

VAASAN YLIOPISTO

TEKNILLINEN TIEDEKUNTA

INFORMAATIOTEKNIikka

Olli Ketola, y104573

OPETUSTARVIKKEIDEN LAINAUSTIETOKANNAN TOTEUTTAMINEN

Kandidaatintutkielma

Vaasassa 08.05.2018

Työn valvoja

Hannu Niinimäki, Juha Miettinen

Työn ohjaaja

Timo Mantere

ALKULAUSE

Kiitokset vanhemmilleni, siskolleni, ystävilleni sekä Technobothnian työhuoneen F5102 välle henkisestä tuesta tämän työn tekemisen aikana.

SISÄLLYSLUETTELO

ALKULAUSE	2
SISÄLLYSLUETTELO	3
SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO	6
TIIVISTELMÄ	7
ABSTRACT	8
1 JOHDANTO	9
2 YLEISTÄ TEORIAA	10
2.1 Virtualisointi, mitä se on?	10
2.1.1 Mitä hyötyä virtualisoinnista on?	10
2.1.2 Palvelinvirtualisointi	11
2.2 HTML ja CSS	13
2.3 LAMP Stack	14
2.3.1 Linux	14
2.3.2 Apache	15
2.3.3 My SQL	15
2.3.4 PHP	16
3 TOTEUTUS	17
3.1 LAMP stack virtuaalipalvelin	17
3.2 Palvelimen hallintaohjelmistot	17
3.2.1 Webmin	17

3.2.2 Adminer	17
3.3 MySQL schema	18
3.4 Käyttöliittymä	18
4 JÄRJESTELMÄN DOKUMENTAATIO	19
4.1 Virallisten tukidokumenttien sijainnit	19
4.2 Palvelimen asennusohjeet	20
4.2.1 Ensimmäinen käynnistys	20
4.2.2 Tietokannan asennus	20
4.2.3 Käyttöliittymän käyttäjän luonti	21
4.2.4 PHP:n lokiastestusten konfigurointi	21
4.2.5 Käyttöliittymän asennus	21
4.2.6 Apachen ryhmä-autentikoinnin konfigurointi	22
4.3 Tietokanta	24
4.3.1 Scheman Tarkempi Kuvaus	24
4.3.2 Schema Dump	29
4.4 Käyttöliittymä	31
4.4.1 Laitepaneeli	31
4.4.2 Tukiresurssipaneeli	36
4.4.3 Yhteystietopaneeli	38
4.4.4 Lokipaneeli	39
4.4.5 Linkkipaneeli	43
4.4.6 Käyttöliittymän rakenne	44
4.4.7 Käyttöliittymän tunnetut virheet, puutteellisuudet ja kehitysehdotukset	48
4.4.8 Käyttöliittymän lähdekoodi	49

5 YHTEENVETO	50
LÄHDELUETTELO	51

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

<i>LAMP</i>	Lyhenne sanoista Linux, Apache, MySQL, PHP
<i>Linux</i>	Käyttöjärjestelmä
<i>Apache</i>	Verkkopalvelin
MySQL	Relaatiotietokantajärjestelmä
PHP	Ohjelmointikieli
HTML	Hypertext Markup Language. Kuvauskieli verkkosivujen sisällön määrittämiseen.
CSS	Cascading Style Sheets. Kuvauskieli verkkosivujen ulkoasun määrittämiseen.

VAASAN YLIOPISTO**Teknillinen tiedekunta**

Tekijä:	Olli Ketola	
Diplomityön nimi:	Opetustarvikkeiden Lainaustietokannan Toteuttaminen	
Valvojan nimi:	Hannu Niinimäki, Juha Miettinen	
Ohjaajan nimi:	Timo Mantere	
Tutkinto:	Tekniikan kandidaatti	
Oppiaine:	Informaatiotekniikka	
Opintojen aloitusvuosi:	2015	
Diplomityön valmistumisvuosi:	2018	Sivumäärä: 52

TIIVISTELMÄ

Tämä kandidaatin työ käsittelee vuosien 2016-2017 aikana Technobothnialle toteutetun opetusvälinetietokannan toteutusta. Tietokannan tarkoituksena oli pitää kirjaa, kenellä mitkään opetusvälineet ovat lainassa. Kandidaatin työn tuloksena on tämä dokumentti, joka sisältää toteutetun järjestelmän rakenteen kuvauksen ja sen käyttöohjeet.

AVAINSANAT: relaatiotietokannat, virtualisointi, Linux, Apache, MySQL, PHP, HTML, CSS

UNIVERSITY OF VAASA**Faculty of technology**

Author: Olli Ketola
Topic of the Thesis: Implementation of a database to keep track of the loaning out of teaching and study supplies
Supervisor: Hannu Niinimäki, Juha Miettinen
Instructor: Timo Mantere
Degree: Bachelor of Science in Technology
Major of Subject: Information Technology
Year of Entering the University: 2015
Year of Completing the Thesis: 2018

Pages: 52

ABSTRACT

This bachelor's thesis is about the implementation of a database for Technobothnia during 2016-2017. The purpose of the database was to keep track of the loaning out of teaching and study supplies. This thesis contains a description, documentation and the manual of the implemented system.

KEYWORDS: relational databases, virtualization, Linux, Apache, MySQL, PHP, HTML, CSS

1 JOHDANTO

Tämä kandidaatin työ käsittelee vuosien 2016-2017 aikana Technobothnialle toteutetun opetusvälinetietokannan toteutusta. Tietokannan tarkoituksena oli pitää kirjaa, mitä opetusvälineitä Technobothnialla on saatavilla, mikä niiden tämänhetkinen tilanne on, sekä kenellä mitkäkin niistä ovat lainassa.

Alun perin tietokannan toteutuksella oli tarkoitus hyväksi lukea kaksi kurssia kesäopintoina, mutta työn laajuuden vuoksi siitä riitti aihetta myös kandidaatin työhön.

Tämän kandidaatin työn aiheena on dokumentoida tehdyn työn tulokset. Ja sen tuloksena on tämä dokumentti, sekä tämän dokumentin kuvaama tietokantajärjestelmä.

Tämä dokumentti sisältää tämän johdannon lisäksi kolme pääosaa. Ensimmäinen niistä käsittelee käytettyjä teknologioita ja niihin liittyvää yleistä teoriaa. Toinen käsittelee tämän työn aiheena olevan järjestelmän toteutusta. Ja kolmas sisältää toteutetun järjestelmän tarkemman kuvauksen ja dokumentaation.

2 YLEISTÄ TEORIAA

Tämä pääluke sisältää yleistä taustateoriaa tietokannan toteutuksessa käytetyistä teknologioista.

2.1 Virtualisointi, mitä se on?

Yleisesti ottaen virtualisointi tarkoittaa tietokoneressurssien abstraktointia. Joko yhden fyysisen resurssin jakamista useaksi virtuaaliseksi resurssiksi tai useiden fyysisten resurssien yhdistämistä yhdeksi virtuaaliseksi resurssiksi. (Singt, A. 2004)

2.1.1 Mitä hyötyä virtualisoinnista on?

Virtualisointia voi käyttää hyödyksi monilla eri tavoilla, tässä joitakin esimerkkejä.

- Monien alihyödynnettyjen servereiden taakat voidaan yhdistää pienemmälle määrälle varsinaisia serverikoneita, mikä säästää laite- ja hallintakuluja sekä luontoa. (Singt, A. 2004)
- Vanhoja ohjelmia jotka eivät ole yhteensopivia uusien käyttöjärjestelmien tai fyysisten laitteiden kanssa voidaan ajaa virtuaalikoneissa. (Singt, A. 2004)
- Virtualisointia voidaan käyttää parantamaan tietoturva luomalla eristettyjä ”hiekkalaatikkoja” epäluotettaville ohjelmille, joskus jopa automaattisesti. Tämä auttaa myös ohjelmiston testauksessa ja ohjelmistovirheiden korjauksessa. (Singt, A. 2004)
- Virtualisoinnilla voidaan rajata tai taata tietty määrä IT-resursseja tietylle tarkoitukselle. Esimerkiksi serverille, joka tarvitsee vähintään tietyn alarajan verran resursseja, mutta jolle ei koskaan tarvitse antaa enempää resursseja kuin tietyn ylärajan verran. Virtualisoinnilla voidaan luoda illuusio resursseista joita

ei ole, tai simuloida kokonaisia tietokoneverkkoja yhdellä koneella. (Singt, A. 2004)

- Useita eri käyttöjärjestelmiä, tai niiden eri versioita, voidaan ajaa yhtä aikaa eri virtuaalikoneilla. Virtualisointiympäristöön voi integroida työkaluja, jotka mahdollistavat tehokkaamman ohjelmistovirheiden korjaamisen ja toimintatehon valvonnan, erityisesti käyttöjärjestelmien testauksen saralla. (Singt, A. 2004)
- Virtuaalikoneita on helppo siirtää paikasta tai koneesta toiseen. (Singt, A. 2004)
- Valmiiksi asennettuja ohjelmistoja voidaan paketoita virtuaalikoneisiin. Nämä niin sanotut virtuaalilaitteet on helppo siirtää kohdeympäristöön ja ottaa käyttöön. (Singt, A. 2004)
- Virtuaaliympäristöt ovat hyödyllisiä tutkimukselle ja kokeille, koska ne ovat eristettyjä ja ympäristön tilan voi tallentaa. Tämä antaa suuren vapauden kokeilla miten ympäristö reagoi erilaisissa tilanteissa. (Singt, A. 2004)
- Virtualisointi helpottaa järjestelmien siirtämistä, varmuuskopiointia ja palauttamista. (Singt, A. 2004)

2.1.2 Palvelinvirtualisointi

Palvelinvirtualisointi tarkoittaa yhden fyysisen palvelimen, niin sanotun hostin, jakamista useammaksi virtuaaliseksi tietokoneeksi. Palvelinvirtualisointi perustuu hypervisorin eli ohjelmakerrokseen joka kaappaa virtuaalikoneen laitteistolle antamat komennot ja ohjaa ne virtuaaliselle prosessorille ja muistille. (Campbell, S., Jeronimo, M, 2006 s: 2; Delap, S. 2008; van Dijk, L. 2008: 2)

Hypervisoreita on kahta eri tyyppiä. Tyypin 1 hypervisorit ovat kuin itsenäisiä virtuaalikoneiden ajamiseen tarkoitettuja käyttöjärjestelmiä joita ajetaan suoraan laitteiston pääl-

lä ilman erillistä isäntäkäyttöjärjestelmää. Virtuaalikoneita ajetaan tämän ohjelmiston päällä. (Delap, S. 2008; van Dijk, L. 2008: 2)

Tyypin 2 hypervisorit puolestaan ovat ohjelmia, jotka asennetaan jonkin tavallisen käyttöjärjestelmän päälle ja virtuaalikoneet ajetaan kolmannella tasolla hypervisorin päällä. (Delap, S. 2008; van Dijk, L. 2008: 2)

Jotkin tyypin 1 hypervisorit käyttävät hyödykseen paravirtualisointia. Paravirtualisoitu hypervisor näyttää virtuaalikoneelle hieman hostin oikean laitteiston liitännästä poikkeavan liitännän. Tämä vaatii paravirtualisointikäyttöön muokattua käyttöjärjestelmää, mutta mahdollistaa virtuaalikoneelle osittaisen suoran yhteyden laitteistoon. (Delap, S. 2008)

Palvelinvirtualisoinnin etuja ovat.

