1.2 Projektin osa-alueet.....	8
2 VERKKO-OPPISMISYMPÄRISTÖ.....	9
2.1 Matemaattiset tehtävät ja pelit virtuaalioppimisympäristössä .....	10
3 KÄYTETYT TEKNOLOGIAT .....	12
3.1 PHP-ohjelmointikieli .....	12
3.2 PEAR-komponenttikirjasto .....	12
3.3 Smarty-mallinnejärjestelmä .....	13
3.4 FLASH-kehitysympäristö .....	14
3.5 AJAX-ohjelmointi.....	15
4 SUUNNITTELU .....	16
4.1 Materiaaliosio.....	16
4.2 Hallintasovellus.....	16
4.3 Ohjelmistoarkkitehtuuri .....	16
4.4 Tietokanta.....	17
5 MATO-OHJELMAN RAKENNE JA TOIMINTA.....	18
5.1 Kirjautuminen .....	19
5.2 Tehtävänäkymä .....	20
5.3 Tuloksien tallennus .....	22
6 HALLINTASOVELLUS .....	23
6.1 Kirjautuminen hallintasovellukseen.....	23
6.2 Hallintasovelluksen kurssilistaus .....	24
6.3 Kurssinäkymä.....	25

6.4 Tulostaus .....	26
7 TIETOKANTA .....	27
7.1 Tietokannan tallennusmoottori .....	29
8 OHJELMAN TESTAUS.....	31
9 YHTEENVETO .....	32
LÄHDELUETTELO.....	34
LIITTEET	

Liite 1. Kyselylomakkeen tulokset

## LYHENTEET JA TERMIT

AJAX	Asynchronous JavaScript And XML on joukko web-sovelluskehityksen tekniikoita, joiden avulla web-sovelluksista voi tehdä vuorovaikutteisempia.
Chatti	Chatti (engl. chat) eli verkkojuttelu tai päätekeskustelu on yleiskäsite sellaisille Internetin palveluille, joiden avulla voi keskustella ihmisten kanssa reaaliaikaisesti.
Eventum	Virheiden hallintajärjestelmä.
FLASH	Flash on Adoben kehittämä kehitysympäristö, jonka avulla voidaan tuottaa multimediaesityksiä esimerkiksi web-sivustoille ja mobiililaitteisiin.
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol on hakemistopalvelujen käyttöön tarkoitettu verkkoprotokolla. LDAP:n käyttötarkoitus on pääasiassa käyttäjätunnistus.
InnoDB	Oraclen kehittämä MySQL-tietokannan tallennusmoottori.
MATO	Matemaattis-luonnontieteelliset tekniikan opinnot
MD5	MD5 on niin kutsuttu message-digest-algoritmi, jota käytetään muun muassa kryptografiassa.
Moodle	Moodle on ilmainen, avoimen lähdekoodin oppimisalusta.
MyISAM	My Indexed Sequential Access Method on MySQL – tietokannan tallennusmoottori.
MySQL	MySQL on suosittu ja tehokas SQL-tietokannan hallintajärjestelmä.

MVC	<b>Model-View-Controller</b> eli malli-näkymä-ohjain. Arkkitehtuuri, jonka tarkoituksena on erottaa ohjelmointilogiikka graafisesta käyttöliittymästä.
PEAR	<b>PHP Extension and Application Repository</b> on kehitysympäristö PHP-ohjelmointikielelle, joka sisältää uudelleen käytettäviä komponentteja.
PHP	Lyhenne sanoista PHP:Hypertext Preprocessor. PHP on erityisesti Internet-sivuilla suosioon noussut ohjelmointikieli.
Server-side scripting	Server-side scripting on tekniikka, jossa käyttäjän lähettämät pyynnöt esikäsitellään palvelimella ennen niiden lähettämistä takaisin. Tunnettuja Server-side-ohjelmointikieliä ovat PHP:n lisäksi ASP, JavaServer Pages, Python.
Smart Board	Smart Board on SMART Technologies-yrityksen valmistama sähköinen liitutaulu.
Smarty	Smarty on mallimoottori PHP:lle, joka hyödyntää MVC-arkkitehtuuria.
XML	XML-kieli (lyhenne sanoista Extensible Markup Language) on merkintäkieli, jolla tiedon merkitys on kuvattavissa tiedon sekaan.
XHTML	XHTML (lyhenne sanoista eXtensible Hypertext Markup Language) on HTML:stä kehitetty www-sivujen merkintäkieli, joka täyttää XML:n muotovaatimukset.

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on toteutettu Kymenlaakson ammattikorkeakoulun Ohjelmistoakatemi-alla osana työharjoittelujaksoa. Varsinainen toteutus tapahtui vuosien 2007 sekä 2008 kesäkausilla.

### 1.1 MATO-projekti

MATO-projekti (MATO-matemaattis-luonnontieteelliset tekniikan opinnot) on Lahden, Mikkelin, Etelä-Karjalan ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulujen yhteinen hanke, jonka on osittain rahoittanut opetusministeriö.

Projektin tavoitteena on toteuttaa yhtenäinen verkko-oppimisympäristö, jonka avulla opiskelijat voivat harjoittaa opintoja Internetin välityksellä mistä tahansa. Verkko-oppimisympäristö tarkoituksena on auttaa aloittavia opiskelija ja heistä erityisesti ns. alisuoriutujia saavuttamaan matematiikassa, kemiassa ja fysiikassa ammattikorkeakoulujen taso.

### 1.2 Projektin osa-alueet

Projekti voidaan karkeasti jakaa kolmeen osa-alueeseen: pedagoginen suunnittelu, sisällön tekninen toteutus ja hallintosovelluksen toteutus. Pedagogisen suunnittelun ja sisällön tuottamisen toteuttivat pääosin Jyväskylän yliopiston opiskelijat Ilkka Heikkinen ja Kati Räisänen. Sisällön teknisestä toteutuksesta huolehtivat Kymenlaakson ammattikorkeakoulun ohjelmistotekniikan opiskelijat Niina Salmi ja Mikko Aatola. Keskityn tässä opinnäytetyössä pääasiassa omaan työhöni, joka sisälsi Mato-projektin hallintosovelluksen ja tietokannan toteutuksen.



## 2 VERKKO-OPPISMISYMPÄRISTÖ

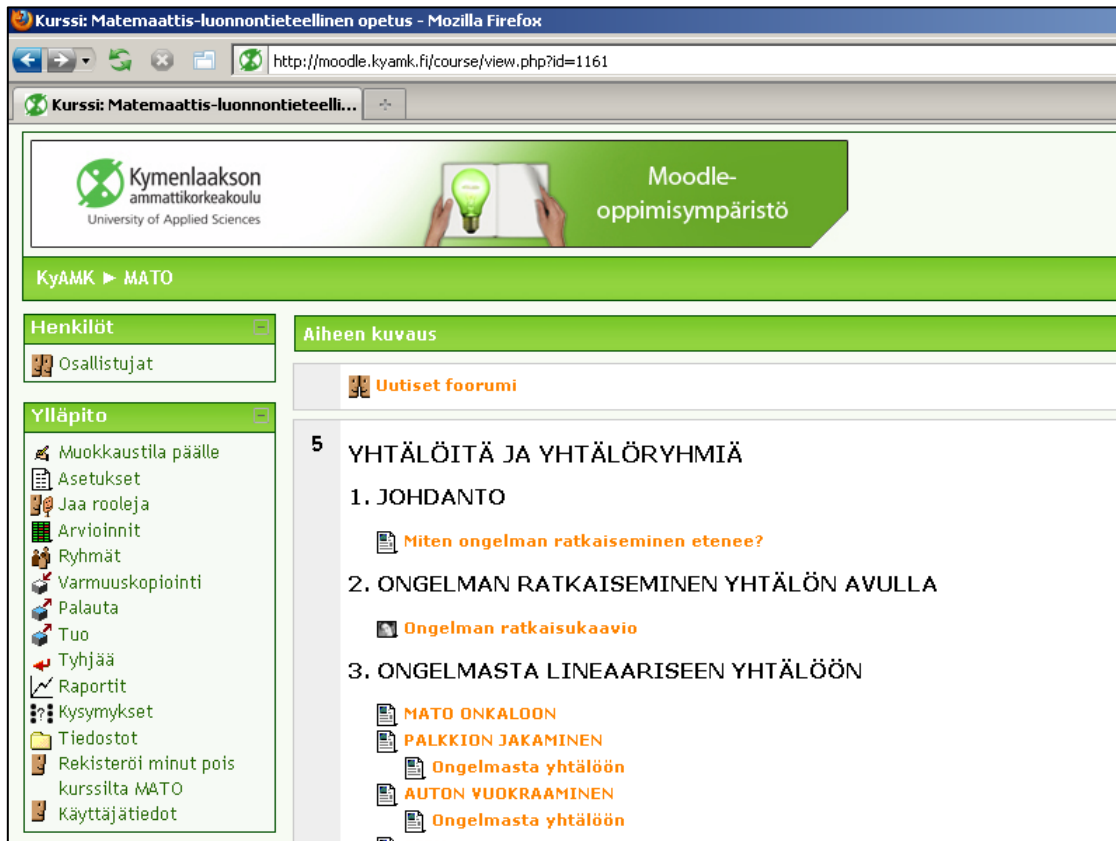
Verkko-oppimisympäristöillä tarkoitetaan järjestelmiä, joissa opetusta tapahtuu www-pohjaisina hyödyntäen Internetiä, intranetiä tai ekstranettiä. Verkko-oppimisympäristöjä on useita, niin kaupallisia kuin maksuttomiakin vaihtoehtoja. Yleisimmin Suomessa käytetyt oppimisympäristöt ovat Moodle, Fronter, WebCT, BlackBoard, Optima, Opit, PedaNet ja FLE3.

Verkko-oppimisympäristöä voidaan hyödyntää sekä lähi- että etäopetuksessa oppijan oppimisprosessin tukena. Verkko-oppiminen on yksinkertaisimmillaan oppimistehtävien avulla ohjattua opiskelua ja työskentelyä.

