

Opinnäytetyö (AMK)

Degree Programme in Information Technology

2018

Aku Sidorow

SÄHKÖISTEN YLIOPPILASKIRJOITUSTEN HAASTEET JA KOKELAIDEN YHDENVERTAISUUS

Aku Sidorow

SÄHKÖISTEN YLIOPPILASKIRJOITUSTEN HAASTEET JA KOKELAIDEN YHDENVERTAISUUS

Ylioppilaskirjoitukset järjestetään kokonaan sähköisesti vuodesta 2019 alkaen. Työssä keskitytään prosessin teknisiin osiin ja siihen kohdistuviin haasteisiin, uhkiin ja hyötyihin. Työ perustuu Ylioppilastutkintolautakunnan sähköisen kokeen järjestämisohjeen mukaisen järjestelmän tutkimiseen. Julkisten keskustelujen pohjalta on kerätty aiheesta kumpuavia huolenaiheita.

Työssä keskustellaan Bring Your Own Device -mallista ja sen mukanaan tuomista uhkista, mm. hallittavuus ja vilpin ehkäisy. Lisäksi tutkitaan, miten vastausten eheys ja saatavuus turvataan koko kokeen elinkaaren ajan. Lopuksi esitetään päätelmät ja parannusehdotukset, miten datalla jatketaan tästä eteenpäin. Sähköisissä kokeissa joudutaan kiinnittämään huomiota koneen käyttöön ja käyttötaitoihin. Työstä on rajattu pois kokelaan käyttämät ohjelmistot.

Johtopäätöksenä esitetään, että jos järjestelmästä ei voida tehdä turvallista, on luotava opiskelijoille illuusio valvonnasta ja varoitukset seuraamuksista vilpin ehkäisemiseksi. Mikäli halutaan taata kokelaiden yhdenvertaisuus, on järjestelmän väkisin oltava pelkistetympi niin, että koelaitteen ominaisuuksilla ei ole merkitystä. Sosiaaliset ongelmat ja taloudellinen eriarvoisuus huomioon ottaen nykyinen toteutus on rajoitusten puitteissa riittävän hyvä.

ASIASANAT:

Ylioppilastutkintolautakunta, ylioppilastutkinto, digabi, BYOD, valvonta, yhdenvertaisuus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme in Information Technology

2018 | 32

Aku Sidorow

THE CHALLENGES OF THE MATRICULATION EXAMINATION AND EXAMINEE EQUALITY

The Matriculation examinations in Finland will be completely electronic by the year 2019. This thesis focuses on the technical implementation and the threats and concerns regarding the process. The work is based on the implementation guidelines set forth by the Matriculation Examination Board. Additionally, public comments have been considered when discussing future goals and threats.

The thesis examines the BYOD model and the challenges brought by it, for example device management, cheating, and the confidentiality, integrity and availability of exam answers during the lifespan of the exam. Unlike paper exams, the electronic examinations require skilled operators. The software used by examinees has been intentionally left outside of the scope of this thesis. Finally, conclusions and suggestions for improvement are presented.

An illusion of surveillance needs to be created to prevent foul play, if such surveillance cannot be performed by technical means alone. To guarantee equality among examinees, the system shall be simplified so that more expensive or advanced equipment would not provide an advantage. Taking into account social issues, such as income inequality, the current platform accomplishes this adequately.

KEYWORDS:

matriculation examination, ylioppilastutkintolautakunta, digabi, BYOD, surveillance, equality

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO	5
1 JOHDANTO	6
2 TIETOPERUSTA	8
3 SÄHKÖISET YLIOPIILASKIRJOITUKSET MURROKSESSA	12
4 JÄRJESTELMÄN HAASTEITA JA EPÄKOHTIA	14
5 VALVONNAN ILLUUSIO	15
5.1 Virheiden aiheuttaminen ja vilppi	15
5.2 Vilpin ehkäisy koetilanteessa	16
6 POHDINTA	17
LÄHTEET	18

LIITTEET

Liite 1. Digabi-tikkujen asennustiedostojen tiivisteet

Liite 2. Tietokantaskeema

TAULUKOT

Taulukko 1: Vertailu paperikokeen osalta	8
Taulukko 2: Vertailu sähköisen kokeen osalta	9