- Laitteiston hyötykäytön parantaminen, mikä johtaa säästöihin laitteisto, hallinnointi ja energiakuluissa. (Delap, S. 2008)
- Turvallisuuden parantaminen, saastuneet järjestelmät voidaan helposti palauttaa aikaisempaan tilaan ja virtuaalikoneita voidaan helposti eristää muusta järjestelmästä vahinkojen välttämiseksi. (Delap, S. 2008)
- Kehitystyön tehostaminen, virtuaalikoneiden avulla voi luoda helposti testiympäristöjä virheiden etsimiseen tai suorituskyvyn testaamiseen erilaisissa ohjelmistokokoonpanoissa. (Delap, S. 2008)

Palvelinvirtualisoinnilla on myös joitakin haittapuolia.

- Turvallisuus voi myös huonontua osittain. Virtualisoinnin käyttöön ottaminen avaa uusia hyökkäysvektoreita mahdolliselle hyökkääjälle, ja jos saastunutta virtuaalikonetta ei havaita ajoissa se voi helposti levitä, kun se kopioidaan johonkin toiseen käyttöön. (Delap, S. 2008)

- Ylläpito voi vaatia uusia taitoja. Hallittavien fyysisten laitteiden määrä vähennee, mutta hallittavia virtuaalisia laitteita voi olla enemmän ja niiden hallitseminen voi tarvita uusia ohjelmistoja. (Delap, S. 2008)
- Ohjelmistojen lisensointi tulee monimutkaisemmaksi. Monet ohjelmistojen lisensointitavat eivät ota virtualisointia huomioon. Jos samaa ohjelmaa ajetaan useammalla virtuaalikoneella, niin siitä voidaan joutua maksamaan useampaan kertaan, vaikka ne pyörisivätkin samassa fyysisessä laitteessa. (Delap, S. 2008)
- Suorituskyky heikkenee. Virtualisoinnilla jaetaan fyysiseen laitteen resursseja eri tarkoituksiin ja hypervisorin ajaminen vaatii myös jonkin verran tehoa. Tämä tarkoittaa että kaikkea suorituskykyä ei voida hyödyntää yhden asian suorittamiseen. (Delap, S. 2008)

2.2 HTML ja CSS

HTML (the Hypertext Markup Language) ja CSS (Cascading Style Sheets) ovat ohjelmointikieliä verkkosivujen rakentamiseen. HTML määrittelee verkkosivun rakenteen, eli mitä verkkosivulla lukee, miten asiat on otsikoitu, mitä linkkejä sivulla on jne. Kun taas CSS määrittelee sen ulko- ja tyyliasun, eli millaisia fontteja ja värejä käytetään ja mihin asiat sijoitellaan ruudulla. (HTML & CSS. 2018)

Tämä sisällön ja tyyliasun erottaminen mahdollistaa saman sisällön ulkoasun räätälöinnin eri laitteille tai ympäristöille, kuten erikokoisille näytöille tai tulostimille. (HTML & CSS. 2018)

2.3 LAMP Stack

Akronyymi LAMP viittaa verkkosivujen ja -sovellusten julkaisuun ja hallintaan tarkoitettua järjestelmää, joka koostuu Linuxin, Apachen, MySQL:n ja PHP:n (joskus myös Perl:in tai Python:in) yhdistelmästä. (Linux, Apache, MySQL and PHP (LAMP). 2018)

2.3.1 Linux

Linux on avoimen lähdekoodin käyttöjärjestelmä, eli se osa koko tietokone järjestelmää, joka hallitsee kommunikointia tietokoneen fyysisen laitteiston ja sillä ajettavien ohjelmistojen välillä. Ilman käyttöjärjestelmää tietokone ohjelmat eivät toimi. Monet nykyiset laitteet puhelimista autoihin, jääkaappeihin, verkkopalvelimiin sekä supertietokoneisiin käyttävät sitä käyttöjärjestelmänään. (What is Linux?. 2018)

Sana Linux itse viittaa Linux-kerneliin, joka hallitsee prosessorin, muistin ja oheislaitteiden toimintaa, ja on käyttöjärjestelmän pohjimmainen taso. Lisäksi Linux-järjestelmät sisältävät yleensä muita komponentteja. (What is Linux?. 2018)

- Bootloader hallitsee sitä, mitä tietokoneen käynnistyksen aikana tapahtuu. (What is Linux?. 2018)
- Daemonit ovat taustalla ajettavia palveluja jotka yleensä käynnistyvät käynnistyksen tai kirjautumisen aikana, kuten tulostimien tai äänilaitteiston hallinta. (What is Linux?. 2018)
- Komentokehote on yksikertainen hallintaprosessi, joka mahdollistaa tietokoneen hallinnan kirjoitetuilla tekstikomennoilla. (What is Linux?. 2018)
- Grafiikapalvelin hallitsee grafiikan piirtämistä ruudulle. Työpöytäympäristö, joita on useita erilaisia, koostuu yhteenpakatuista apusovelluksista tiedostojen hallintaan, tietokoneen asetusten konfigurointiin, verkon selaamiseen ja muihin vastaaviin yleisiin tehtäviin. (What is Linux?. 2018)

- Järjestelmään kuuluvat myös muut mahdolliset muut koneella ajettavat ohjelmat ja sovellukset. (What is Linux?. 2018)

Avoin lähdekoodi tarkoittaa filosofista lähestymistapaa ohjelmiston immateriaalioikeuksiin, joka pyrkii lisenssisopimuksen perustella takaamaan käyttäjälle vapauden ajaa, tutkia, muokata, kopioida ja jakaa sekä alkuperäisiä että muokattuja kopioita ohjelmasta ja sen lähdekoodista. (What is Linux?. 2018)

2.3.2 Apache

Apache on Apache Software Foundationin vapaaehtoisten kehittäjien ylläpitämä avoimen lähdekoodin HTTP verkkopalvelin. (About the Apache HTTP Server Project. 2018) Se on modulaarinen yritystason palvelin, joka tukee uusimpia protokollia ja sitä kehitetään aktiivisesti. (What is Apache?. 2015)

HTTP palvelimena sen tehtävänä on etsiä ja palauttaa palvelintietokoneelta käyttäjän pyytämät tiedot. Tiedot pyydetään URL-jonolla, joista esimerkiksi kelpanee (<http://httpd.apache.org/docs/2.4/getting-started.html>), joka on myös tämän kuvauksen lähde. Jokainen tätä lukeva lienee kirjoittaneen jotain vastaavaa verkkoselaimen joskus elämänsä aikana. HTTP palvelin vastaa tällaiseen kyselyyn lähettämällä takaisin jonkin palvelimella olevan tiedoston, joka voi olla staattinen tai dynaamisesti generoitu. (Getting Started. 2018)

2.3.3 My SQL

MySQL on avoimen lähdekoodin relaatiotietokantajärjestelmä. Tietokantajärjestelmä, koska se on järjestelmä datan kokoamiseen, järjestämiseen ja tallentamiseen. Relaatiotietokantajärjestelmä, koska kyseinen data tallennetaan relaatiotietokantaan, eli erillisiin tauluihin, joiden välille määritellään relaatiot sille, kuinka taulujen sisältämä data liittyy yhteen. Järjestelmä pitää huolen siitä, että näitä määriteltyjä sääntöjä ylläpidetään ja optimoi tietokannan järjestystä levyllä. Näin ollen, hyvin suunniteltu tietokanta ei sisällä vanhaa, puuttuvaa, riippumatonta tai epäyhtenäistä dataa. Nimen SQL osa viittaa

"Structured Query Language" ohjelmointikieleen, joka on standardisoitu kieli tietokantojen sisällön käsittelyyn. (What is MySQL?. 2018)

2.3.4 PHP

PHP eli PHP: Hypertext Preprocessor on avoimen lähdekoodin skriptioohjelmointikieli jonka voi sulauttaa HTML koodin sisään. PHP dokumentti on kuin normaali HTML dokumentti, mutta se sisältää PHP sulkujen, `<?php` ja `?>`, väliin sisällytettyä ohjelmakoodia, joka ajetaan palvelimella. Tämä koodi generoi HTML-koodia, joka lähetetään käyttäjälle. Näin käyttäjä vastaanottaa vain koodin tuloksen, mutta ei tiedä mitä PHP koodi varsinaisesti teki. (What is PHP?. 2018)

3 TOTEUTUS

Tämä pääluku sisältää lyhyen kuvauksen tietojärjestelmän toteutuksessa tehdyistä valinnoista ja käytetyistä työkaluista.

3.1 LAMP stack virtuaalipalvelin

Tietokannan toteutuksen pohjaksi valittiin Turnkey Linuxin LAMP-stack virtual appliance. (LAMP Stack- Web Stack (MySQL). 2018) Valinta tehtiin koska virtuaalikone, jossa oli valmiiksi asennettu LAMP-stack, mahdollisti palvelimen helpon siirrettävyyden, uuden vastaavan palvelimen helpon pystyttämisen, sekä tietokannan ja sen käyttöliittymän kehityksen aloittamisen mahdollisimman nopeasti.

3.2 Palvelimen hallintaohjelmistot

Valittuun virtual applianceen oli asennettu valmiiksi seuraavat ohjelmistot verkkopalvelimen ja tietokannan hallintaan.