Oppimistehtävien lisäksi toinen keskeinen verkko-opiskelun elementti on tiedonrakentelu. Opiskelija yhdistelee itselleen uutta tietoa eri lähteitä apuna käyttäen. Lähteinä voidaan käyttää esimerkiksi www-sivuja, kirjoja tai omia kokemuksia ja havaintoja. Tiedonrakentelu voi olla myös yhteisöllistä. Verkko-oppiminen mahdollistaa keskustelun muiden opiskelijoiden ja opettajien välillä. Keskusteluja voidaan käydä esimerkiksi keskustelupalstojen ja reaaliaikaisten chattien avulla.

Viimeaikainen teknologian kehitys on mahdollistanut uudenlaisen suunnan informaation jakamisessa. Informaatioaikakautena on tullut trendiksi kerätä tietoa mahdollisimman nopeasti ja tehokkaasti. Ihmisiltä vaaditaan nykyisin paljon, ja siksi he monesti myös kouluttautuvat keskimäärin aikaisempia tasoja korkeammalle. Monilla on myös töitä tai heillä on perheellistä vastuuta opiskelujen ohella. Verkko-oppimisympäristöt tulevatkin avuksi tällaisissa tilanteissa. Opiskelijat voivat annettujen aikojen sisällä opiskella omaan tahtiin ajasta ja paikasta riippumatta. Monet koulut ovatkin siirtäneet kursseja osittain tai täysin verkko-oppimisympäristöihin.

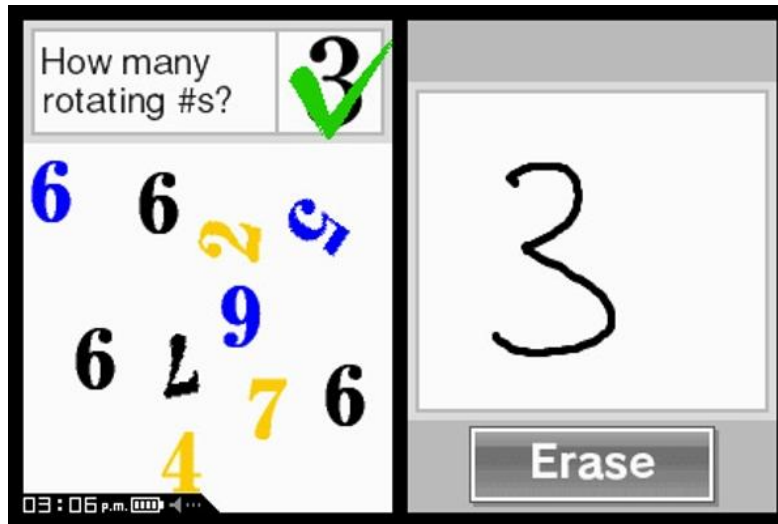
Suurin etu verkko-oppimisympäristöissä on se, että niiden avulla pystytään helpommin seuraamaan yksilöiden kehitystä opetuksessa ja tarvittaessa kohdentamaan heille tarpeellista opetusta. Verkkokurssien hyödyntäminen on myös rahallisesti halvempaa, kun ajatellaan esimerkiksi yrityksiä, joissa työntekijät opiskelevat varsinaisen työajan ulkopuolella, sen sijaan itse verkkokurssien tekninen toteuttaminen on huomattavasti kalliimpaa kuin perinteisten. (Kwan, R. 2002)



Kuva 1. Moodle-oppimisympäristö

## 2.1 Matemaattiset tehtävät ja pelit virtuaalioppimisympäristössä

Viime aikoina on tullut esiin tutkimuksia joissa, on osoitettu, että matemaattista ajattelukykyä voidaan parantaa tekemällä säännöllisiä interaktiivisia tehtäviä ja pelejä. Tästä esimerkkinä on Skotlannissa tehty tutkimus, jossa 600 oppilasta 32:sta eri koulusta pelasi Nintendon DS-pelikonsolilla Brain Training-peliä. Peli sisältää lukutehtäviä, ongelmanratkaisuharjoituksia ja erilaisia matemaattisia muistipelejä. Oppilaat pelasivat pelejä 20 minuuttia päivässä yhdeksän viikon ajan. Muulta osin opetus oli toteutettu perinteiseen tapaan.



Kuva 2. Nintendo DS pelikonsolin Brain Training -peli

Oppilaat suorittivat kokeen testin alussa ja lopussa. Testiä verrattiin vastaavaan ryhmään joka suoritti opiskelun vain perinteistä keinoa käyttäen. Kummatkin ryhmät paransivat tulostaan, mutta pelejä pelanneen ryhmän tulokset paranivat 50 prosenttia enemmän. (IT-Viikko 2008)

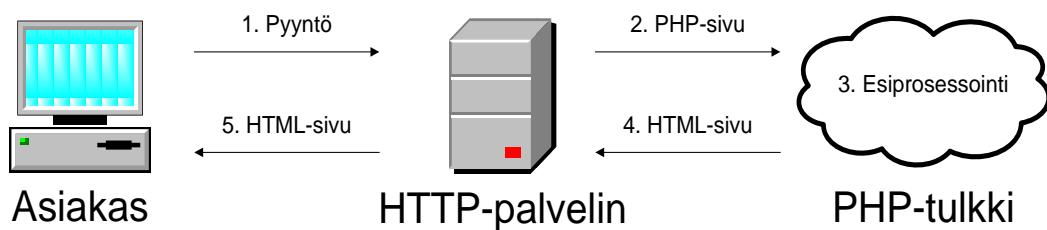
Vastaavanlaisia pelejä, harjoituksia ja interaktiivisuutta on pyritty lisäämään myös Mato-projektin virtuaalioppimisympäristöön auttamaan sekä selkeyttämään matemaattisten ongelmien ratkaisuja. Ympäristön aihealueisiin on myös lisätty välikokeita, joiden avulla voidaan seurata oppilaiden edistymistä ja tarvittaessa kohdentaa opetusta ongelmallisiin tilanteisiin.

### 3 KÄYTETYT TEKNOLOGIAT

#### 3.1 PHP-ohjelmointikieli

PHP on yleiskäyttöinen komentosarjakieli, joka soveltuu erityisesti web-sovelluskehitykseen. Kieli on suunnattu dynaamisten web-sivustojen toteuttamiseen eli sivustojen toiminnallisuuden rakentamiseen. PHP:n syntaksi muistuttaa hyvin paljon C-ohjelmointikieltä, Javaa ja Perliä. Tämän vuoksi PHP on ohjelmointikielenä helppo oppia.

PHP kieli kuuluu ns. ”Server-side”-tekniikoihin, joissa ohjelmakoodi käsitellään palvelimella, ennen kuin se lähetetään takaisin pyyntöä tehneelle asiakkaalle. PHP-ohjelmakoodi on siis olemassa vain palvelimella, eikä asiakas näe sitä koskaan. Tämä mahdollistaa esimerkiksi sen, että asiakkaan Internet-selaimelta ei vaadita mitään erillistä tukea PHP-sivujen näyttämiseen.



Kuva 3. PHP:n toimintaperiaate

#### 3.2 PEAR-komponenttikirjasto

PHP-ohjelmointikielelle on vapaassa jakelussa paljon valmiita komponentteja, joiden on tarkoitus vähentää ohjelmoijien tarvetta suunnitella perusosia uudelleen. Yksi tällainen suosittu ohjelmakirjasto on nimeltään PEAR, joka on itse PHP:n sisarprojekti. PEAR sisältää satoja komponentteja, joita on helppo uudelleen käyttää PHP-ohjelmissa. PEAR:n komponenteilla voidaan toteuttaa helposti esimerkiksi sivuston kirjautumislomakkeet. Valmiiksi testatut komponentit vähentävät myös varsinaisen ohjelman testaamista ja parantavat tietoturvaa. (PEAR Manual 2009)

### 3.3 Smarty-mallinejärjestelmä

Smarty on PHP:lla toteutettu mallinejärjestelmä, joka hyödyntää MVC-arkkitehtuuria. MVC-arkkitehtuurin avulla graafinen-suunnittelu ja ohjelmointi voidaan erottaa selkeästi toisistaan. Smartya on käytetty MATO-projektin kaikissa PHP:lla toteutetuissa sivuissa. Smarty sisältää myös lukuisia laajennuksia, joiden avulla voidaan toteuttaa lähes yleisiä toimintoja ilman oman ohjelmakoodin kirjoittamista. Laajennusten rakenne on yksinkertainen ja niitä on myös helppo laatia lisää. (What is Smarty? 2009)

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.1//EN" "http://www.w3.org/TR/xhtml11/DTD/xhtml11.dtd">
<!-- tiedosto basic.tpl, tallennettu hakemistoon ./templates -->
<html>
<head>
  <title>{$otsikko}</title>
  <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=iso-8859-1" />
</head>

<body>

<p>{$sisalto}</p>

</body>
</html>
```

Kuva 4. basic.tpl-Smartyn mallinetiedosto, joka sisältää sivun visuaalisen toteutuksen XHTML-muodossa

```
<?php
// basic.php
define('SMARTY_DIR', 'smarty-2.6.9/');
require_once(SMARTY_DIR . 'Smarty.class.php');
// luodaan Smarty-olio ja alustetaan ase
$smarty = new Smarty;
$smarty->config_dir = SMARTY_DIR;
$smarty->template_dir = './template';
$smarty->compile_dir = './template/compiled';
$smarty->compile_check = TRUE;
$smarty->debugging = FALSE;