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

Abitti	Kurssikoejärjestelmä (www.abitti.fi)
BYOD	Bring Your Own Device = Käytä omaa laitettasi työtehtävissä
CIA	Confidentiality, Integrity, Availability = Luottamuksellisuus, eheys ja käytettävyys
Digabi	Linux-käyttöjärjestelmä ylioppilaskoekäyttöön
Ktp	Koetilan palvelin
MEB	Matriculation Examination Board
NSA	Node.js Security Application
PXE	Preboot eXecution Environment
YTL	Ylioppilastutkintolautakunta (www.ylioppilastutkinto.fi)

1 JOHDANTO

Ylioppilaskirjoitukset järjestetään kokonaan sähköisesti vuodesta 2019 alkaen (Laki ylioppilastutkinnon järjestämisestä). Vuosittain ylioppilastutkintoja suoritetaan yli 30 000 (Tilastokeskus 2017) ja uudistus on vaikuttanut jo liki sadan tuhannen opiskelijan tutkintoon. Aiemmissa tutkimuksissa (Happonen & Lavonen 2015) on käsitelty mm. kyselyjen avulla opettajien halukkuutta ja opiskelijoiden kyvykkyyttä osallistua sähköisiin kokeisiin. Nämä tutkimukset ovat keskittyneet pääosin sosiaalisiin tai yhteiskunnallisiin aiheisiin.

Työssä keskitytään prosessin teknisiin osiin ja siihen kohdistuviin haasteisiin, uhkiin ja hyötyihin. Koevastausmateriaalin jälkikäyttö on rajattu tämän työn ulkopuolelle. Aluksi kerrotaan lyhyesti kokeen edellyttämistä tilajärjestelyistä ja tutkintoverkkoon tunnistautumisesta. Työssä tutkitaan, miten vastausten eheys ja saatavuus turvataan koko kokeen elinkaaren ajan. Työssä tuodaan esille *Bring Your Own Device* -mallin mukanaan tuomia uhkia, mm. hallittavuus ja vilpin ehkäisy. Lisäksi kumotaan käsitys siitä, että kirjoituksiin vaadittaisiin jotenkin erikoinen tietokone. Lopuksi esitetään päätelmät ja parannusehdotukset, miten datalla jatketaan tästä eteenpäin.

Valitsin tämän opinnäytetyön aiheen havaittuani ongelman, että oppilaitos vaatii opiskelijan valitsemaan kannettavan tietokoneen lukiota varten. Aihe on ajankohtainen, sillä miltei kaikki oppilaitokset siirtyvät yhä enemmän opiskelijoiden omien tietokoneiden hyödyntämiseen opetuksessa sekä kokeissa (Turun ammattikorkeakoulu 2017, Oman tietokoneen tarve opiskelussa). Koulujen käytössä olevat järjestelmät toimivat nettiselaimessa, minkä ansiosta päätelaitteiden ei tarvitse olla kiinteitä tai edes koulun omia. Näin koulun tietohallinnon tarvitsee ylläpitää vain langatonta verkkoa ja siihen pysyvästi yhdistettyjä laitteita.

Toisin kuin perinteisessä kokeessa, jossa voidaan keskittyä vain kokeen sisältöön ja kokeen tekemiseen, sähköisissä kokeissa joudutaan kiinnittämään huomio myös koneen käyttöön ja käyttötaitoihin. (Airola & Peltomäki 2011) Julkisuudessa tästä on esitetty paljon pelkoja ja epävarmuutta, ja oman koneen valinnassa ei osata arvioida tehojen riittävyyttä omaan käyttöön. Myös taloudellisen tilanteen vaihtelut lisäävät erilaisten tietokoneiden kirjoa. Äärimmäisissä tapauksissa laitteistotukea ei ole saatavilla edes uusimmissa Linux-ytimen versioissa.

Koska opiskelijat omistavat laitteensa, niitä ei voi lukita ja hallita etänä, joten heillä on mahdollisuus ja aikaa tehdä niihin muutoksia vilpin mahdollistamiseksi. Tämä on yksi BYOD-mallin aiheuttamista järjestelmän heikkouksista. Jos koejärjestelmästä ei voida tehdä turvallista, on luotava opiskelijoille illuusio valvonnasta ja varoitukset seuraamuksista vilpin ehkäisemiseksi. Tässä koulun henkilökunta on avainasemassa.