3.2.1 Webmin

Webmin on verkkopohjainen avoimen lähdekoodin käyttöliittymä Linux ja Unix järjestelmien hallintaan. Sen avulla järjestelmän asetuksia ja käyttäjätilejä voidaan hallita, sekä komentoja ajaa kirjautumalla verkkoselaimella webminin käyttöliittymään. (Introduction. 2016; Introduction To Webmin. 2018)

3.2.2 Adminer

Adminer on PHP pohjainen avoimen lähdekoodin tietokannan hallinta työkalu. Sen avulla voidaan hallita tietokantoja, sekä niiden schemaa ja sisältöä kirjautumalla verkkoselaimella adminerin hallinta paneeliin. (Adminer. 2018)

3.3 MySQL schema

Tietokannan schemasta suunniteltiin loki tyyppinen. Yhteystiedot, laitteiden tiedot ja laitteiden tukimateriaalien tiedot ovat omissa tauluissaan, jotka on sidottu toisiinsa tahtumaloki taulun kautta. Lisäksi laitteiden ja niiden tukimateriaalien tiedot on sidottu toisiinsa monesta-moneen yhteydellä linkkitaulukon avulla. Tietokannan rakennetta käsitellään tarkemmin myöhemmin luvussa 4.

3.4 Käyttöliittymä

Tietokannan käyttöliittymä toteutettiin HTML, CSS ja PHP kielillä ohjelmituna verkkosivuna. Käyttöliittymä kommunikoi taustalla pyörivän MySQL tietokannan kanssa PHP:n PDO abstraktiokerroksen avulla. Sen suunnittelussa ja ohjelmoinnissa on käytetty apuna phpdelusions.net:in ((The only proper) PDO tutorial. 2018) ja w3schools.com:in (2018) tutoriaaleja, sekä kyseisten ohjelmointikielien referenssidokumentteja. Käyttöliittymän rakennetta käsitellään tarkemmin myöhemmin luvussa 4.

4 JÄRJESTELMÄN DOKUMENTAATIO

Tämä pääluke sisältää järjestelmän käyttöohjeet ja tarkemman kuvauksen sen rakenteesta ja toteutuksesta.

4.1 Virallisten tukidokumenttien sijainnit

Seuraava taulukko kertoo, mistä TurnKey Linuxin LAMP virtual appliancen komponenttien virallinen dokumentaatio löytyy.

Taulukko 1. Palvelimen komponenttien tukidokumenttien sijainnit

Online dokumentaatio	
TurnKey Linux	https://www.turnkeylinux.org/docs
Debian Linux	https://www.debian.org/doc/
Apache	https://httpd.apache.org/docs/
MySQL	https://dev.mysql.com/doc/
PHP	https://secure.php.net/docs.php
Adminer	https://sourceforge.net/projects/adminer/support
Webmin	https://doxfer.webmin.com/Webmin/Main_Page
Palvelimen offline dokumentaatio	
Dokumentaatiohakemisto	/usr/share/doc/

4.2 Palvelimen asennusohjeet

Tämä luku sisältää ohjeet virtuaalisovelluksen, tietokannan ja sen käyttöliittymän asentamiseen askel askeleelta.

4.2.1 Ensimmäinen käynnistys

Lataa Turnkey Linuxin LAMP virtual appliance osoitteesta (<https://www.turnkeylinux.org/lampstack>) ja käynnistä se jollakin yhteensopivalla hypervisorilla.

Esimerkiksi VMware player (<https://www.vmware.com/products/player/playerpro-evaluation.html>) tai Oracle VirtualBox (<https://www.virtualbox.org/>) sopivat tähän tarkoitukseen.

Seuraa asennusohjeita, anna halutut juurisanat palvelimelle ja tietokannalle, konfiguroi tai ohita TurnKey Backup, e-mail hälytykset ja päivitykset oman tilanteen mukaan.

Konfiguroi palvelimen IP (ja mahdolliset muut asetukset) oman tilanteen mukaan: Advanced Menu, Networking, DHCP tai Static IP.

Palaa takaisin konfiguraatiokonsolin etusivulle ja osoita verkkoselain ruudussa näkyvään Web IP osoitteeseen. (Ohita mahdolliset varmenne varoitukset, jos et konfiguroinut ajan tasalla olevaa varmennetta.)

4.2.2 Tietokannan asennus

Paina Adminer linkkiä ja kirjaudu sisään tietokannan juuritunnuksilla.

Paina SQL command linkkiä, kopioi Schema Dump luvun koodinpätkässä olevat komennot tekstikenttään, ja paina "Execute" linkkiä.

Tarkista, että "teaching_device_database" tietokanta on luotu ja että se sisältää kaikki taulut ja kentät.

Palaa takaisin TurnKey LAMP Web paneeliin.

4.2.3 Käyttöliittymän käyttäjän luonti

Paina "Webmin" linkkiä ja kirjaudu sisään palvelimen juuritunnuksilla.

Valitse yläpalkista "Servers, MySQL Database Server" ja kirjaudu sisään tietokannan juuritunnuksilla.

Navigoi "User Permissions, Create new user" linkkien läpi.

Luo käyttöliittymälle tietokantakäyttäjä, jolle annat halutun nimen, salasanan ja muut asetukset. Rajaa käyttäjän oikeudet paikalliselle palvelimelle syöttämällä "Hosts" kenttään arvo localhost. Käyttäjä tarvitsee SELECT, INSERT, UPDATE, ja DELETE oikeudet.

4.2.4 PHP:n lokiastestusten konfigurointi

Valitse yläpalkista "System, PHP Configuration", paina "Manage" linkkiä apachen "php.ini" tiedoston kohdalla ja valitse "Error Logging" linkki.

Valitse lokitiedostoksi "Syslog" tai syötä oman lokitiedoston sijainti. Paina "Save" linkkiä.

4.2.5 Käyttöliittymän asennus

Avaa tiedostoselain valitsemalla yläpalkista "Tools, File Manager".

Lataa käyttöliittymän taustakoodin arkisto "dev-db-adm-src.tar.gz" hakemistoon /var/ selaamalla kyseiseen hakemistoon ja painamalla vihreää ylöspäin osoittavaa nuoli

painiketta tiedostoselaimen ylävalikossa ja lataa käyttöliittymän verkkosivujen arkisto "dev-db-adm-site.tar.gz" hakemistoon "/var/www" toistamalla sama toimenpide.

pura ne samoihin kansioihin avaamalla yläpalkista "Tools, Command Shell" ja syöttämällä seuraavat komennot komento kehoitteeseen.

```
cd /var/
tar zxvf "dev-db-adm-src.tar.gz"
cd /var/www/
tar zxvf "dev-db-adm-site.tar.gz"
```

Tarkista tiedostoselaimessa että "/var/dev-db-adm-src" hakemiston sen alihakemistojen, sekä niiden tiedostojen omistajina on juurikäyttäjä ja ryhmänä Apache käyttäjän ryhmä, oletuksena "root:www-data", ja käyttölupien koodina "0750". Hakemiston "/var/dev-db-adm-src/conf/" "gauth" ja "uauth" tiedostoja lukuun ottamatta, niiden käyttöoikeuskoodien tulisi olla "0640".

Tarkista samoin että "/var/www/dev-db-adm-site" hakemiston ja sen tiedostojen käyttäjänä ja ryhmänä on juuri, oletuksena "root:root", ja että kyseisen hakemiston käyttöluva koodi on "0755", ja kansion tiedostojen "0644".

Osoita verkkoselain osoitteeseen "palvelimenIP/dev-db-adm-site/index.php" ja tarkista että tietokannan käyttöliittymä toimii.

4.2.6 Apachen ryhmä-autentikoinnin konfigurointi

Avaa yläpalkista "Tools, File Manager".

Luo (plus merkillä merkittyä paperiarkkia esittävä kuvake) file managerilla kaksi teksti-tiedostoa jonnekin "/var/www/" kansion ULKOPUOLELLE apachen user ja group tiedostoiksi. Vaihda niiden omistajaksi hallintokäyttäjä ja ryhmäksi apache käyttäjä, oletuksena "root:www-data", ja anna niille oikeuskoodi "0640". Kansio, jossa tiedostot sijaitsevat, tarvitsee oikeuskoodin "0750". Hakemistossa "/var/dev-db-adm-src/conf/" on esimerkeiksi sopivat "uauth" user tiedosto ja "gauth" group tiedosto, mutta ne voi korvata omilla tiedostoilla jossain muussa hakemistossa jos tarvitsee.

Valitse yläpalkista "Servers, Apache Webserver" ja navigoi "Global configuration, Configure Apache Modules" linkkien läpi. Ruksi "authz_groupfile" moduuli ja paina "Enable Selected Modules" ja "Apply Changes" Linkkejä.

Navigoi "Existing virtual hosts, Default Server" linkkien läpi ja luo uusi hakemistokonfiguraatio syöttämällä "Create Per-Directory, Files or Location Options" kenttään polku "/var/www/dev-db-adm-site" ja painamalla "Create" linkkiä.

Valitse juuri luotu "/var/www/dev-db-adm-site" linkki, valitse "Access Control" ja syötä lomakkeeseen seuraavat arvot:

- Authentication realm name: "Teaching Device Database UI"
- Authentication type: "basic"
- Restrict access by login: "Only these groups" "haluttu ryhmänimi"
- Basic login user file types: "Text file"
- User text file: "/polku/aikaisemmin/luotuun/user-tiedostoon"
- Group text file: "/polku/aikaisemmin/luotuun/group-tiedostoon"
- Restrict access: "Deny then allow".

Tallenna asetukset "Save" linkillä, avaa "Access Control" uudestaan ja valitse "Edit users".

Luo käyttöliittymälle halutut käyttäjät ja valitse "Save", "Return to access control", "Edit groups" sekä "Add group".

Lisää uusi ryhmä aikaisemmin määritellyn "Restrict access by login" ryhmän nimellä, ja lisää halutut käyttäjät sen alle.

Tallenna valitsemalla "Save" ja palaa valitsemalla "Return to access control". Paina lopuksi "Apply Changes" linkkiä.

Osoita verkkoselain osoitteeseen "palvelimenIP/dev-db-adm-site/index.php" ja tarkista että kirjautuminen ja tietokannan käyttöliittymä toimii.