// Siirretään muuttujiin haluttu sisältö
$smarty->assign('otsikko', 'Tämä on otsikko!');
$smarty->assign('sisalto', 'Tämä on assign-toiminolla lisätty sisältö');
// Näytetään malline
$smarty->display('basic.tpl');
?>
```

Kuva 5. basic.php-PHP-tiedosto, joka sisältää ohjelmakoodin kuvan 4 mallinetta käyttäen

### 3.4 FLASH-kehitysympäristö

Flash on kehitysympäristö, jonka avulla voidaan toteuttaa interaktiivisia objekteja ja esityksiä. Flashin avulla luodut toteutukset voidaan julkaista itsenäisinä toimivina projekteina tai verkon kautta levitettyinä esityksinä.

Flash toimii erityisen hyvin Internet-ympäristössä, koska sillä julkaistut tiedostot ovat yleensä pieniä. Pienet tiedostokoot saavutetaan vektorigrafiikan avulla, joissa kuvat tallennetaan matemaattisina kaavoina, toisin kuin bittigrafiikassa, jossa jokainen pikseli on tallennettu erikseen.

Flash on tullut tutuksi erityisesti animoitujen mainoksien eli bannerien toteutuksissa, mutta sillä voidaan tuottaa myös kokonaisia sivustoja. Flashillä voidaan myös tuottaa sisältöä mobiililaitteisiin, kuten esimerkiksi pelejä.

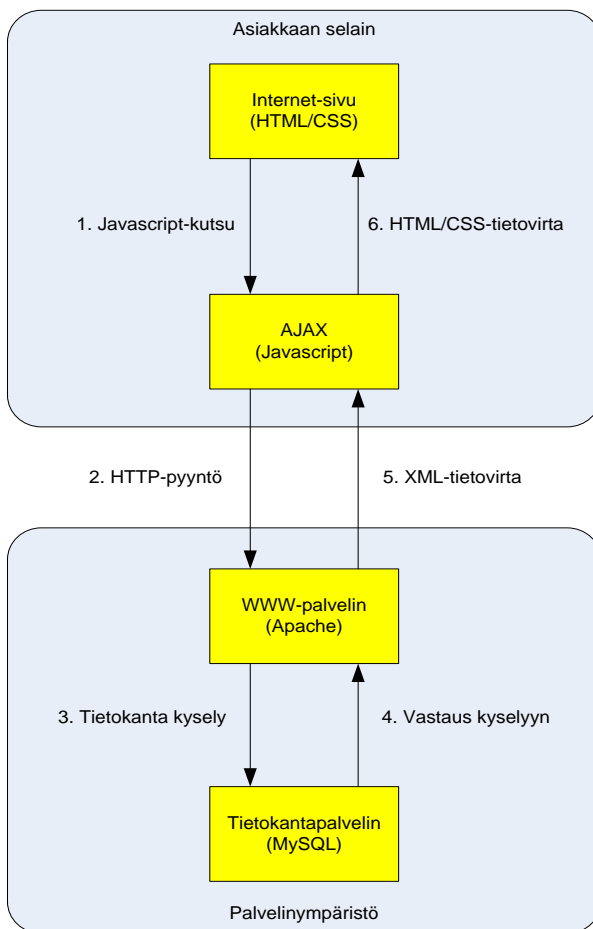


Kuva 6. Adoben Flash-kehitysympäristö (world-gd.com)

### 3.5 AJAX-ohjelmointi

AJAXin avulla yhdistetään tekniikoita, jotta WWW-sovelluksen toimintatapa muistuttaisi enemmän tavallisia tietokoneohjelmia. Tarkoituksena on saada Internet-sivu toimimaan dynaamisesti niin, ettei käyttäjän tarvitse navigoida uudelle sivulle tai ladata sivua uudelleen. Ajax vaatii Internet-selaimelta toimiakseen JavaScript-tuen, mutta nykypäivänä lähes kaikki yleisimmät selaimet tukevat sitä tarpeeksi hyvin.

JavaScript on alun perin Netscape Communications Corporationin kehittämä pääasiassa Web-ympäristöissä käytettävä komentosarjakieli. JavaScriptin avulla Web-sivuista voidaan tehdä dynaamisia. JavaScriptillä ei kuitenkaan voida täysin suoraan keskustella palvelinohjelmistojen kanssa, vaan JavaScript-ohjelmasta tulee kutsua esimerkiksi PHP-ohjelmakoodia, joka toimii palvelinympäristössä ja palauttaa halutun tiedon takaisin.



Kuva 7. AJAXin toiminta

## 4 SUUNNITTELU

### 4.1 Materiaaliosio

Projektin loppukäyttäjälle näkyvä materiaaliosio on toteutettu pääosin Adobe Flash CS3 Professional -kehitysympäristöä apuna käyttäen. Flash valittiin alustaksi, koska sillä pystytään tuottamaan näyttäviä ja dynaamisia sovelluksia Internet-selaimella ajettavaksi. Flash-dokumentteja ohjelmoidaan Adobe kehittämällä ActionScript skriptauskielellä, joka on hyvin läheistä sukua JavaScriptille. Projektin aikana kuitenkin heräsi useita kertoja kysymys, olisiko Flashin voinut korvata tässä projektissa esimerkiksi PHP-ohjelmointikielellä.

### 4.2 Hallintasovellus

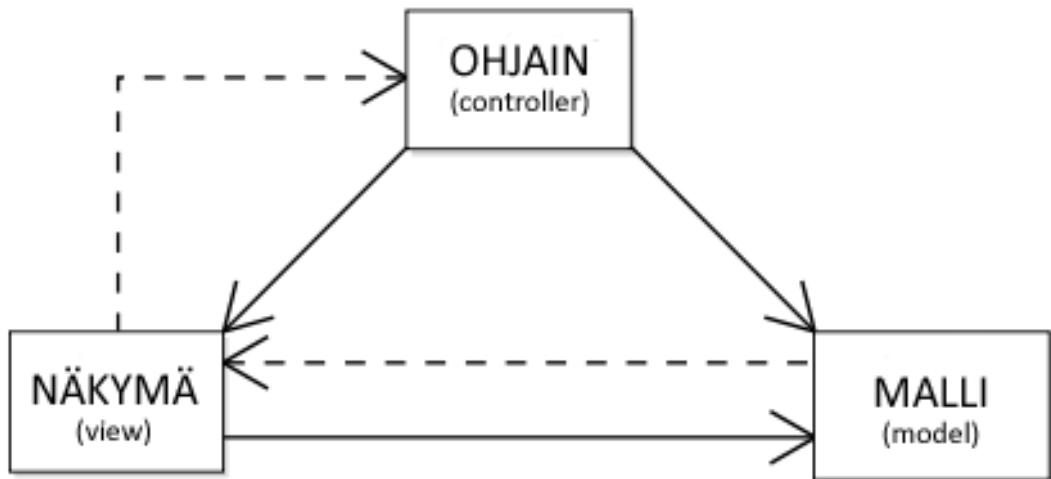
Hallintasovelluksella on tarkoitus hallita kurseja ja niiden sisältöjä. Koska hallintasovelluksessa ei tarvinnut toistaa erikoisempia animaatiota tai muita esityksiä, oli PHP-ohjelmointikieleksi helppo valinta. Toinen suuri kriteeri PHP:n valintaan oli se, että sille löytyy ohjelmointityökalut ja palvelinohjelmistot täysin ilmaiseksi.

MATO-ohjelman toteutuksessa on käytetty apuna PEAR-komponentteja, joiden tarkoituksena on vähentää verkkosivujen peruskomponenttien uudelleen ohjelmointia. MATO-ohjelmassa on käytetty esimerkiksi PEAR:n tietokanta- ja todentamiskomponentteja.

### 4.3 Ohjelmistoarkkitehtuuri

MVC-arkkitehtuurissa ohjelma jaetaan kolmeen osaan: malliin, näkymään ja ohjaimen. Malli huolehtii järjestelmän sovellusaluekohtaisen tiedon tallentamisesta, ylläpidosta ja käsittelystä. Näkymä määrittää käyttöliittymän ulkoasun ja mallin tietojen esitystavan käyttöliittymässä. Ohjain vastaanottaa käyttäjältä tulevat käskyt sekä muuttaa mallia ja näkymää vastauksena niihin. (Gulzar, N. 2002)





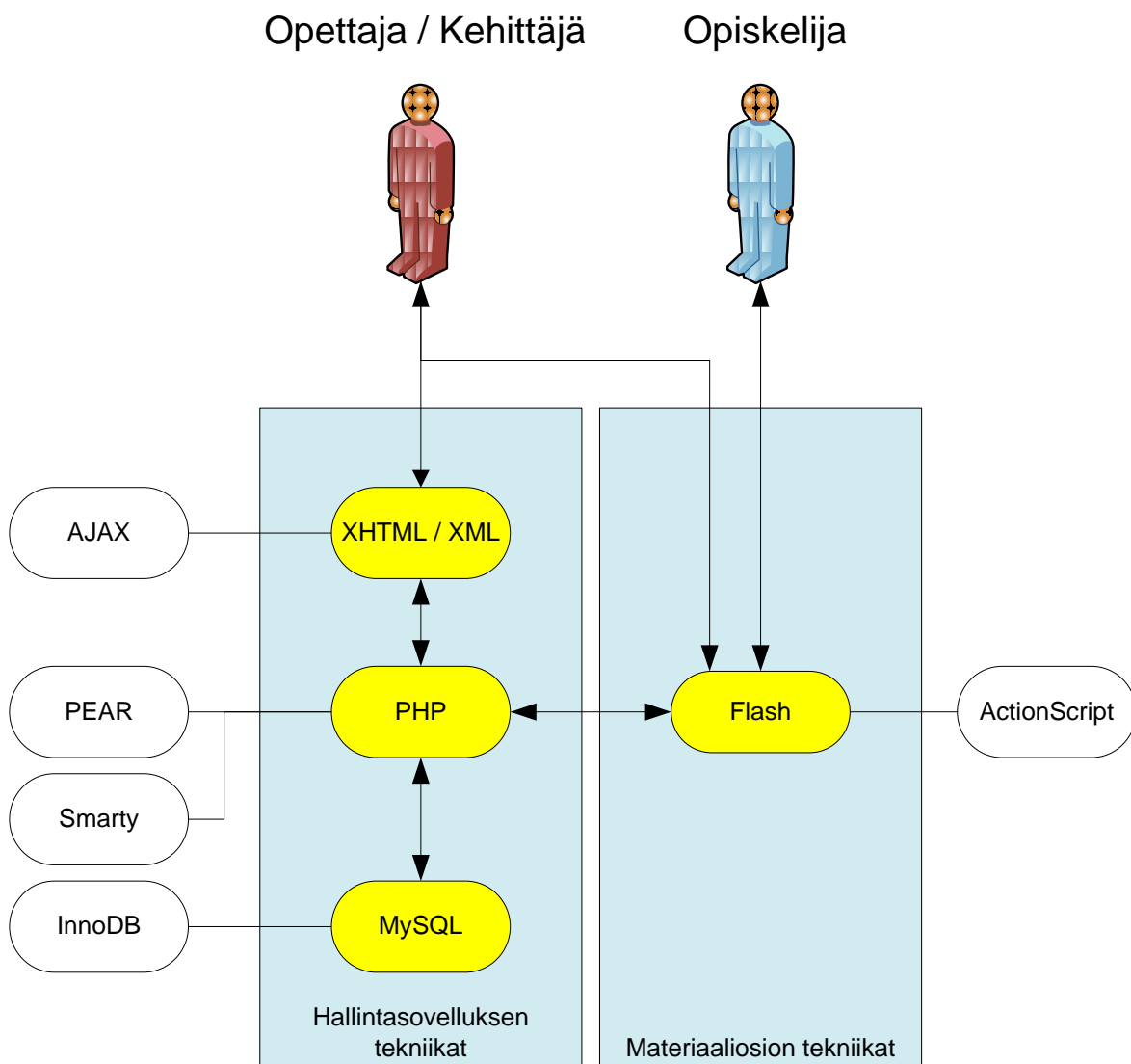
Kuva 8. MVC-arkkitehtuuri

#### 4.4 Tietokanta

MATO -projektin tietokannaksi valittiin nykyään Sun Microsystemsin omistama MySQL -tietokantaohjelmisto. Valinnan pohjalla vaikutti lähinnä PHP:n valinta hallintasovelluksen toteutukseen. PHP sisältää erittäin hyvät valmiudet MySQL-tietokantojen käsittelyyn. Myös tietokantaohjelmiston ilmaisuus vaikutti suuresti valintaan.

## 5 MATO-OHJELMAN RAKENNE JA TOIMINTA

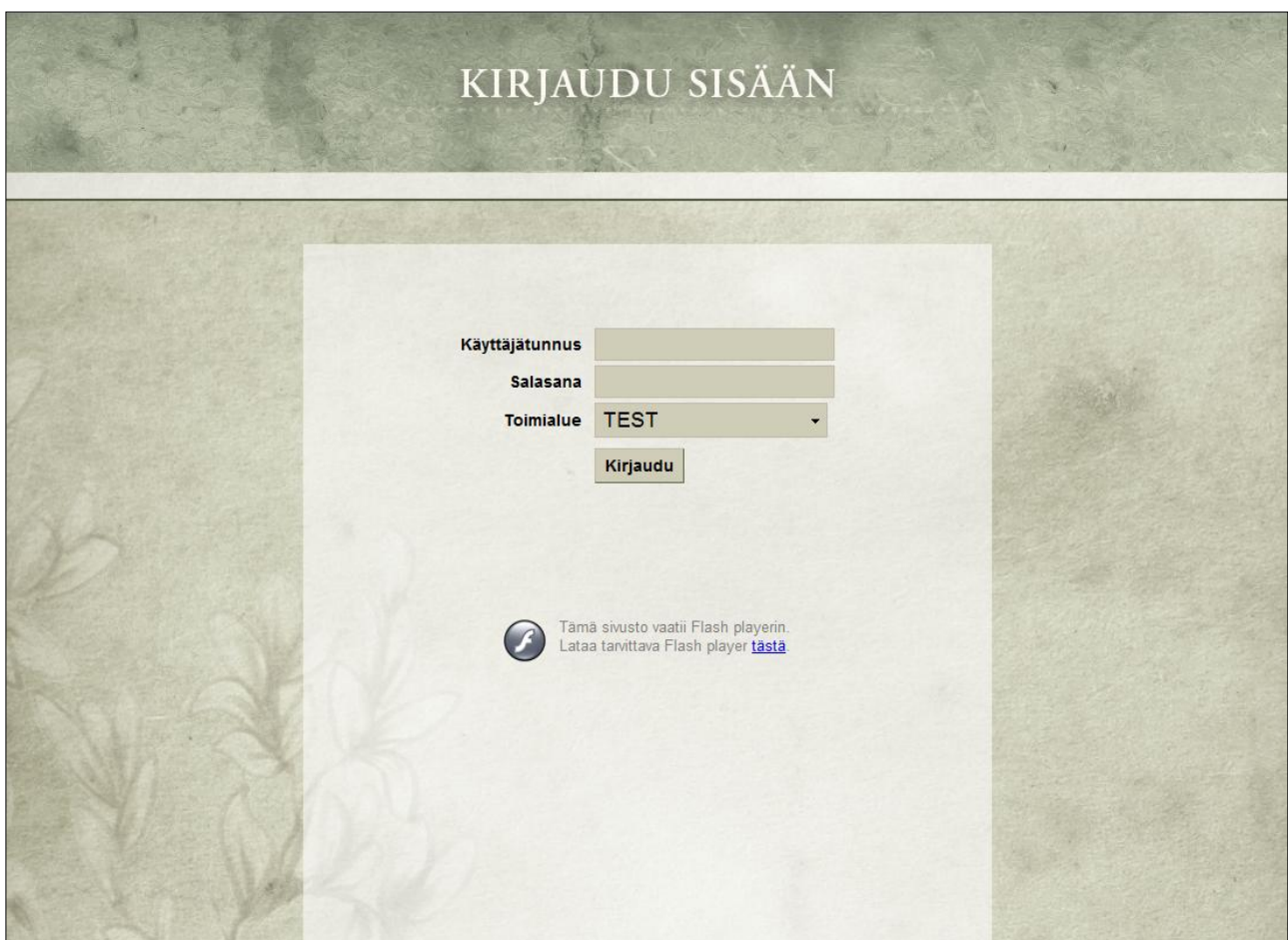