2 TIETOPERUSTA

Suomen perustuslain mukaan kaikkien kansalaisten on oltava yhdenvertaisia. Tästä syystä ei ylioppilaskirjoituksessakaan saa olla merkittävää etua paremmasta kannettavasta tai muista teknisistä välineistä. Digabi on ylioppilastutkintolautakunnan kehittämä Debian-pohjainen koeympäristö, joka on kehitetty BYOD-mallia varten. Se asennetaan USB-muistitikulle, josta kokelaan tietokone käynnistetään kokeessa. Opinnäytetyön liitteenä 1 on luettelo tähänastisista asennusmedioista ja niiden MD5 sekä SHA-512-tiivisteet.

Taulukossa 1 on kuvailtu paperisen kokeen ominaisuuksia sen eri käyttäjäryhmien näkökulmasta sekä kokeen käyttämisen, säilytyksen että kustannusten kannalta. Taulukossa 2 puolestaan vertaillaan samoja asioita sähköisen kokeen osalta.

Taulukko 1: Vertailu paperikokeen osalta

Paperikoe	Säilytys	Hinta	Tekeminen
Ylioppilastutkintolautakunta	Tiedossa oleva turvallinen sijainti	Laskelmoitavissa olevat kustannukset, liki lineaarinen kasvu	Satojen vuosien kokemus ja valmiit toimitavat
Lukiot ja muut kouluttajat	Kassakaapeissa, muuttumattomina	Edullinen toteuttaa ja käyttää	Uudelleen käytettävissä esim. harjoituksissa tai kopioina
Kokeisiin valmistautajat	Kopio edellisten vuosien kokeista tai mallivastauksista	Alkaen n.140€/tutkinto	Ei vaatimuksia käytöympäristöltä

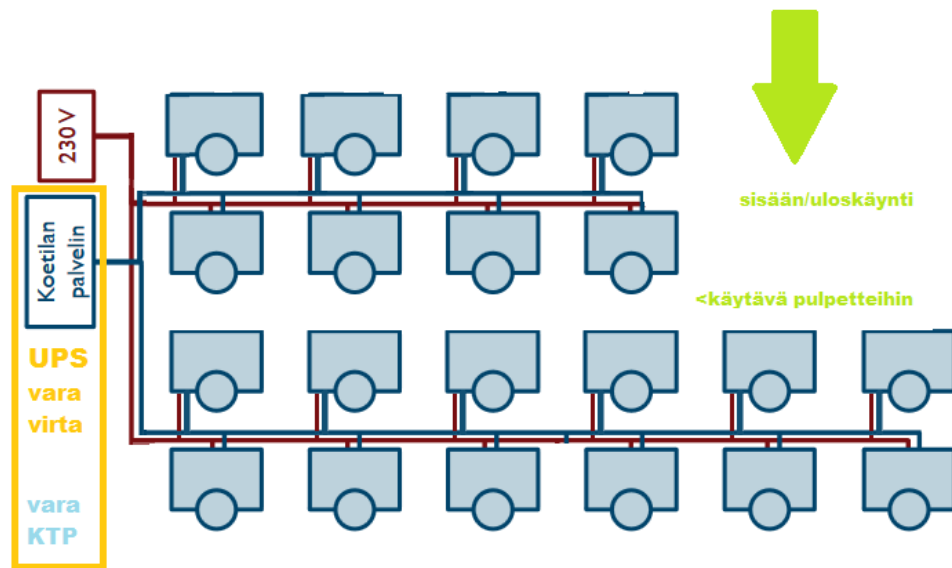
Taulukko 2: Vertailu sähköisen kokeen osalta

Sähköinen	Säilytys	Hinta	Työmäärä
Ylioppilas- tutkinto- lautakunta	Vie hyvin vähän fyysistä tilaa, helposti haettavissa käyttöä varten	Halpa tarkistaa ja arkistoida, myös tekijänoikeussuojattua materiaalia	Pitkälti automatisoivissa kysymystyypeistä riippuen, valtava määrä aineistoa
Lukiot ja muut kouluttajat	Ulkoistettu pilvipalveluun	YTL:n <i>Ei tiedossa, riippuu rahoitajasta</i>	Jaettavissa useammalle henkilölle
Kokeisiin valmistautajat	Ei kokelaan hallussa	BYOD-mallissa oma laitteisto + tutkintomaksut	Kevyempää kuin käsinkirjoitus, monipuoliset vastausvaihtoehdot

Kokeita vertailtaessa paperikokeen selkeä hyöty on kokemus sen käytöstä yli sadan vuoden ajalta. Paperilla tehtynä koe voidaan toteuttaa paikasta riippumatta, koska järjestelyjä vaaditaan hyvin vähän ja se on näin myös materiaalikustannuksiltaan edullinen.