4.3 Tietokanta

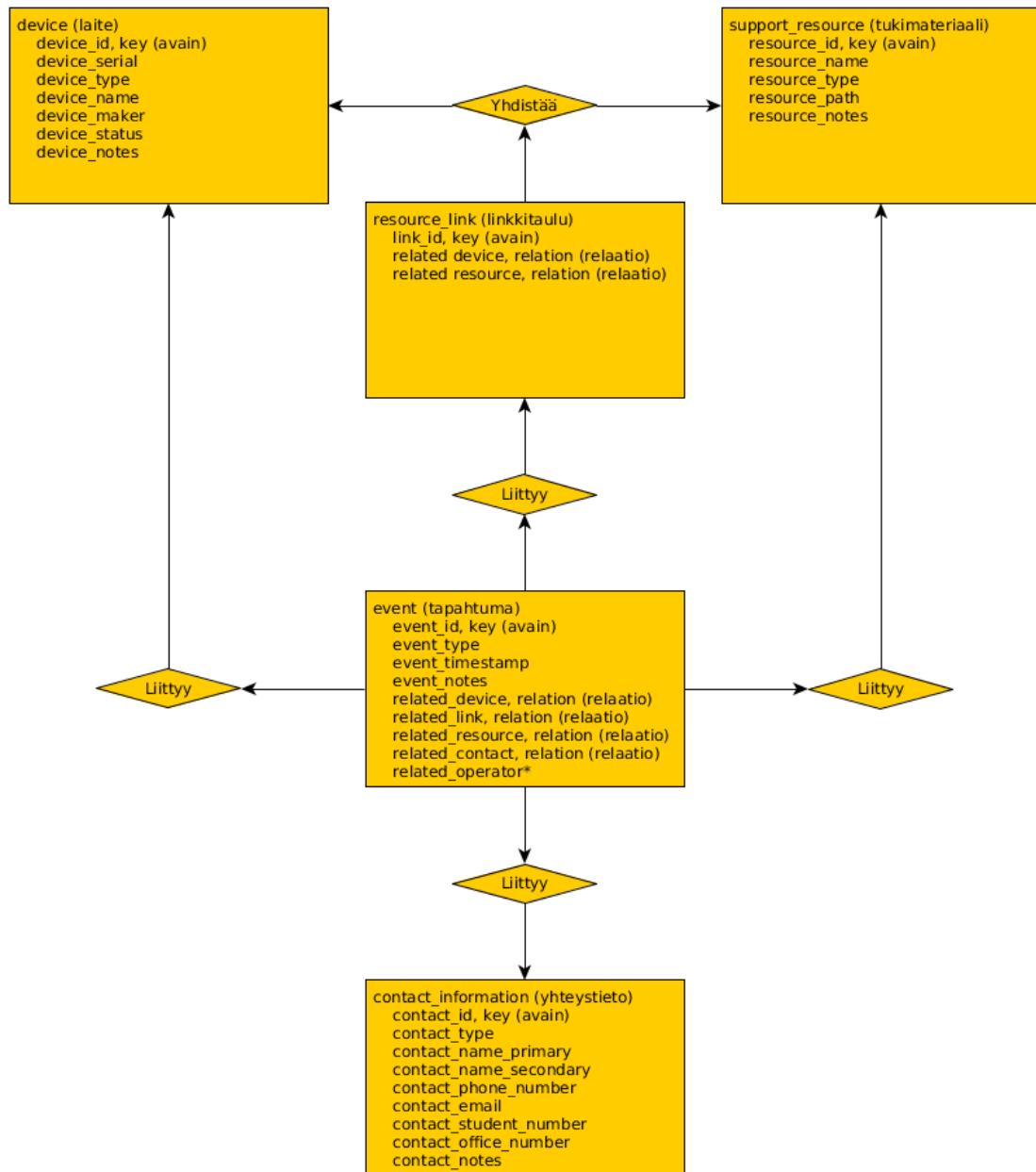
Tietokannan schemasta suunniteltiin loki tyyppinen. Yhteystiedot, laitteiden tiedot ja laitteiden tukimateriaalien tiedot ovat omissa tauluissaan, jotka on sidottu toisiinsa tapahtumaloki taulun kautta. Lisäksi laitteiden ja niiden tukimateriaalien tiedot on sidottu toisiinsa monesta-moneen yhteydellä linkkitaulukon avulla.

Loki ja linkki tauluja lukuun ottamatta jokainen tietokannan taulu tallentaa vain oman tyyppistensä asioiden tietoja. Tietokannan varsinainen sydän on tapahtumalokitaulu, joka tallentaa muita muutoksia tehdessä lokiin tapahtumia, jotka sisältävät muutoksien aikaleiman, niiden tiedot, sekä niihin liittyvät relaatiot. Kaikkien tapahtumien, mukaan lukien lainausten seuranta tapahtuu tapahtumalokin kautta.

Linkkitaulua käytetään toteuttamaan monesta moneen yhteys laitteiden ja tukimateriaalien välille. Sen kautta sama laite voi olla yhteydessä useaan eri tukimateriaaliin. Ja sama tukimateriaali voi olla yhteydessä useaan eri laitteeseen.

4.3.1 Scheman Tarkempi Kuvaus

Seuraava kuvio esittää tietokannan taulujen, kenttien ja relaatioiden rakenteen. Huomaa *:llä merkitty "related_operator" kenttä "event" taulussa, sen oli alunperin tarkoitus olla toinen relaatio "contact_information" tauluun, joka tallentaisi tapahtuman toimeenpanneen henkilön id:n. Mutta koska autentikointi päädyttiin toteuttamaan Apachen autentikoinnilla, se muutettiin kentäksi joka sen sijaan tallentaa tapahtuman toimeenpanneen Apache käyttäjän nimen.



Kuvio 1. Tietokannan taulut, kentät ja relaatiot. Huomaa *:llä merkitty "related_operator" kenttä "event" taulussa.

Lisäksi seuraava taulukko listaa tietokannan taulut, niiden kentät, sekä kenttien käyttö-tarkoitukset.

Taulukko 2. Tietokannan Scheman taulujen ja kenttien kuvaukset.

contact_information	Taulukko yhteystietojen tallentamiseen
contact_id	Juokseva id-numero.
contact_type*	Yhteystiedon tyyppi, sisältö vapaavalintainen.
contact_name_primary*	Yhteystiedon päänimi. Henkilön sukunimi tai organisaation täydellinen nimi, yhteystiedosta riippuen.
contact_name_secondary	Yhteystiedon toissijainen nimi. Henkilön etunimi tai organisaation lyhytmuotoinen nimi, yhteystiedosta riippuen.
contact_phone_number**	Yhteystiedon puhelinnumero.
contact_email**	Yhteystiedon sähköpostiosoite.
contact_student_number**	Yhteystiedon opiskelijanumero, jos kyseessä on opiskelija.
contact_office_number**	Yhteystiedon toimistonumero, jos kyseessä on henkilökunnan jäsen.
contact_notes	Tekstikenttä vapaamuotoisille muistiinpanoille.
*	Pakollinen kenttä.
**	Yhdellä näistä kentistä täytyy olla arvo uutta yhteystietoa luodessa.
device	Taulukko laitteiden tietojen tallentamiseen.
device_id	Juokseva id-numero.
device_serial*	Laitteen sarjanumero.
device_type	Laitteen tyyppi.
device_name*	Laitteen nimi.
device_maker	Laitteen valmistajan nimi.
device_status**	Laitteen tila.

device_notes	Tekstikenttä vapaamuotoisille muistiinpanoille.
*	Joko nimellä tai sarjanumerolla on oltava arvo uutta laitetta luodessa.
**	Laitteen tilan on oltava "Device, Loan, available" tai "Device, Acquisition, order placed" uutta laitetta luotaessa.
event	Taulukko tahtumalokin ylläpitämiseen.
event_id	Juokseva id-numero.
event_type*	Tapahtuman tyyppi.
event_timestamp	Tapahtuman aikaleima.
event_notes	Automaattisesti generoitu kuvaus tapahtumaan liittyvistä muutoksista.
related_device	Relaatio tapahtumaan mahdollisesti liittyvän laitteen id-numeroon.
related_link	Relaatio tapahtumaan mahdollisesti liittyvän linkin id-numeroon.
related_resource	Relaatio tapahtumaan mahdollisesti liittyvän tukimateriaalin id-numeroon.
related_contact	Relaatio tapahtumaan mahdollisesti liittyvän yhteystiedon id-numeroon.
related_operator**	Tapahtuman toimeenpanneen apache-käyttäjän käyttäjänimi.
*	Mahdolliset tapahtumatyypit on listattu luvussa 4.4.4, taulukossa 4.
**	Related_operator kentän oli alun perin tarkoitus olla relaatio tapahtuman toimeenpanneen käyttäjän yhteystiedon id-numeroon. Mutta koska autentikointi päädyttiin toteuttamaan Apachen autentikoinnilla, se on sen sijaan kenttä, joka tallentaa toimeenpanneen apache-käyttäjän käyttäjänimen.

resource_link	Taulukko laitteiden ja tukimateriaalien yhteensitomiseen.
link_id	Juokseva id-numero.
related_device	Relaatio linkkiin liittyvän laitteen id-numeroon.
related_resource	Relaatio linkkiin liittyvän tukimateriaalin id-numeroon.
support_resource	Taulukko tukimateriaalien tietojen tallentamiseen.
resource_id	Juokseva id-numero.
resource_name*	Tukimateriaalin nimi.
resource_type*	Tukimateriaalin tyyppi.
resource_path*	Tukimateriaalin sijainnin url-osoite. Esimerkiksi ohjekirjan tai ajuriohjelmiston lataus-linkki. Tai linkki valmistajan kotisivuille.
resource_notes	Tekstikenttä vapaamuotoisille muistiinpanoille.
*	Pakollinen kenttä.

4.3.2 Schema Dump

Seuraava ohjelmapätkä luo tyhjän opetusvälinetietokannan MySQL palvelimelle.

```
-- Adminer 4.2.5 MySQL dump

SET NAMES utf8;
SET time_zone = '+00:00';

DROP DATABASE IF EXISTS `teaching_device_database`;
CREATE DATABASE `teaching_device_database` /*!40100
DEFAULT CHARACTER SET utf8 */;
USE `teaching_device_database`;

DROP TABLE IF EXISTS `contact_information`;
CREATE TABLE `contact_information` (
  `contact_id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `contact_type` text NOT NULL,
  `contact_name_primary` text NOT NULL,
  `contact_name_secondary` text,
  `contact_phone_number` text,
  `contact_email` text,
  `contact_student_number` text,
  `contact_office_number` text,
  `contact_notes` text,
  PRIMARY KEY (`contact_id`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=2 DEFAULT CHARSET=utf8;

DROP TABLE IF EXISTS `device`;
CREATE TABLE `device` (
  `device_id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `device_serial` text,
  `device_type` text,
  `device_name` text,
  `device_maker` text,
  `device_status` text NOT NULL,
  `device_notes` text,
  PRIMARY KEY (`device_id`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=21 DEFAULT CHARSET=utf8;

DROP TABLE IF EXISTS `event`;
CREATE TABLE `event` (
  `event_id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `event_type` text NOT NULL,
```

```

        `event_timestamp` timestamp NOT NULL DEFAULT
CURRENT_TIMESTAMP ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
        `event_notes` text NOT NULL,
        `related_device` int(11) DEFAULT NULL,
        `related_link` int(11) DEFAULT NULL,
        `related_resource` int(11) DEFAULT NULL,
        `related_contact` int(11) DEFAULT NULL,
        `related_operator` text,
PRIMARY KEY (`event_id`),
KEY `related_device` (`related_device`),
KEY `related_link` (`related_link`),
KEY `related_resource` (`related_resource`),
KEY `related_contact` (`related_contact`),
KEY `related_operator` (`related_operator`(4))
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=100 DEFAULT
CHARSET=utf8;

```

```

DROP TABLE IF EXISTS `support_resource`;
CREATE TABLE `support_resource` (
  `resource_id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `resource_name` text NOT NULL,
  `resource_type` text NOT NULL,
  `resource_path` text NOT NULL,
  `resource_notes` text,
PRIMARY KEY (`resource_id`)
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=4 DEFAULT CHARSET=utf8;

```

```

DROP TABLE IF EXISTS `resource_link`;
CREATE TABLE `resource_link` (
  `link_id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  `related_device` int(11) NOT NULL,
  `related_resource` int(11) NOT NULL,
PRIMARY KEY (`link_id`),
KEY `related_device` (`related_device`),
KEY `related_resource` (`related_resource`),
  CONSTRAINT `resource_link_ibfk_1` FOREIGN KEY
(`related_device`) REFERENCES `device` (`device_id`) ON
DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,
  CONSTRAINT `resource_link_ibfk_2` FOREIGN KEY
(`related_resource`) REFERENCES `support_resource`
(`resource_id`) ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE
) ENGINE=InnoDB AUTO_INCREMENT=9 DEFAULT CHARSET=utf8;

```

```
-- 2017-08-29 16:23:09
```

Kuvio 2. Opetusvälinetietokannan Schema Dump.