MATO-ohjelma voidaan jakaa kahteen pääosaan: loppukäyttäjän materiaaliosioon sekä hallintasovellukseen. Materiaaliosiossa opiskelija käy läpi kurssin sisältöä sekä suorittaa tehtäviä. Hallintasovellus taas on tarkoitettu opettajille ja kehittäjillä helpottamaan kurssien sisältöjen hallintaa sekä opiskelijoiden seuranta varten. Tämä opin- näyte käsittelee pääasiassa jälkimmäisen toteutetusta. Materiaaliosion käyttöliittymän graafisen ulkonäön on toteuttanut Kymenlaakson ammattikorkeakoulun medianomiopiskelija Jukka Hjerppe Kouvolan toimipisteestä.



Kuva 9. Mato-ohjelman rakenne tekniikoiden suhteen

## 5.1 Kirjautuminen

MATO-ohjelman suunnittelussa haluttiin heti alusta alkaen, että kirjautuminen tapahtuisi joillakin jo olemassa olevilla tunnuksilla. Nykyään monissa kouluissa on käytössä Moodle-oppimisympäristöä ja siksi päädyttiin ratkaisuun jossa tunnukset haettaisiin Moodlen tietokannasta. Esimerkiksi Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa Moodle tunnukset synkronoidaan LDAP-palvelusta, joten näin myös MATO-ohjelmaan voidaan kirjautua samoilla tunnuksilla kuin muihin koulun järjestelmiin. Tämä tarkoittaa myös sitä, ettei MATO-ohjelman tietokantaan tarvitse tehdä erillistä käyttäjätaulukkoa.



KIRJAUDU SISÄÄN

Käyttäjätunnus

Salasana

Toimialue TEST

Kirjaudu

Tämä sivusto vaatii Flash playerin.  
Lataa tarvittava Flash player [tästä](#)

Kuva 10. Mato-ohjelman kirjautumislomake

Kuvassa 10 näkyy sovelluksen kirjautumislomake, johon käyttäjät syöttävät omat Moodle-tunnuksensa ja toimialueeksi oman koulunsa. Lomake tarkistaa valitun toimialueen Moodle-tietokannasta tunnusten oikeellisuuden. Salasanoiden turvaamiseksi ne ovat kryptattu MD5-algoritmia käyttäen. MD5:n käsittelyyn löytyy PHP:sta suoraan

valmiit kirjastot. MD5-algoritmi tuottaa tuloksena 128-bittisen tiivisteen, joka tyypillisesti esitetään 32-merkkisenä heksakoodatussa muodossa. (Walker, J. 2008)

## 5.2 Tehtävänäkymä

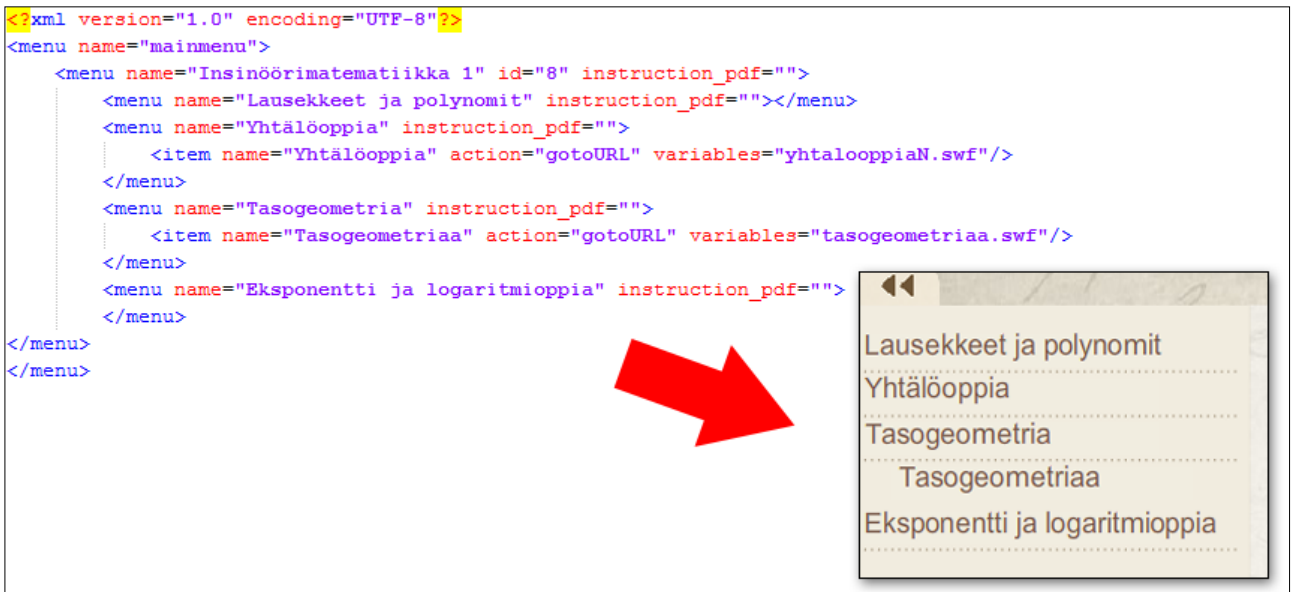
Onnistuneen kirjautumisen jälkeen käyttäjä siirtyy Flashilla toteutettuun osioon, jossa voidaan esimerkiksi käydä läpi kurssin sisältöjä tai suorittaa erilaisia tehtäviä. Materiaalina voidaan käyttää kuvia, animaatiota, erillisiä ActionScript-ohjelmia. Osaan materiaaleista on myös upotettu videokuvaa Smart Board-taulun tallenteista helpottamaan asioiden ilmaisua. Kuvassa 11 on esimerkki eräästä trigonometrian sisällöstä. Samassa kuvassa näkyy myös vasemmassa reunassa valikko, joka luodaan PHP:n avulla XML-tiedostosta. Käyttäjän tehdessä valintoja valikosta lähettää Flash-dokumentti kutsun PHP-tiedostolle joka generoi halutusta kurssista sopivan valikon XML-tiedostoon.

The screenshot shows a web-based learning environment titled "MATO-virtuaalioppimisympäristö". In the top right corner, there is a "demo" box with "Suorituksesi" (0) and "Pisteesi: 0 / 64". Below the title bar, there is a navigation menu on the left with options like "VALIKKO", "Kolmioiden yhtenevyytlauseet ja yhdenmuotoisuus", "Trigonometriset funktiot", "Kolmion ratkaiseminen", "Monikulmiot", "Ympyrän geometria", "Sovellus", and "Tulostettava versio (PDF)". The main content area displays two trigonometry theorems:

- Lause sks**: kolmioiden kaksi sivua ja sivujen välinen kulma ovat yhtä pitkät. (Two sides and the included angle are equal).
- Lause ksk**: kolmioiden kaksi kulmaa ja kulmien välinen sivu ovat yhtäsuuret. (Two angles and the included side are equal).

Each theorem is accompanied by a diagram of a triangle with labeled sides ( $c_1, b_1$  and  $c, b$ ) and angles ( $\alpha_1$  and  $\alpha$ ).

Kuva 11. Materiaalinäkymä Mato-virtuaalioppimisympäristössä



Kuva 12. Esimerkki XML-tiedostosta ja siitä luodusta Flash-valikosta

Kuvassa 12 on lyhyt esimerkki XML-tiedostosta, joka on generoitu järjestelmään kirjautuneen käyttäjän mukaan. Kuvan oikeassa alareunassa on leikkaus vastaavasta valikosta lopullisessa ohjelmanäkymässä.

XML on Internetin tiedon hallintaan kehitetty merkkaukieli ja metakieli, jonka avulla määritellään merkkaukieliä eri sovellusalueita varten. XML-kieli muistuttaa syntaksiltaan hyvin paljon HTML-kieltä, jolla muodostetaan Internet-sivujen elementit. XML-kieli ei ole kuitenkaan tarkoitettu sivunkuvauskieleksi, vaan sillä kuvataan tiedon rakenne ilman ennalta määrättyjä koodeja. (Salminen, A. 2009)



## 6 HALLINTASOVELLUS

Hallintasovelluksen toteutus oli isoin osa-alue omassa työssäni. Tarkoituksena oli toteuttaa MATO-ohjelmalle ylläpitotyökalut opettajia varten. Hallintasovellus on muuttunut koko projektin aikana kahteen kertaan hyvin radikaalisti projektin aikana ilmeneiden muutosten takia.