Sähköinen koe saattaa olla koko elinkaaren aikana edullisempi yhteiskunnalle, sillä sen tarkistaminen ja arkistointi ovat automatisoitavissa. Myös sähköisten koeaineistojen tekijänoikeudet voidaan turvata estämällä aineiston kopiointi ja levittäminen. Näin saadaan käyttöön monipuolisempia koemateriaaleja, esimerkiksi videoita ja tietokantoja.

YTL on lähettänyt kouluille ylioppilaskokeen järjestämisohjeen (mm. 11/2015, 08/2017). Olen ollut keväällä 2016 mukana järjestelmän käyttöönotossa Turun Klassillisessa lukiossa opastamassa koulun henkilökuntaa. Tämä kokemus on osa tutkimuksen tietopuustaa. Seuraavassa kuvassa 1 nähdään esimerkki normaalista 20 kokelaan koetilasta.



Kuva 1: Koetila huhtikuussa 2016 Turun klassillisessa lukiossa

Ennen ensimmäistä koetta rakennetaan ja testataan määräysten mukainen tutkinto-verkko sekä toimitetaan paikalle varakoneet ja -laitteet. Koeaamuna tilaan tulevat kokeelaat asettavat paikoilleen omat koneensa ja sallitut lisälaitteensa ja jäävät odottamaan USB-muistien jakamista.

Haasteena ennen koetta on varmistua siitä, että tietyllä koneella koetta tekevä henkilö on osoitettu järjestelmässä samalle kokelaalle. Eli henkilö NNN ei voi kirjoittaa selaimeen jonkun toisen nimeä. Kokeen valvojat eli koulun henkilökunta tarkistavat kokelaiden henkilöllisyyden käyttämällä tavallisia viranomaisen myöntämiä henkilötodistuksia tai tunnistamalla kokelaan henkilökohtaisesti. (YTL järjestämisohje 2015, sivu 34) Valvoja antaa kokelaalle avainlukulistasta koekohtaisen, kokelaan yksilöivän koodin, jonka kokelas syöttää selaimen koesivulle. Näin kokelaalle on luotu sessio koejärjestelmään.

Koepaketti, joka sisältää kysymykset ja aineiston, on salattu symmetrisellä salauksella, jonka salausavain on YTL:llä. Sen purkava salalause toimitetaan tikkujen mukana suljetussa kirjekuoressa lukioiden rehtoreille. Koekysymykset pysyvät tikulla salattuna kokeeseen saakka, jolloin kirjekuori seremoniaalisesti avataan kokelaiden ja valvojien nähden.

Kokelaiden vastaukset pysyvät salattuna kokeen ajan ja sen jälkeenkin, sillä ne tallennetaan koetilan palvelimelta salattuna siirtotikulle, jonka sisällön rehtori lähettää YTL:n arvostelupalveluun OmaAbittiin. Jos siirtotikun sisältämä vastauspaketti tuhoutuu ennen

lähetyistä, voidaan vastauspaketti luoda uudelleen, sillä kokelaiden vastaukset ovat tallennettuna molemmille palvelinkoneille. Jos tällaisessa katastrofitilanteessa nekin ovat tuhoutuneet, YTL voi silti käsin kerätä vastaukset kokelaiden käyttämiltä tikuilta, jotka lähetetään koeviikon päätyttyä takaisin.