4.4 Käyttöliittymä

4.4.1 Laitepaneeli

Tätä paneelia käytetään uusien laitetietojen lisäämiseen tietokantaan, olemassa olevien laitetietojen selaamiseen ja muokkaamiseen, sekä niiden tilojen ja tilamuutoksiin liittyvien yhteyshenkilötietojen muuttamiseen.

Main	Event Log	Device Panel	Resource Panel	Contact Panel	Link Panel	Current User: dev_DB_adm	
----------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------------------	--

Device Admin Panel

Id	<input type="text"/>
Name	<input type="text"/>
Type	<input type="text"/>
Maker	<input type="text"/>
Serial #	<input type="text"/>
Status	Device, all <input type="button" value="v"/>
Sort by	Id <input type="button" value="v"/>
Sort order	Ascending <input type="button" value="v"/>
Add new?	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Confirm
<input type="button" value="Search or Add"/>	

Kuva 1. Kuvankaappaus laitepaneelistä

Paneelin lomakkeen pitäisi olla aika yksiselitteinen. Search or Add painike hakee tietokannasta laitemerkinnät joiden arvot vastaavat täytettyjen kenttien arvoja. Jos jonkin kentän arvolla ei ole väliä, niin sen voi jättää tyhjäksi. Sort by ja sort order valinnoilla voi määritellä, kuinka hakutulokset järjestetään.

Jos id kenttä on tyhjä, status kentän arvona on "Loan, available" tai "Acquisition, order placed", jompikumpi name tai serial kentistä on täytetty ja molemmat "Add new?" valintaruudut on ruksittu, niin tietokanta luo uuden laitteen, jonka kenttien arvot vastaavat lomakkeeseen täytettyjä arvoja ja palauttaa kyseisen laitteen hakutuloksena.

Results			
Result # :	1	Id :	21
Name :	test device	Serial # :	1234567890
Type :	test device	Status :	Device, Acquisition, order placed ▾
Maker :	test device maker	Loan/Reservation/Maintenance contact :	
Notes			
Actions			
<input type="button" value="Reset to original values"/> <input type="button" value="Update"/> <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Confirm			
Related Resources			
test resource			
Related			
events			

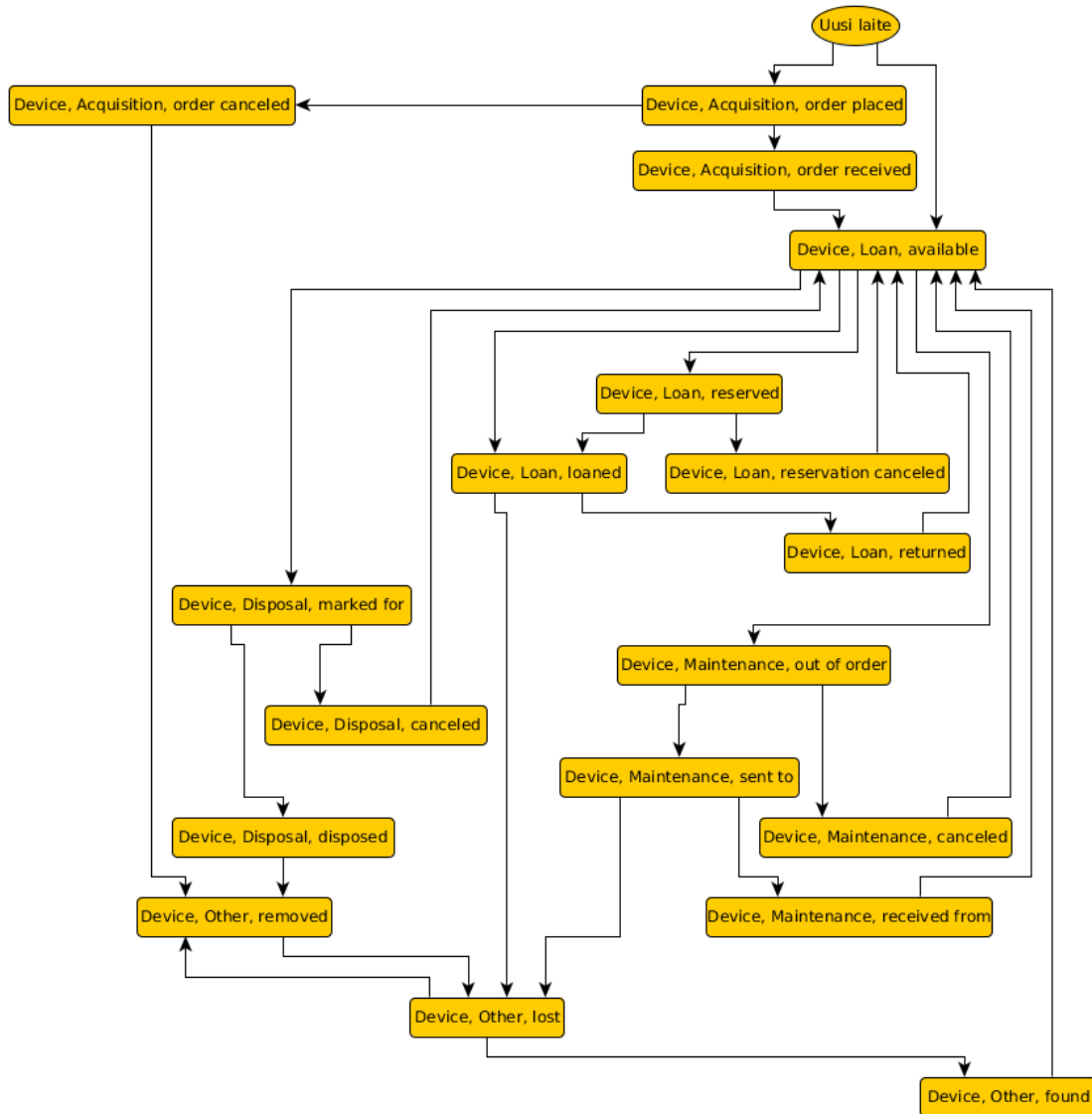
Kuva 2. Kuvankaappaus laitehaun tuloksesta

Laitehaun tuloksena on lista edellisen kuvion mukaisia lomakkeita. Lukuun ottamatta id kenttää, kaikkia kuvassa näkyvien kenttien arvoja voi muuttaa kirjoittamalla uuden arvon niiden päälle, ruksimalla molemmat varmistus ruudut, ja painamalla update painiketta. ”Reset to original values” painike palauttaa kentät vastaamaan alkuperäistä hakutulosta.

”Loan/Reservation/Maintenance contact” kenttä on tarkoitettu yhteystietojen id-numeron tallentamiseen. Lainaus, varaus tai huoltotilaa muuttaessa, tähän kenttään tulisi tallentaa lainaajan, varaajan tai huoltohenkilön tai -yrityksen yhteystietojen id-numero.

Related Resources otsikon alle listataan linkkipainikkeet kyseiseen laitteeseen liittyvien tukimateriaalien tietoihin tukiresurssi paneelissa. Ja events painike tekee lokihaun kaikista kyseiseen laitteeseen liittyvistä tapahtumista.

Notes kenttään voi kirjoittaa vapaamuotoisia muistiinpanoja laitteesta.



Kuvio 3. Laitteen tilan elinkaari tietokannassa

Laitetilojen siirtymiä valvotaan käyttöliittymässä rajoittamalla mahdollisia tilavalintoja nykyisestä tilasta riippuen. Tilojen nimet ja niiden siirtymät on määritelty käyttöliittymän konfiguraatitiedostossa. Jos niitä haluaa muuttaa, se kannattaa tehdä ennen tietokannan käyttöönottoa.

Konfiguraatitiedostossa määritellyt tilanimet vaikuttavat vain tuleviin tilojen muutoksiin, joten niiden muuttaminen jälkeinpäin jättää olemassa olevien tietojen tilakenttien arvot virheellisiksi.

Jos näin tapahtuu, niille pitää ajaa jälkeinpäin manuaalisesti jonkinlainen SQL-komento joka muuttaa kaikki vanhoja arvoja omaavien tilakenttien arvot niitä vastaaviin uusiin arvoihin.

Taulukko 3 sisältää oletuksena määritellyt laitetilat, sekä niiden kuvaukset.

Taulukko 3. Laitetilat ja niiden kuvaukset.

Device, Loan	Laitteiden lainauksiin liittyvät tilat.
Device, Loan, available	Laite on lainattavissa.
Device, Loan, loaned	Laite on lainattu.
Device, Loan, returned	Laite on palautettu.
Device, Loan, reserved	Laite on varattu.
Device, Loan, reservation canceled	Laitteen varaus on peruutettu.
Device, Maintenance	Laitteiden huoltoon liittyvät tilat.
Device, Maintenance, out of order	Laite on epäkunnossa tai rikki.
Device, Maintenance, canceled	Epäkuntoinen laite on palautettu käyttöön, joko virheellisen hajoamismerkinnän tai it-setehdyn huoltotoimenpiteen vuoksi.
Device, Maintenance, sent to	Laite on lähetetty huoltoon.
Device, Maintenance, received from	Laite on vastaanotettu huollosta.
Device, Acquisition	Laitteiden hankintaan liittyvät tilat.
Device, Acquisition, order placed	Laite on tilauksessa.
Device, Acquisition, order canceled	Laitteen tilaus on peruutettu.
Device, Acquisition, order received	Tilattu laite on vastaanotettu.
Device, Disposal	Laitteiden hävitykseen liittyvät tilat.
Device, Disposal, marked for	Laite on merkitty hävitettäväksi.
Device, Disposal, canceled	Laitteen hävitys on peruutettu.
Device, Disposal, disposed	Laite on hävitetty.
Device, Other	Muut laitetilat.
Device, Other, lost	Laite on hukattu.
Device, Other, found	Laite on löydetty.