Hallintasovellukseen haluttiin alun perin työkalut, joilla opettajat voivat lisätä, poistaa tai muokata kurssikokonaisuuksia ja sisältöjä MATO-ohjelmaan. Projektin myötä kuitenkin tultiin siihen ratkaisuun, että opettajille sallittiin vain luoda kursseja ja valita niihin olemassa olevista sisältökokonaisuuksista valmiita paketteja. Tämä ratkaisu johtui siitä, että tekninen toteutus olisi mennyt liian hankalaksi, jos kaikki olisivat voineet muokata sisältöjä ja sisältökokonaisuuksia rajattomasti.

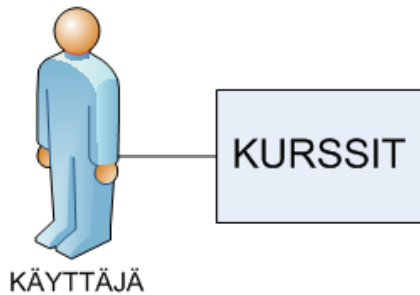
Käyttöliittymän graafisessa suunnittelussa on pyritty pitäytymään mahdollisimman minimaalisessa ja informatiivisessa linjassa. Painikkeisiin on valittu selkeitä ikoneita, jotka vastaisivat parhaiten kyseisen painikkeen toimintaa. Hallintasovelluksen väriytyksessä on pysytty neutraaleissa väreissä ja monissa komponenteissa on seurattu Microsoftin Windowsin klassisen teeman väriytyksiä.

### 6.1 Kirjautuminen hallintasovellukseen

Kirjautuminen hallintasovellukseen on toteutettu teknisesti lähes samalla tavalla kuin loppukäyttäjän materiaaliosiossa. Erona on, että tarkistuksen yhteydessä Moodlen tietokannasta tarkistetaan myös, että käyttäjä on jollakin kurssilla vähintään opettajatasoinen käyttäjä Moodlen arvojärjestelmän mukaan. Jos käyttäjällä ei ole kyseistä hallintatasoa missään kurssissa, hän ei pääse kirjautumaan hallintasovellukseen.


## 6.2 Hallintasovelluksen kurssilistaus

Hallintasovellukseen kirjaututtua kehittäjälle tai opettajalle aukeaa kurssilistaus, josta päästään hallitsemaan kursseja joihin hänellä on hallintaoikeudet.



Kuva 14. Yleiskuva käyttäjän kurssilistauksesta

Näkymästä voidaan tarvittaessa lisätä, muokata tai poistaa kursseja. Esimerkiksi kuvassa 14 näkyy, että käyttäjällä on neljä kurssia, joita hän voi hallita. Kurseille voidaan tarvittaessa lisätä avainta. Ilman avainta käyttäjät eivät voi liittyä kurssille ja näin voidaan rajata kurssille liittyvät oppilaat helpommin.



**TOIMINNOT**

[Lisää kurssi](#) [Ohje](#) [Kirjaudu ulos](#)

**POIKU**

[Omat kurssit](#)

**KURSSIT**

#	Nimi	Luotu	Muokattu	Avain	ID	Toiminnot
1	Geometria	13.11.2008 12:04	13.11.2008 12:04	ei avainta	11	<a href="#">Muokkaa</a> <a href="#">Poista</a>
2	Insinöörimatematiikka 1	31.10.2008 10:30	31.10.2008 10:30	ei avainta	8	<a href="#">Muokkaa</a> <a href="#">Poista</a>
3	Insinöörimatematiikka 2	31.10.2008 10:50	31.10.2008 10:50	ei avainta	9	<a href="#">Muokkaa</a> <a href="#">Poista</a>
4	Matematiikan perusteet	18.08.2008 09:06	18.08.2008 09:06	ei avainta	5	<a href="#">Muokkaa</a> <a href="#">Poista</a>

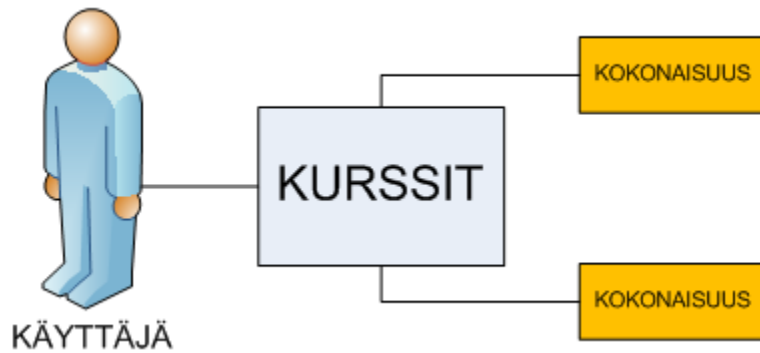
SIVUT 1/1

Kuva 15. Hallintasovelluksen kurssilistaus



### 6.3 Kurssinäkömä

Kurssinäkömä listaa kehittäjälle tai opettajalle valitun kurssin kokonaisuudet, sekä niihin liittyvät tiedot. Kokonaisuudet sisältävät yhden aihealueen kurssista, kuten esimerkiksi matematiikan perusteet kurssin geometrian.



Kuva 16. Yleiskuva kurssinäkömästä

Kun kuvan 17 kurssilistauksesta valitaan haluttu kurssi painamalla sen nimikettä, päästään kyseisen kurssin kokonaisuuslistaukseen. Tästä näkömästä voidaan lisätä ja poistaa kurssiin liitettyjä kokonaisuuspaketteja.

## MATO Hallinta

**Toiminnot**

Lisää kokonaisuus kurssiin
 Hallitse kurssin käyttäjiä
 Listaa tehtävien tulokset

Ohje
 Kirjautu ulos

**Poiku**

Omat kurssit
 Matematiikan perusteet

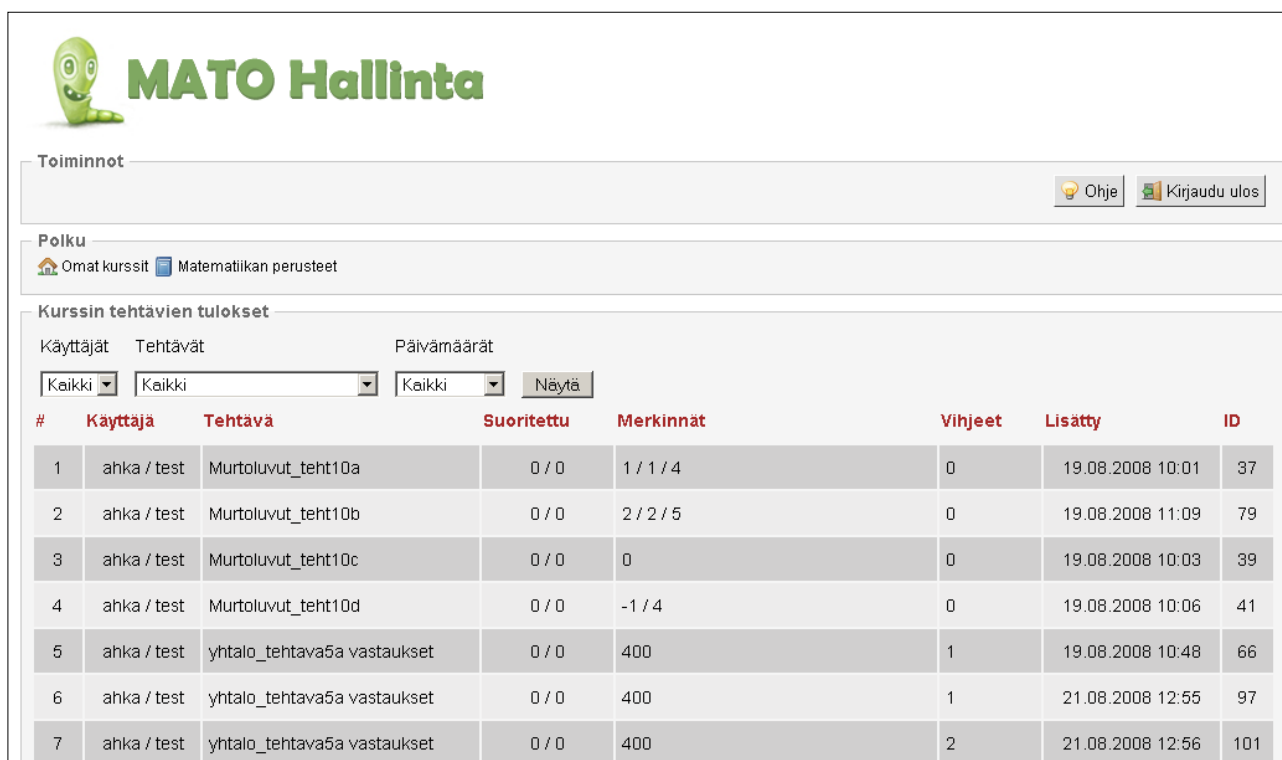
**Kurssiin liitetyt kokonaisuudet**

#	Kokonaisuuden nimi	Järjestys	Luotu	Muokattu	ID	Toiminnot
1	Perustiedot ja -taidot	1	23.07.2008 13:50	18.08.2008 16:22	5	Poista
2	Polynomit	2	23.07.2008 13:50	23.07.2008 13:50	6	Poista
3	Yhtälön ratkaisemisen perusteet	3	23.07.2008 13:50	31.10.2008 10:24	7	Poista
4	Lineaarinen yhtälöpari	4	23.07.2008 13:50	23.07.2008 13:50	9	Poista
5	Funktiot	5	23.07.2008 13:50	18.08.2008 16:49	8	Poista
6	Prosenttilasku	6	23.07.2008 13:51	23.07.2008 13:51	11	Poista
7	Suhde ja verranto	7	23.07.2008 13:51	23.07.2008 13:51	10	Poista
8	Geometria	8	23.07.2008 13:51	23.07.2008 13:51	12	Poista

Kuva 17. Kurssinäkömä

## 6.4 Tuloslistaus

Kurssinäkymästä voidaan siirtyä kyseisen kurssin tuloslistaukseen. Listaukseen voidaan tehdä erilaisia rajoituksia tuloslistaukseen yksinkertaisella lomakkeella. Kuvassa 18 näkyy esimerkki käyttäjän jättämistä vastauksista. 3. sarake (”tehtävä”) kertoo, mihin tehtävään käyttäjä on jättänyt vastauksen. Sarakkeeseen ”merkinnät” on tallennettu käyttäjän antama vastaus. Jotkin tehtävät sisältävät myös vihjeitä ja näiden vihjeiden käyttökerrat on haluttu ottaa talteen ”vihjeet”-sarakkeeseen. Viimeisenä sarakkeena on kellonaika ja päivämäärä, josta selviää, milloin kyseinen vastaus on annettu. ID-numero on tarkoitettu lähinnä kehittäjiä varten, sitä tarvitaan tietokantakyselyjen muodostamisessa.