Jos YTL säilyttää salausavaimia oikeaoppisesti, on vastauspakettien eheys taattu ja silloin he ovat ainoat jotka voivat purkaa vastauspaketin salauksen. Salaus on kuitenkin purettava ennen arvostelun aloittamista OmaAbitti-verkkopalvelussa, jossa arvostelu tapahtuu. OmaAbittiin tunnistaudutaan vahvalla varmenteella käyttämällä joko pankkitunnuksia, sähköistä henkilökorttia tai mobiilivarmennetta. Samalla Opetushallituksen tietokanta Opinpolusta haetaan, onko kyseisen kirjautujan henkilötunnus oikeutettu toimimaan millä valtuuksilla, esim. oppilas tai rehtori.

3 SÄHKÖISET YLIOPPILASKIRJOITUKSET MURROKSESSA

Ensimmäisen sähköisen ylioppilaskirjoituksen jälkeen järjestelmään on tullut useita muutoksia. Esimerkiksi kokelaan itse ottama kuvankaappaus on mahdollista lisätä liitteeksi vastaukseen, ja uudistus mahdollistaa monipuolisempia kysymystyyppejä ja vastausvaihtoehtoja. Lisäksi kielikokeiden kuunteluissa kokelaat voivat edetä omaan tahtiinsa, sillä yhteisen äänitteen sijasta tehtävämateriaali on selaimessa koesivun soittimessa, jota kokelas käyttää itse. Tästä hyötyvät erityisesti lukihäiriöiset ja muut erityisjärjestelyjä ennen tarvinneet kokelaat.

Vuoden 2016 lopussa Ylioppilastutkintolautakunta YTL on ilmaissut tahdon löytää vaihtoehtoinen toteutustapa muistitikkujen käytölle, aikoen luopua tikuista helpottaakseen logistiikkaa ja koulun henkilökunnan työtä. (hackabi.org, 2016) Täten tammikuussa 2017 järjestettiin Hackabi2-ideointikilpailu aiheeseen liittyen. Teknistä toteutusta, joka toimisi yhtä hyvin kuin tikut, ei kuitenkaan vielä ollut. Tikut eivät suinkaan ole täydellisiä, mutta monen vuoden kehityksen tuloksena testattu toimiviksi. YTL:n julkaiseman tilastosivun (digabi.fi/hwdata/) mukaan järjestelmän avulla on palautettu kokeita jo yli 150 000 eri tietokoneelta. Mikä tahansa tikkujen korvaaja vaatisi vähintään saman tason yhteensopivuuden saavuttamisen, ottaen huomioon vaihtoehtojen tuomat omat haasteet ja tietoturva-aukot.

Palvelintikuissa pullonkaulaksi on muodostunut tikkujen satunnaiskirjoitusnopeus, ei niinkään USB3-siirtoväylä. Flash-muistille ei ole tarjolla (halpaa) sertifiointia, ja kalliit tikut eivät ole poikkeuksellisesti nopeampia suhteessa edullisiin. Kokelaskoneiden tikuissa painoarvo on puolestaan satunnaislukemisen ja sarjakirjoittamisen nopeudessa.

Myöskin kokelastikkujen käyttöä pystyttäisiin vähentämään tai luopumaan niistä kokonaan käynnistämällä koejärjestelmä kokonaan lähiverkon avulla. Tämä kuitenkin vaatii PXE-yhteensopivan laitteiston, joka on harvoin oletuksena käytössä halpatason kannettavissa. Palaamme jälleen yhdenvertaisuusvaatimukseen.

Tutkimusta tehdessä Ylioppilastutkintolautakunta on jatkanut järjestelmän kehittämistä, ja 9. marraskuuta julkaistussa tiedotteessa (abitti.fi, 2017) lautakunta ilmoitti valinneensa matematiikan kirjoitusten käyttöön sovelluksen ”4FVihko”. Elokuussa 2017 julkaistussa

versiossa 85 on korjattu ktp-palomuurin ongelma, jossa kokelaan ottamat suuret kuvankaappaukset virheellisesti tulkittiin hyökkäykseksi palvelinta vastaan. Palvelinta puolustavia palomuurisääntöjä luotaessa ei otettu huomioon liikennemääriä, joita kaikesta normaalista, sallitusta käytöstä aiheutuu.

Lisäksi Digabi-järjestelmä sisältää versiosta 92 alkaen VirtualBox-ajurit, jotka mahdollistavat koepalvelimen asennuksen virtuaalikoneeksi kiintolevylle ja täten kokelasmäärältään entistä suuremmat kokeet syksyille 2018.