Device, Other, removed

Laitte on merkitty tietokannasta "poistetuksi". Ns. "roskakori" tila, jonka avulla poistettua laitetta ei näytetä muissa hauissa, mutta sen tiedot pysyvät saatavilla.

4.4.2 Tukiresurssipaneeli

Tätä paneelia käytetään uusien tukiresurssitietojen lisäämiseen tietokantaan, olemassa olevien resurssien selaamiseen ja muokkaamiseen, sekä niiden kytkemiseen tietokannassa oleviin laitetietoihin.

Main	Event Log	Device Panel	Resource Panel	Contact Panel	Link Panel	Current User: dev_DB_adm
----------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------------------

Resource Admin Panel

Id	<input type="text"/>
Name	<input type="text"/>
Type	<input type="text"/>
Path	<input type="text"/>
Sort by	Id <input type="button" value="v"/>
Sort order	Ascending <input type="button" value="v"/>
Add new?	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Confirm
<input type="button" value="Search"/>	

Kuva 3. Kuvankaappaus resurssipaneelistä

Paneeli toimii vastaavalla tavalla kuin laitepaneelikin. Kenttiin voi täyttää joko hakuehdot tai uuden resurssin tiedot, riippuen onko "Add new?" valintaruudut ruksimatta vai ruksittu. Name, type ja path ovat pakollisia kenttiä uuden resurssitiedon luomiseksi.

Results			
Result # :	1	Id :	1
Name :	test resource	Type :	test resource
Path			
http://192.168.56.3/dev-db-adm-site/index.php			
http://192.168.56.3/dev-db-adm-site/index.php			
Notes			
Reset to original values			
Link to device Id: <input type="text"/>			
Update <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Confirm			
Related Devices (Search)		Link Id's (Confirm and click to delete)	
21, 1234567890, test device, test device, test device maker		1 <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Confirm	
Related			
events			

Kuva 4. Kuvankaappaus resurssihaun tuloksesta

Myös hakutulokset toimivat vastaavalla tavalla laitehaun tulosten kanssa. Tekstikenttiin voi kirjoittaa uudet tiedot, jotka korvaavat aikaisemmat tiedot kun varmistus ruudut on ruksittu ja update painiketta on painettu.

Path kenttään tulee tukiresurssin url-osoite, notes kenttä on vapaamuotoisille muistiinpanoille ja "Link to device Id" kenttään voi täyttää sen laitteen id numeron, johon kyseinen tukiresurssi tulisi liittää.

"Related Devices" otsikon alle listataan hakulinkit kaikkiin laitteisiin, joihin kyseinen tukiresurssi on liitetty, ja linkkien oikealle puolelle listataan kyseisten linkkien id nume-

rot. Ruksimalla varmistusruudut ja painamalla linkin id numeroa, kyseinen linkki laitteen ja resurssin välillä katkaistaan ja poistetaan.

Events painike tekee lokihaun resurssin liittyvistä tapahtumista.

4.4.3 Yhteystietopaneeli

Tätä paneelia käytetään uusien yhteystietojen lisäämiseen tietokantaan sekä olemassa olevien yhteystietojen selaamiseen ja muokkaamiseen.

Main	Event Log	Device Panel	Resource Panel	Contact Panel	Link Panel	Current User: dev_DB_adm	
----------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------------------	--

Contact Admin Panel

Id	<input type="text"/>
Type	<input type="text"/>
Primary Name (last name or full organization name)	<input type="text"/>
Secondary Name (first name or shortform organization name)	<input type="text"/>
E-mail	<input type="text"/>
Phone #	<input type="text"/>
Student #	<input type="text"/>
Office #	<input type="text"/>
Sort by	Id ▼
Sort order	Ascending ▼
Add new?	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Confirm

Search or Add

Kuva 5. Kuvankaappaus yhteystietopaneelistä

Yhteystietopaneeli vastaa jälleen muiden paneelien toimintaa. Kenttiin voi syöttää haku-ehdot, tai uuden yhteystiedon tiedot. "Add new?" varmistusruksit vaihtavat lomakkeen haku moodista uuden tiedon syöttö moodiin. Type ja primary name ovat pakollisia kenttiä uuden yhteystiedon luomiseksi, niiden lisäksi ainakin yhdellä kentällä e-mail osoitteesta tai phone, student tai office numeroista pitää myös olla arvo.

Results			
Result # :	1	Id :	1
Primary Name :	test	Secondary Name :	contact
Type :	test contact	E-mail :	test@test.test
Phone # :	73577357	Student # :	73577357
Office # :	73577357		
Notes			
Actions			
<input type="button" value="Reset to original values"/> <input type="button" value="Update"/> <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> Confirm			
Related			
events			

Kuva 6. Kuvankaappaus yhteystietohaun tuloksesta

Hakutulokset toimivat jälleen vastaavalla tavalla muihin hakutuloksiin verrattuna. Kenttiin voi kirjoittaa uudet arvot, update painike kirjoittaa uudet arvot tietokantaan jos varmistusruudut on ruksittu, "Reset to original values" painike palauttaa kenttiin niiden alkuperäiset arvot, ja events painike tekee lokihaun yhteystietoon liittyvistä tapahtumista.

4.4.4 Lokipaneeli

Tällä paneelilla voi selata tietokannan tapahtumalokin sisältöä. Se toimii lähes samalla tavalla kuin muutkin paneelit. Ainoa ero on se, että tapahtumalokiin ei voi syöttää uusia tietoja manuaalisesti käyttöliittymän kautta, vaan tapahtumatiedot lisätään lokiin automaattisesti tapahtuman yhteydessä.

Main	Event Log	Device Panel	Resource Panel	Contact Panel	Link Panel	Current User: dev_DB_adm
----------------------	---------------------------	------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	----------------------------	-----------------------------

Search the event log

Event id	<input type="text"/>
Event type	All <input type="button" value="v"/>
From	15 / 02 / 2018 <input type="button" value="x"/>
To	15 / 03 / 2018 <input type="button" value="x"/>
Device Id	<input type="text"/>
Link Id	<input type="text"/>
Support Resource Id	<input type="text"/>
Contact Id	<input type="text"/>
Operator Id	<input type="text"/>
Sort by	Time <input type="button" value="v"/>
Sort order	Descending <input type="button" value="v"/>
<input type="button" value="Search"/>	

Kuva 7. Kuvankaappaus lokipaneelistä

Results

Result # :	1	Id :	100
Time :	2018-02-12 18:51:13	Type :	Device, Acquisition, order placed
Device Id :	21	Contact Id :	
Link Id :		Related Operator :	dev_DB_adm
Resource Id :			
Notes			
New device added to database. Values: device_serial: "1234567890", device_type: "test device", device_name: "test device", device_maker: "test device maker", device_status: "Device, Acquisition, order placed", device_notes: ""			

Kuva 8. Kuvankaappaus lokihaun tuloksesta

Lokihaun tulokset poikkeavat myös hieman muiden paneelien hakutuloksista. Lokihaun tuloksia ei voi muokata manuaalisesti, notes kenttään on kirjattu automaattisesti tarkempi kuvaus tapahtumasta ja device/link/resource/contact id kentät sisältävät linkkipainikkeet jotka tekevät haun kyseisellä id:llä sitä vastaavassa paneelissa.

Taulukko 4 sisältää kaikki oletuksena määritellyt tapahtumatyypit joilla lokihaun sisältöä voi rajoittaa, sekä niiden kuvaukset.

Taulukko 4. Lokitapahtumien tyyppinimet ja kuvaukset.

All	Hakua ei rajata tapahtumatyypin perusteella.
Device, all	Tämän hakuvaihtoehdon toiminnallisuus on toteuttamatta, toistaiseksi tekee saman haun kuin yllä oleva "All" haku. Tarkoituksena olisi rajata haku vain laitteisiin kohdistuneisiin tapahtumiin.
Device, Loan, all	Rajaa haun kaikkiin laitteiden lainauksiin liittyviin tapahtumiin.
Device, Loan, available	Rajaa haun tapahtumiin, joissa laitteen lainaustila on asetettu saatavilla olevaksi.
Device, Loan, loaned	Rajaa haun varsinaisiin lainaustapahtumiin.
Device, Loan, returned	Rajaa haun lainojen palautuksiin.
Device, Loan, reserved	Rajaa haun lainavaraus tapahtumiin.
Device, Loan, reservation canceled	Rajaa haun lainavarausten peruuttamisiin.
Device, Maintenance, all	Rajaa haun kaikkiin laitteiden huoltotapahtumiin.
Device, Maintenance, out of order	Rajaa haun tapahtumiin, joissa laitteen tilaksi on asetettu "out of order".
Device, Maintenance, canceled	Rajaa haun tapahtumiin, joissa "out of order" tila on peruttu.
Device, Maintenance, sent to	Rajaa haun tapahtumiin, joissa laite on lähetetty tai luovutettu huoltoon.
Device, Maintenance, received from	Rajaa haun tapahtumiin, joissa laite on vastaanotettu huollosta.
Device, Acquisition, all	Rajaa haun kaikkiin laitetilauksiin liittyviin tapahtumiin.
Device, Acquisition, order placed	Rajaa haun kaikkiin laitetilaus tapahtumiin.
Device, Acquisition, order canceled	Rajaa haun kaikkiin peruutettuihin laitetilauksiin.