**MATO Hallinta**

Toiminnot Ohje Kirjaudu ulos

Polku Omat kurssit Matematiikan perusteet

Kurssin tehtävien tulokset

Käyttäjät Tehtävät Päivämäärät

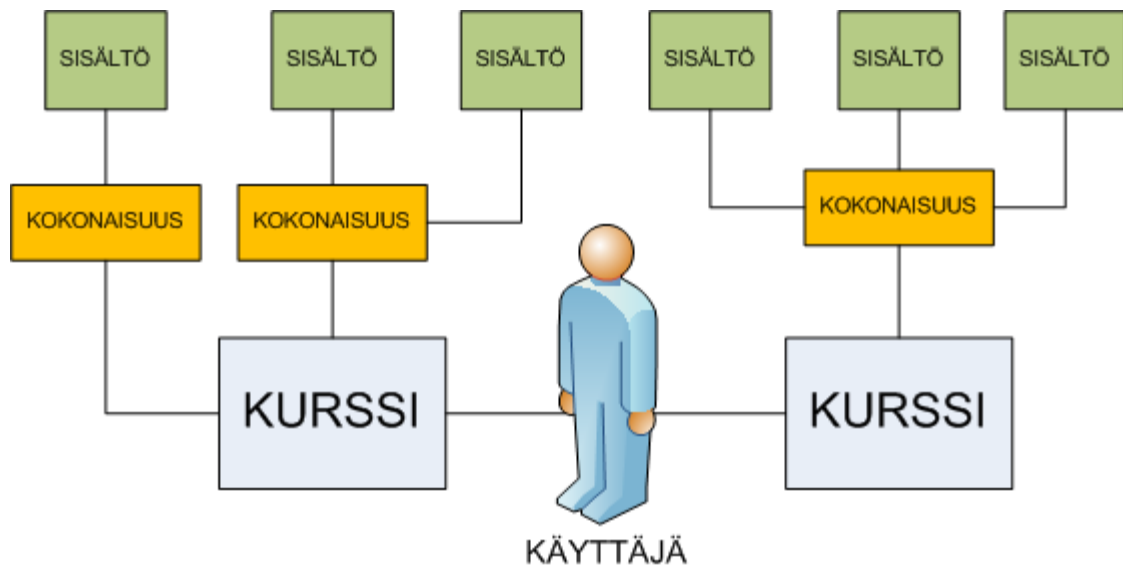
Kaikki Kaikki Kaikki Näytä

#	Käyttäjä	Tehtävä	Suoritettu	Merkinnät	Vihjeet	Lisätty	ID
1	ahka / test	Murtoluvut_teht10a	0 / 0	1 / 1 / 4	0	19.08.2008 10:01	37
2	ahka / test	Murtoluvut_teht10b	0 / 0	2 / 2 / 5	0	19.08.2008 11:09	79
3	ahka / test	Murtoluvut_teht10c	0 / 0	0	0	19.08.2008 10:03	39
4	ahka / test	Murtoluvut_teht10d	0 / 0	-1 / 4	0	19.08.2008 10:06	41
5	ahka / test	yhtalo_tehtava5a vastaukset	0 / 0	400	1	19.08.2008 10:48	66
6	ahka / test	yhtalo_tehtava5a vastaukset	0 / 0	400	1	21.08.2008 12:55	97
7	ahka / test	yhtalo_tehtava5a vastaukset	0 / 0	400	2	21.08.2008 12:56	101

Kuva 18. Hallintasovelluksen tuloslistaus

## 7 TIETOKANTA

MATO-ohjelma hakee tietonsa ulkoisesta tietokannasta, joka on toteutettu MySQL:llä. Tietokanta on normaali relaatiotietokanta, jossa on useita tauluja. Kuvassa 19 on yleiskuva tietokannan koostumuksesta. Käyttäjät on liitettyinä kursseille, jotka sisältävät sisältökokonaisuuksia. Tällä tavalla eri kouluissa ja eri koulutuslinjoilla voidaan valita sopivat sisältökokonaisuudet tarpeen mukaan.



Kuva 19. Yleiskuva tietokannan rakenteesta

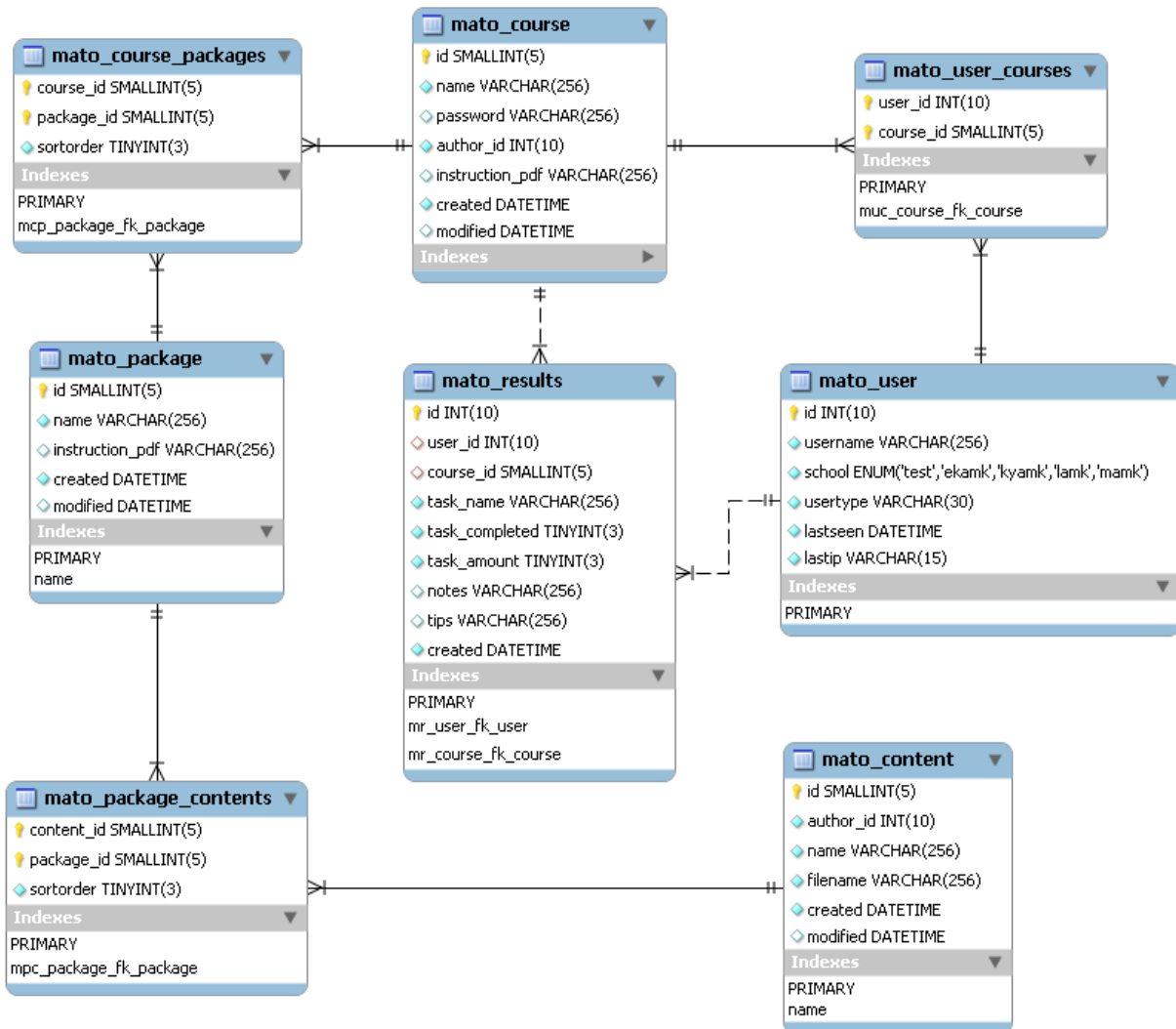
Tietokanta koostuu kahdeksasta eri taulukosta. Nämä kahdeksan taulukkoa voidaan jakaa viiteen päätauluun ja kolmeen aputaulukkuun. Aputaulukoihin sijoitetaan päätaulukkojen liitokset ja järjestysnumeroinnit.

#### Päätaulukot

- mato\_course
- mato\_package
- mato\_user
- mato\_results
- mato\_content

#### Aputaulukot

- mato\_course\_packages
- mato\_package\_contents
- mato\_user\_courses



Kuva 20. Tietokantakaavio

Taulukkojen suunnittelussa on pyritty käyttämään seuraavanlaista järjestyssääntöä:

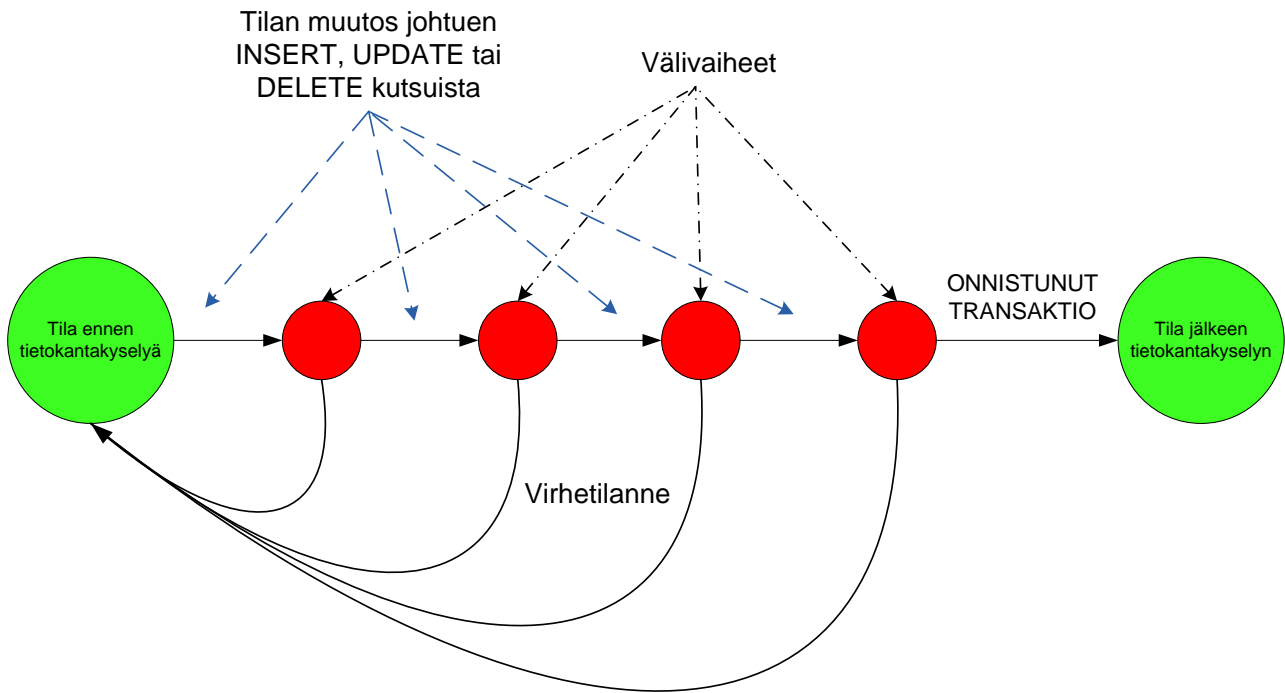
1. Pääavain
2. Viiteavaimet
3. ”created”
4. ”modified”
5. ”sortorder”

Tarvittaessa taulukot sisältävät ”created”, ”modified” tai ”sortorder”-kentät, jotka sisältävät luontiajan, viimeisimmän muutosajan ja järjestysnumeron. Tietokannan tarkempi kuvaus on tarkoituksella jätetty työn ulkopuolelle.

Varsinaiset käyttäjätunnukset tulevat Moodlen tietokannasta, mutta tuloksia varten jokaisesta käyttäjästä joudutaan ottamaan talteen käyttäjätunnus sekä toimialue, josta käyttäjä on kirjautunut. Näin tulokset voidaan listata kurssikohtaisesti hallintasovelluksesta.

## 7.1 Tietokannan tallennusmoottori

Oletusarvoisesti MySQL-tietokannat käyttävät Sun Microsystemsin kehittämää MyISAM-tallennusmoottoria. Sen suurin ongelma on kuitenkin transaktioiden puuttuminen kokonaan. Transaktiot pitävät huolen siitä, että tietokanta pysyy eheänä niin, ettei siihen puututa ohjelmiston puolella mitenkään. Esimerkiksi jos MATO-ohjelman tietokannasta poistetaan kurssi, niin tallennusmoottori pitää huolen siitä, että myös kaikki kurssin linkitykset poistetaan. MyISAM-moottorissa kyseinen tapahtuma jouduttaiisiin tekemään ohjelmiston puolella. Tämän vuoksi myös MATO-tietokannan tallennusmoottorina käytetään Oraclen kehittämää InnoDB-tallennusmoottoria, joka sisältää transaktiot. (Sun Microsystems 2009) Kuvasta 20 selviää transaktion toimintaperiaate.



Kuva 21. Transaktion toimintaperiaate

Useimmissa tapauksissa, MyISAM on suorituskyvyltään tehokkaampi kuin InnoDB, mutta tämä riippuu hyvin paljon tietokannan koosta ja siitä miten sitä tullaan käyttämään. Jos tietokannassa suoritetaan enemmän lisäys- ja poistotoimenpiteitä, on InnoDB tällaisessa tapauksessa järkevämpi ratkaisu. Tapauksessa, jossa tietokannasta luetaan tietoa enemmän kuin sinne lisätään, on MyISAM parempi vaihtoehto. Luotettavuudessa InnoDB on huomattavasti MyISAM-moottoria parempi. MyISAM-tietokanta saattaa korruptoitua pelkästään sähkökatkoksen aiheutuessa, kun taas InnoDB pystyy vastaavassa tapauksessa korjaamaan virheet omien seurantalokien perusteella.

InnoDB tukee myös taulujen lukitusta. Lukituksella tarkoitetaan toimintoa, jossa taulu lukitaan jonkun tietyn toiminnon ajaksi. Tällä voidaan estää esimerkiksi se, että kaksi ohjelmaa kirjoittaa samanaikaisesti samaan tauluun aiheuttaen virheellisiä kirjoituksia. Lukituksen ansiosta tietokannan varmuuskopiointi onnistuu myös huomattavasti helpommin kuin MyISAM:ssa. Tietokanta voidaan lukita varmuuskopiointin ajaksi ja koko tietokanta voidaan lukea yhdellä transaktiolla. (Newton, N. 2008)