Device, Acquisition, order received	Rajaa haun kaikkiin vastaanotettuihin laitetilauksiin.
Device, Disposal, all	Rajaa haun kaikkiin laitteiden hävityksiin liittyviin tapahtumiin.
Device, Disposal, marked for	Rajaa haun kaikkiin tapahtumiin, joissa laite on asetettu hävitettäväksi.
Device, Disposal, canceled	Rajaa haun kaikkiin hävitysten peruutuksiin.
Device, Disposal, disposed	Rajaa haun kaikkiin toimeenpantuihin hävityksiin.
Device, Other, all	Rajaa haun muihin laitteisiin liittyviin tapahtumiin.
Device, Other, lost	Rajaa haun tapahtumiin, joissa laite on asetettu hukatuksi.
Device, Other, found	Rajaa haun tapahtumiin, joissa laite on asetettu löydetyksi.
Device, Other, removed	Rajaa haun tapahtumiin, joissa laitteen tila on asetettu poistetuksi.
Contact, all	Rajaa haun kaikkiin yhteystietoihin liittyviin tapahtumiin.
Contact, added	Rajaa haun uusien yhteystietojen lisääksiin.
Contact, modified	Rajaa haun vanhojen yhteystietojen muokkauksiin.
Contact, removed	Teoriassa rajaa haun vanhojen yhteystietojen poistamisiin. Käytännössä, ei tee mitään, koska yhteystietoja ei voi poistaa lokin integriteetin säilyttämisen vuoksi.
Resource, all	Rajaa haun kaikkiin tukimateriaaleihin liittyviin tapahtumiin.
Resource, added	Rajaa haun uusien tukimateriaalien lisääksiin.

Resource, modified	Rajaa haun vanhojen tukimateriaalien muokkauksiin.
Resource, removed	Teoriassa rajaa haun vanhojen tukimateriaalien poistamisiin. Käytännössä, ei tee mitään, koska tukimateriaaleja ei voi poistaa lokin integriteetin säilyttämisen vuoksi.
Link, all	Rajaa haun kaikkiin linkkeihin liittyviin tapahtumiin.
Link, added	Rajaa haun uusien linkien luontiin laitteiden ja tukimateriaalien välille.
Link, removed	Rajaa haun vanhojen laitteiden ja tukimateriaalien välisten linkkien katkaisuun .

4.4.5 Linkkipaneeli

Tämän paneelin avulla voi listata olemassa olevat tietokannan laitteiden ja tukiresursien väliset yhteydet. Koska kyseiset linkit luodaan ja poistetaan tukiresurssipaneelissa, se on olemassa lähinnä varmuuden vuoksi jotta olemassa olevia linkkejä voi seurata ja sen sisältöön ei tarvitse kiinnittää paljoakaan huomiota.

Main	Event Log	Device Panel	Resource Panel	Contact Panel	Link Panel	Current User: dev_DB adm
Search Device/Resource Links						
Link id	<input type="text"/>					
Related Device	<input type="text"/>					
Related Resource	<input type="text"/>					
Sort by	Event Id					
Sort order	Ascending					
<input type="button" value="Search"/>						

Kuva 9. Kuvankaappaus linkkipaneelista

Samoin kuin lokipaneelissa, linkkipaneelissa ei voi luoda uusia tietoja, vain tehdä hakuja olemassa olevista linkeistä.

Results			
Result # :	1	Id :	1
Device Id :	21	Resource Id :	1

Kuva 10. Kuvankaappaus linkkihaun tuloksesta

Linkkihaun tulokset ovat myös muita hakuja yksinkertaisempia. Ainoat listatut tiedot ovat linkin id numero sekä id numerot ja hakulinkit kyseisen linkin yhdistämään laitteeseen ja resurssiin.

4.4.6 Käyttöliittymän rakenne

Taulukko 5 sisältää tiedot toteutetun käyttöliittymän tärkeiden hakemistojen ja tiedostojen sijainnista ja niiden tarkoituksista.

Taulukko 5. Toteutetun käyttöliittymän tiedostojen sijainnit ja niiden tarkoitukset.

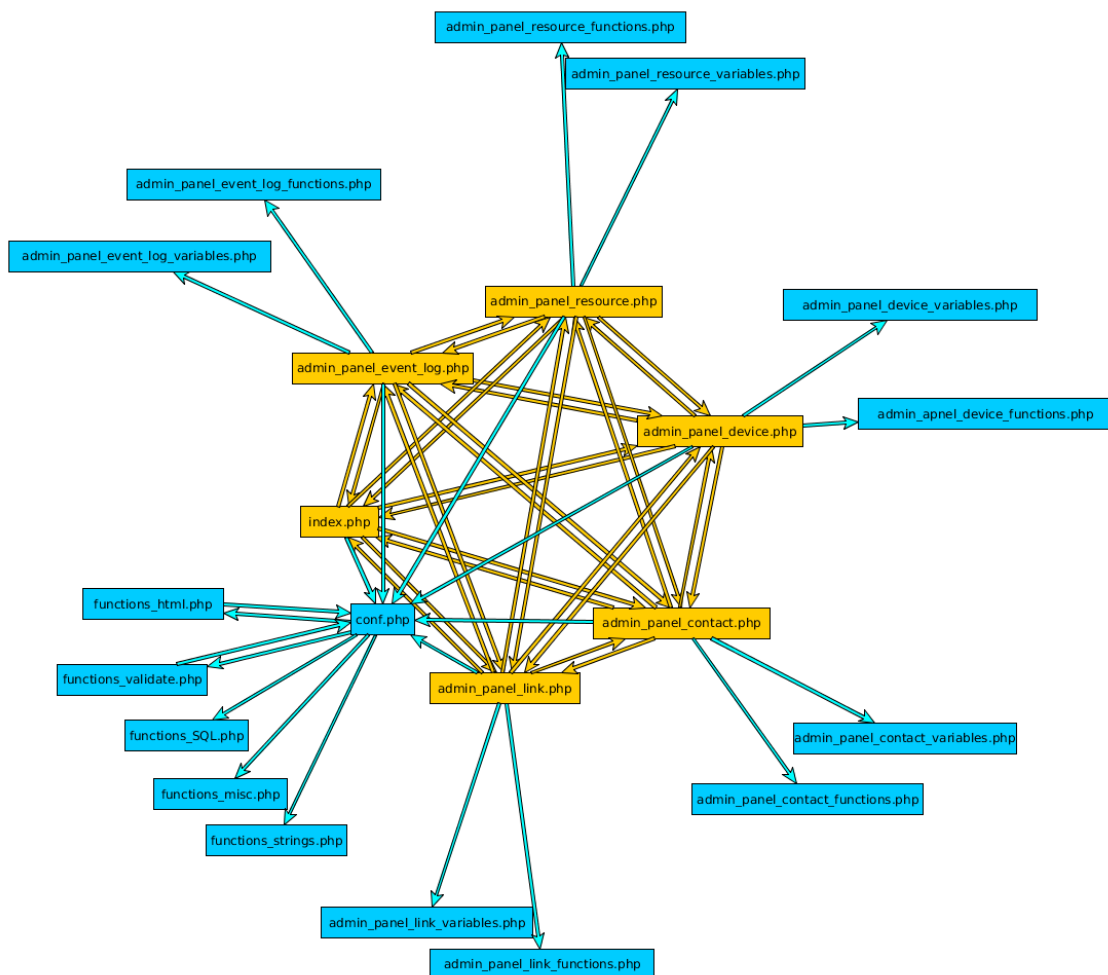
<i>/var/dev-db-adm-src/</i>	Sisältää käyttöliittymän toiminnallisuuden toteuttavat hakemistot ja tiedostot.
<i>/var/dev-db-adm-src/conf/</i>	Sisältää käyttöliittymän konfiguraatio tiedoston.
<i>/var/dev-db-adm-src/conf/conf.php</i>	Tietokannan käyttöliittymän konfiguraatio tiedosto.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/</i>	Sisältää tiedostoja käyttöliittymän verkkosivujen käyttämien funktioiden säilyttämiseen.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/admin_panel_contact_functions.php</i>	Käyttöliittymän yhteystietopaneelin käyttämät funktiot.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/admin_panel_device_functions.php</i>	Käyttöliittymän laitepaneelin käyttämät funktiot.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/admin_panel_event_log_functions.php</i>	Käyttöliittymän tapahtumalokipaneelin käyttämät funktiot.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/admin_panel_link_functions.php</i>	Käyttöliittymän linkkipaneelin käyttämät funktiot.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/admin_panel_resource_functions.php</i>	Käyttöliittymän tukimateriaalipaneelin käyttämät funktiot.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/functions_html.php</i>	Sisältää apufunktioita jotka generoivat automaattisesti koodia erilaisille HTML rakenteille.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/functions_misc.php</i>	Sisältää sekalaisia apufunktioita.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/functions_SQL.php</i>	Sisältää apufunktioita PDO/SQL kyselyjen generoimiseen.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/functions_strings.php</i>	Sisältää sekalaisia apufunktioita merkkijonojen käsittelyyn.
<i>/var/dev-db-adm-src/functions/functions_validate.php</i>	Sisältää apufunktioita käyttäjän syötteen sanitointiin.
<i>/var/dev-db-adm-src/variables/</i>	Sisältää tiedostoja käyttöliittymän verkkosivujen käyttämien muuttujien säilyttämiseen.

<i>/var/dev-db-adm-src/variables/ admin_panel_contact_variables.php</i>	Käyttöliittymän yhteystietopaneelin käyttämät muuttujat.
<i>/var/dev-db-adm-src/variables/ admin_panel_device_variables.php</i>	Käyttöliittymän laitepaneelin käyttämät muuttujat.
<i>/var/dev-db-adm-src/variables/ admin_panel_event_log_variables.php</i>	Käyttöliittymän tapahtumalokipaneelin käyttämät muuttujat.
<i>/var/dev-db-adm-src/variables/ admin_panel_link_variables.php</i>	Käyttöliittymän linkkipaneelin käyttämät muuttujat.
<i>/var/dev-db-adm-src/variables/ admin_panel_resource_variables.php</i>	Käyttöliittymän tukimateriaalipaneelin käyttämät muuttujat.
<i>/var/www/dev-db-adm-site/</i>	Käyttöliittymän käyttäjälle näkyvien verkkosivujen hakemisto.
<i>/var/www/dev-db-adm-site/ admin_panel_contact.php</i>	Käyttöliittymän yhteystietopaneeli.
<i>/var/www/dev-db-adm-site/ admin_panel_device.php</i>	Käyttöliittymän laitepaneeli.
<i>/var/www/dev-db-adm-site/ admin_panel_event_log.php</i>	Käyttöliittymän tapahtumalokipaneeli.
<i>/var/www/dev-db-adm-site/ admin_panel_link.php</i>	Käyttöliittymän linkkipaneeli.
<i>/var/www/dev-db-adm-site/ admin_panel_resource.php</i>	Käyttöliittymän tukimateriaalipaneeli.
<i>/var/www/dev-db-adm-site/index.php</i>	Käyttöliittymän etusivu.
<i>/var/www/dev-db-adm-site/style.css</i>	Käyttöliittymän CSS tyylitiedosto.
<i>/jossain/var/www/n/ulkopuolella</i>	Vapaasti valittava hakemisto jossakin /var/www/ hakemiston ulkopuolella Apachen autentikointitiedostojen säilyttämiseen.
<i>/jossain/var/www/n/ulkopuolella/ apache_auth_kayttajat</i>	Vapaasti nimettävä tiedosto jossakin /var/www/ hakemiston ulkopuolella Apachen käyttäjien autentikoimiseen.

*/jossain/var/www/n/ulkopuolella/
apache_auth_ryhmat*

Vapaasti nimettävä tiedosto jossakin /var/
www/ hakemiston ulkopuolella Apachen
ryhmien autentikoimiseen.

Seuraava kuvio kuvaa kuinka kyseiset tiedostot liittyvät toisiinsa. Oranssit laatikot esittävät käyttäjälle näkyviä PHP-sivuja, ja niiden väliset oranssit nuolet niiden välisiä hyperlinkkejä. Siniset laatikot esittävät toiminnallisuutta toteuttavia käyttäjälle näkymättömiä PHP-kooditiedostoja, ja siniset nuolet sivujen ja kooditiedostojen välisiä "require_once" riippuvuussuhteita.



Kuvio 4. PHP-sivujen ja kooditiedostojen väliset yhteydet. Oranssit laatikot: PHP-sivuja. Oranssit nuolet: hyperlinkkejä. Siniset laatikot: Toiminnallisuutta toteuttavia PHP-kooditiedostoja. Siniset nuolet: "require_once" PHP-riippuvuussuhteita.

4.4.7 Käyttöliittymän tunnetut virheet, puutteellisuudet ja kehitysehdotukset

Taulukko 6 käsittelee käyttöliittymän tunnettuja virheitä ja puutteellisuuksia, niiden tilapäisiä ratkaisuja, sekä kehitysehdotuksia niiden korjaamiseen.

Taulukko 6. Tunnetut virheet ja puutteellisuudet

Ongelma	Tukimateriaalien tai yhteystietojen poistamista tietokannasta ei ole toteutettu, koska se aiheuttaisi lokissa linkkejä olemassa olemattomiin materiaaleihin tai yhteystietoihin. Tästä syystä myös "Contact, removed" ja "Resource, removed" lokihaut eivät anna yhtään tuloksia.
Tilapäinen ratkaisu	Jos tukimateriaaleja tai yhteystietoja halutaan poistaa, se täytyy tehdä manuaalisesti SQL-komennoilla tai ylikirjoittamalla niiden kentät paikkamerkeillä.
Tilapäinen ratkaisu	Lokimerkinnyt pitää myös kirjata tukimateriaalien tai yhteystietojen muutoshistoriasta joten jos kyseinen historia halutaan hävittää, se pitää myös tehdä poistamalla kyseiseen yhteystiedon tai tukimateriaalin muutoksiin liittyvät lokimerkinnyt manuaalisesti.
Kehitysehdotus	Toteuta käyttöliittymään "poisto" ominaisuus, joka automaattisesti ylikirjoittaa valitun tukimateriaalin tai yhteystiedon kentät mitäänsanomattomilla paikkamerkeillä, ja kuittaa tapahtuman lokiin "Contact, removed" tai "Resource, removed" tyyppisenä.
Kehitysehdotus	Toteuta käyttöliittymään ominaisuus poistettujen yhteystietojen tai tukimateriaalien muokkaushistorian sanitoimiseen lokista.
Ongelma	"Device, all" lokihauksen toiminnallisuus on toteuttamatta, sen olisi tarkoitus hakea vain kaikki "Device, *, *" nimiset tapahtumat. Sen toteuttaminen vaatisi nykyisen saman kentän usean eri arvon hakutavan yleistämiseen viidestä mahdollisesta eri arvosta vapaavalintaiseen arvomäärään.
Kehitysehdotus	Toteuta käyttöliittymään yleistetty usean eri arvon haku samasta kentästä. Käytä sitä kaikkien "*, all" -hakujen tekemiseen.
Ongelma	Uuden laitteen lisäämisen yhteydessä, olisi tarkoitus tarkistaa, että sen ensimmäinen status arvo on "loan, available" tai "acquisition, order placed". Mutta kyseisen tarkistus on toistaiseksi vielä jotenkin virheellinen, ja mahdollistaa muiden alkuarvojen syöttämisen uudelle laitteelle.
Kehitysehdotus	Korjaa "var/www/dev-db-adm-site/admin_panel_device.php" tiedoston rivillä 122 olevan if lauseen ehdot.

Ongelma	Yhteystietojen ja tukimateriaalien tyyppinimiä ei ole määritelty ennakolta, vaan jätetty niiden tyyppikentät vapaamuotoisiksi tekstikentiksi. Tämä voi johtaa kirjoitusvirheisiin tietojen tyypeissä ja siten tiedon ja hakujen pirstaloitumiseen. Lisäksi listaa sopivista tyyppinimistä ei ole suunniteltu, joten myös mahdollinen synonyymien käyttö voi aiheuttaa pirstaloitumisongelmia.
Tilapäinen ratkaisu	Hyväksytyjen tyyppinimien listan suunnittelu ja jakaminen tietokannan hallinnoijille oikeinkirjoituksen tarkistamiseen ja tyyppinimien standardointiin.
Kehitysehdotus	Toteuta käyttöliittymään ominaisuus, joka rajoittaa yhteystietojen ja tukimateriaalien tyyppinimien valintamahdollisuudet vain etukäteen määriteltyihin vaihtoehtoihin.

4.4.8 Käyttöliittymän lähdekoodi

Koska käyttöliittymän kommentoitu lähdekoodi on varsin laaja, se on toimitettu erillisenä liitetiedostona tämän dokumentin ohessa. Lähdekoodin toiminta on dokumentoitu koodin oheen kirjoitetuissa kommentteissa.

5 YHTEENVETO

Tämän kandidaatin työn toteutus oli varsin työläs projekti, suurelta osin, koska se oli ensimmäinen suuri ohjelmointiprojekti, jonka toteutin täysin yksin alusta loppuun. Varsinaisen SQL tietokannan rakenteen suunnittelu ja virtuaalisen verkkopalvelimen pystytys ei ollut kovinkaan vaikeaa, mutta aliarvion tietokannan verkkokäyttöliittymän toteutukseen vaadittavan työn.

Kyseisen aliarvioinnin vuoksi, kiinnitin huomiota vain käyttöliittymän ulkoasun suunnitteluun, enkä ymmärtänyt että työn vaativin osa olisi käyttöliittymän sisäisen rakenteen suunnittelu, joka jäi kokonaan tekemättä. Tämän johti ajan tuhlaukseen, kun käyttöliittymä tuli ohjelmoitua suurelta osin uudestaan useamman kerran, ja useisiin kompromisseihin ja ongelmiin sen rakenteessa.

Osasyynä tähän oli myös liiallinen kunnianhimo käyttöliittymän toiminnallisuuden suhteen. Suuri osa nykyisen järjestelmän monimutkaisuudesta ja toteutukseen kuluneesta ajasta, johtuu sen monitoimisista hallintapaneeleista. Käyttöliittymä olisi ollut paljon yksinkertaisempi toteuttaa, jos eri SQL-taulukoiden merkintöjen haku-, lisäys- ja muokkaustoiminnot olisi eritelty erillisiin hallintapaneelisiin. Nykyisen toteutuksen sijaan, missä kaikki kolme toimintoa on yhdistetty taulukko-kohtaisesti yhteen paneeliin.

Suurin parannus jonka olisin voinut tehdä tämän kandidaatin työn parantamiseksi, olisi ollut kiinnittää enemmän huomiota käyttöliittymän sisäisen rakenteen suunnitteluun. Parempi suunnittelu, erityisesti käyttöliittymän sisäisen rakenteen suhteen, olisi säästänyt paljon aikaa ja vaivaa, ja vaikuttanut positiivisesti lopullisen järjestelmän laatuun.

LÄHDELUETTELO

- (The only proper) PDO tutorial (2018). phpdelusions.net [Verkkodokumentti]
Saataavissa: <https://phpdelusions.net/pdo>
- About the Apache HTTP Server Project (2018). apache.org [Verkkodokumentti]
Saataavissa: http://httpd.apache.org/ABOUT_APACHE.html
- Adminer (2018). adminer.org [Verkkodokumentti] Saataavissa:
<https://www.adminer.org/>
- Campbell, S., Jeronimo, M. (2006). *An Introduction to Virtualization*. Intel Corporation.[Verkkodokumentti]
Saataavissa:https://web.archive.org/web/*/http://software.intel.com/file/1921
- Delap, S. (2008). *An Introduction to Virtualization*. InfoQ. [Verkkodokumentti]
Saataavissa: <http://www.infoq.com/articles/virtualization-intro>
- Getting Started (2018). apache.org [Verkkodokumentti] Saataavissa:
<http://httpd.apache.org/docs/2.4/getting-started.html>
- HTML & CSS* (2018). W3C. [Verkkodokumentti] Saataavissa:
<https://www.w3.org/standards/webdesign/htmlcss>
- Introduction (2016). doxfer.webmin.com [Verkkodokumentti] Saataavissa:
<https://doxfer.webmin.com/Webmin/Introduction>
- Introduction To Webmin (2018). webmin.com [Verkkodokumentti] Saataavissa: <http://www.webmin.com/intro.html>
- LAMP Stack- Web Stack (MySQL) (2018). Turnkey Linux [Virtuaalisovellus]
Saataavissa: <https://www.turnkeylinux.org/lampstack>
- Linux, Apache, MySQL and PHP (LAMP) (2018). techopedia. [Verkkodokumentti]
Saataavissa: <https://www.techopedia.com/definition/3280/linux-apache-mysql-and-php-lamp>

Singt, A. (2004). *An Introduction to Virtualization*. kernelthread.com.

[Verkkodokumentti] Saatavissa:

<http://www.kernelthread.com/publications/virtualization/>

van Dijk, L. (2008). *Application Virtualization*. AnandTech. [Verkkodokumentti]

Saatavissa: <http://www.anandtech.com/show/2456>

w3schools.com (2018). [Verkkodokumentti] Saatavissa: <https://www.w3schools.com/>

What is Apache? (2015). wiki.apache.org [Verkkodokumentti] Saatavissa:

https://wiki.apache.org/httpd/FAQ#What_is_Apache.3F

What is Linux? (2018). linux.com. [Verkkodokumentti] Saatavissa:

<https://www.linux.com/what-is-linux>

What is MySQL? (2018). dev.mysql.com [Verkkodokumentti] Saatavissa:

<https://dev.mysql.com/doc/refman/5.7/en/what-is-mysql.html>

What is PHP (2018). php.net [Verkkodokumentti] Saatavissa:

<https://secure.php.net/manual/en/intro-what-is.php>