## 8 OHJELMAN TESTAUS

Ohjelmaa on testattu sen kehityksen aikana eri menetelmillä. Näistä ehkä eniten tulosta tuottanut menetelmä on ollut suoraan muiden kehittäjien virheraportoinnit ja parannusehdotukset. Ohjelmavirheistä tehtiin raportointi Eventum-järjestelmään (Kuva 22), joka on suunniteltu helpottamaan virheiden seuranta ja hallintaa. Virhetilanteista kirjoitetaan kuvaus, joka sisältää mahdollisimman tarkan selosteen tapahtuneesta. Virheraportti voidaan myös kohdistaa tietylle henkilölle, jos tiedetään, että asia kuuluu hänen vastuualueeseensa.

The screenshot shows the Eventum web application interface in a Mozilla Firefox browser. The page title is "Issue #60 Details - Eventum". The browser address bar shows the URL: http://oak.kyamk.fi/eventum/view.php?id=60. The application header includes navigation links: Administration, Create Issue, List Issues, Advanced Search, Associate Emails, and My A. The user is logged in as Administrator: Ossi Rönberg [CLOCKED IN] with a "Switch" button. A dropdown menu shows "MATO".

The main content area is titled "Issue Overview (ID: 60)" and includes a table of issue details:

<b>Status:</b>	vaatimukset	<b>Notification List:</b>	Staff: Niina Salmi, Ossi Rönberg
<b>Priority:</b>	Normaali	<b>Submitted Date:</b>	Wed, 02 Jul 2008, 09:03:20 EE
<b>Resolution:</b>		<b>Last Updated Date:</b>	Wed, 02 Jul 2008, 10:18:03 EE
<b>Percentage Complete:</b>	0%	<b>Associated Issues:</b>	No issues associated
<b>Reporter:</b>	Ossi Rönberg	<b>Expected Resolution Date:</b>	No resolution date given
<b>Assignment:</b>	Niina Salmi, Ossi Rönberg, Kati Räisänen, Ilkka Heikkinen	<b>Estimated Dev. Time:</b>	0 hours
<b>Summary:</b>	Useampi kokonaisuus yhdellä sisällöllä?		
<b>Initial Description:</b>	Heräsi tuossa tällainen kysymys, että voiko tulla tilanne jossa sama sisältö (flash -tiedosto) löytyisi useammasta eri kokonaisuuspaketista? E... voisi olla muussakin kokonaisuudessa kuin "Perustiedot ja taidot". Nykyinen linjaushan on sellainen, että sisältötiedostolla on vain yksi kokonaisuus johon se on liitetty.		

Below the table are buttons for "Unassign Issue", "Update Issue", and "Signup as Authorized Replier".

The "Attached Files (0)" section shows a table with columns: Files, Owner, Status, Date, Description. A message states "No attachments could be found." and there is an "Upload File" button.

The "Time Tracking (0)" section has an "Add Time Entry" button.

The "Internal Notes (2)" section shows a table of notes:

#	Reply	Posted Date	User	Title
1		Wed, 02 Jul 2008, 09:38:01 EEST	Ilkka Heikkinen	Re: Useampi kokonaisuus yhdellä sisällöllä?
2		Wed, 02 Jul 2008, 10:18:03 EEST	Ossi Rönberg [ delete ]	Re: Useampi kokonaisuus yhdellä sisällöllä?

Kuva 22. Eventum-virheidenhallintajärjestelmä

Toisena menetelmänä on käytetty ohjelmallisia rasiustestejä ja erilaisia skriptejä. Hyvä esimerkki tästä on ohjelma, joka täytti tietokannan lukuisilla tietueilla. Nämä testit paljastivat myös monia virheitä ohjelmakoodissa.

Vuoden 2008 syksyllä oikeat käyttäjät testasivat MATO-ohjelmaa ensimmäistä kertaa. Tämä ratkaisu epäilytti hieman, koska ohjelma oli vielä varsin keskeneräinen siinä vaiheessa. Opiskelijoiden käyttöön saatiin kuitenkin jonkinlainen versio ohjelmasta, ja kaikki menikin loppujen lopuksi ilman suurempia ongelmia. Ohjelman käytön aikana opiskelijoita seurasivat Jyväskylän yliopiston opiskelijat Ilkka Heikkinen ja Kati Räisänen. He myös keräsivät testiryhmältä kirjallisen palautteen, jonka tulokset olivat pääosin positiivisia (Liite 1).

## 9 YHTEENVETO

MATO – ohjelman kehitys tulee varmasti jatkumaan vielä jatkossakin. Ohjelmaan on toteutettu jo uusia kursseja ja sisältökokonaisuuksia. Tietokantaan on myös tehty joi-takin lisäyksiä muiden kehittäjien toimesta.

Hallintasovelluksen kehityksessä olisi tarpeen suorittaa testauksia. Käyttäjien jättämistä vastauksista ja tehtävien tuloksista olisi mahdollista tehdä pelkkien taulukkolistauksien sijaan graafisia esityksiä.

Kehitysryhmän suurin ongelma koko Mato-projektin aikana on ollut tiedon puute. Sovellukseen halutuista ominaisuuksista ei ole saatu mitään varsinaista dokumentaatiota, vaan ohjelman kehittäjät ovat keksineet niitä sovellukseen projektin edetessä. Tämä on aiheuttanut sen, että osia sovelluksesta on joko jouduttu muuttamaan paljon tai tekemään täysin alusta alkaen uudelleen myöhemmin.

Koska kyseessä oli kohtuullisen laaja projekti, olisi voinut toivoa siihen heti alusta alkaen enemmän kehittäjiä. Projektin alussa kehitysryhmässä oli vain kaksi jäsentä joka kasvatettiin viiteen vasta muutamaa kuukautta ennen ensimmäistä käyttöönottoa. Suurin osa työstä tehtiinkin tämän periodin aikana, vaikka projekti oli tätä ennen ollut käynnissä jo vuoden ajan.



Olosuhteet huomioiden olen kuitenkin kohtuullisen tyytyväinen ryhmämme toteuttamaan järjestelmään, vaikka se on edelleenkin kehityksessä. Projektin aikana olen oppinut paljon tietokantojen toiminnasta ja niiden käsittelystä. Uskon myös, että muutkin kehitysryhmän jäsenet ovat huomanneet sen, kuinka tärkeää hyvä suunnitelma on ohjelmistokehityksessä.

## LÄHDELUETTELO

Gulzar, N., 2002. TheServerSide.com. [Online] Saatavissa:

<http://www.theserverside.com/tt/articles/content/StrutsFastTrack/StrutsFastTrack.pdf> [Viitattu 24.2.2009].

IT-Viikko, 2009 Tietokonepeli parantaa matematiikan arvosanoja [Online] Saatavissa:

<http://www.itviikko.fi/pdf/200825293> [Viitattu: 4.10.2008]

Kwan, R., Chan, J. & Jia, W., 2002. Web-Based Learning: Men and Machines. World Scientific.

Newton, N., 2008. MySQL Engines : MyISAM vs. InnoDB. [Online] Saatavissa:

[http://tag1consulting.com/MySQL\\_Engines\\_MyISAM\\_vs\\_InnoDB](http://tag1consulting.com/MySQL_Engines_MyISAM_vs_InnoDB) [Viitattu 26.3.2009].

PEAR, 2009. Manual - What is PEAR? [Online] Saatavissa:

<http://pear.php.net/manual/en/about.pear.php> [Viitattu 16.3.2009].

Salminen, A., 2009. Johdatus XML-kieleen. [Online] Saatavissa:

<http://users.jyu.fi/~airi/opetus/xml/TJTA227/> [Viitattu 23.3.2009].

Smarty, n.d. What is Smarty?. [Online] Saatavissa:

<http://www.smarty.net/manual/en/what.is.smarty.php> [Viitattu 24.2.2009].

Sun Microsystems, 2009. MySQL 3.23, 4.0, 4.1 Reference Manual. [Online] Saatavissa:

<http://dev.mysql.com/doc/refman/4.1/en/index.html> [Viitattu 25.2.2009].

Walker, J., 2008. MD5: Command Line Message Digest Utility. [Online] Saatavissa:

<http://www.fourmilab.ch/md5/> [Viitattu 24.2.2009].

## LIITE 1. Kyselylomakkeen tulokset

Kysely toteuttivat Ilkka Heikkinen ja Kati Räisänen

	Täysin eri mieltä	Melko eri mieltä	En osaa sanoa	Melko samaa mieltä	Täysin samaa mieltä
1. Oppimisympäristössä olevan materiaalin sivut etenivät loogisesti	0%	0%	0%	67%	33%
2. Sivulta toiselle siirtyminen oli helppoa	0%	13%	7%	27%	53%
3. Ulkonäkö oli miellyttävä	0%	0%	7%	53%	40%
4. Ympäristö toimi teknisesti hyvin (videot toimivat jne.)	0%	0%	13%	60%	27%
5. Pääsy oppimisympäristöön oli vaivatonta	0%	0%	0%	47%	53%
6. Verkko-oppimisympäristö antoi jotakin lisää perinteiseen lähiopetukseen verrattuna	0%	7%	0%	33%	60%
7. Ympäristöä oli helppo käyttää	0%	0%	0%	47%	53%
8. Tehtävien hajautettu sijainti ympäristössä oli hyvä ratkaisu	0%	7%	7%	53%	33%
9. Hahmotin sijaintini ympäristössä	0%	0%	20%	47%	33%
10. Verkko-oppimateriaalin määrä oli sopiva suhteessa kurssin laajuuteen	0%	20%	13%	40%	26%
11. Verkkomateriaalissa oli huomioitu opiskelijoiden lähtötaso	0%	7%	20%	40%	33%
12. Verkkomateriaali lisäsi kurssin asioiden ymmärtämistä	0%	0%	13%	33%	53%
13. Verkkomateriaali sopi lähiopetuksen tueksi	0%	0%	0%	60%	40%
14. Olisin pystynyt suorittamaan kurssista pelkän verkkomateriaalin avulla ilman lähiopetusta	27%	20%	33%	20%	0%
15. Verkkomateriaalia oli helppo opiskella	0%	7%	7%	53%	33%
16. Käytin verkkomateriaalia myös omalla ajalla	60%	7%	7%	13%	13%
17. Tulostettavat pdf-tiedostot olivat hyödyllisiä	7%	0%	53%	13%	27%
18. Tein useimmat verkkotehtävät	0%	0%	13%	20%	67%
19. Verkkomateriaalin tehtävät olivat liian vaikeita	47%	47%	0%	7%	0%
20. Verkkomateriaalin tehtävät olivat liian helppoja	7%	53%	27%	13%	0%
21. Verkkomateriaalin teoriaosuudet olivat selkeitä	0%	0%	0%	87%	13%
22. Verkkomateriaalin esimerkit havainnollistivat hyvin teoriaa	0%	0%	13%	60%	27%
23. Verkkomateriaali oli suunnattu teknikan alan opiskelijoille	7%	13%	27%	33%	20%
24. Uskon tarvitsevani kurssin asioita ammatissani	7%	13%	27%	40%	13%
25. Videot olivat havainnollistavia	0%	7%	13%	40%	40%
26. Malliratkaisut olivat hyödyllisiä	0%	0%	7%	47%	47%
27. Olisin kaivannut ääntä videoihin	47%	27%	20%	0%	7%
28. Aion kerrata kokeeseen käyttämällä verkkomateriaalia	13%	0%	40%	40%	7%
29. Olisin halunnut käydä kurssin pelkästään perinteisellä tavalla	43%	50%	7%	0%	0%