Koepalvelimen virtualisointi antoi myös tilaisuuden tutkia tiedostojärjestelmiä sekä kokeellaan ja palvelimen välistä liikennettä tarkemmin, minkä perusteella voi tehdä johtopäätöksiä järjestelmän heikkouksista ja riskeistä. Tässä vaiheessa palvelin ei vielä kommunikoi ulkoverkkoon tai Internetiin, mutta järjestämisohjeessa on pyydetty varautumaan internetyhteyden käyttöönottoon. Näistä ja edellä mainituista syistä voidaan olettaa, että koetilan palvelimesta pyritään luopumaan tai käyttämään sitä vain koeaineiston välimuistina koko kokeen suorittamisen sijasta.

4 JÄRJESTELMÄN HAASTEITA JA EPÄKOHTIA

Hajautettujen järjestelmien yleisenä haasteena pidetään käynnissä olevan ohjelmakoodin eheyden ja aitouden todistamista. Syksyn 2016 ylioppilaskokeissa (Lattu 2016) vain neljännes kokelaista oli käynnistänyt koneensa UEFI/SecureBoot-menetelmällä. Koeympäristön eheys pyritään tarkistamaan käynnistyksen yhteydessä ja jos poikkeavia tiedostoja havaitaan, käynnistys estyy virheviestiin.

Nykyisen BYOD-mallin tilalle tai rinnalle on myös pohdittu (Koskinen, "DigabiEVO", 2017) vahvempaa palvelin-asiakas-mallia, jossa kokelaat suorittavat kokeen nk. Thin client -päätelaitteella, jonka ylläpidosta vastaisi koulutuksen järjestäjä. Sama järjestelmä olisi siten käytettävissä myös kurssikokeisiin. Korvaavan vaihtoehdon on myös hyödynnettävä olemassa olevaa kaapelointia sekä infrastruktuuria. Uudet vaihtoehdot tuovat mukanaan kuitenkin lisää heikkouksia ja haavoittuvuuksia järjestelmään eivätkä näiden tutkimiseen ole käytetty samalla tavalla aikaa tai resursseja kuin nykyiseen.

Abitti-kurssikokeissa kun koe on arvosteltu opettaja lähettää osallistujille uniikin linkin, joka vie omalle vastaussivulle tai tulossivulle. Valitettavasti näitä linkkejä on päätynyt mm. hakukoneiden indekseihin, jolloin tuloksia on päässyt katsomaan kuka tahansa linkin löytänyt. Ylioppilastutkinnossa näitä tuloslinkkejä ei ole, vaan palveluun kirjaudutaan samaan tapaan kuin verkkojärjestelmään, jolla tunnistetaan rehtorit ja opettajat. YTL tietää kokeeseen ilmoittautuneiden kokelaiden henkilötiedot, joten näin voidaan ohjata kirjautuva henkilö oikealle sivulle.

Teoriassa on mahdollisuus murtautua palvelutasolla joko opinpolkuun tai Abitin taustapalvelimiin, jotka sijaitsevat Tieteen tietotekniikan keskuksessa. Näihin palveluihin murtautumisen tavoitteena saattaisi olla vastausten tai arvosanojen muuttaminen. Käytännössä on havaittu mm. palvelinestohyökkäys Suomi.fi-tunnistautumista vastaan, joka ti-lapaisesti esti vastauspakettien lähettämisen arvioitavaksi.

5 VALVONNAN ILLUUSIO

Tässä työssä on selvitetty BYOD-mallin mukanaan tuomia uhkia, pääasiassa sen aiheuttamaa hallinnan puutetta, joka johtaa vilpin ehkäisyyn haasteellisuuteen. Digabi on hajautettu järjestelmä, joten ei voida täysin luottaa esim. kokelaan koneeseen tai ei voida täysin tietää, mikä versio datasta on uusin ja ehein. Seuraavaksi tutkitaan, miten koevas- tausten eheys ja saatavuus turvataan kokeen elinkaaren ajan.

5.1 Virheiden aiheuttaminen ja vilppi

Tietoliikenteessä saattaa tapahtua virheitä, jotka voidaan havaita ja huomioida mutta ei korjata. Ensisijaisesti luotetaan dataan, jonka kokelaan kone lähettää koetilan pääpalvelimelle, sillä se on lähtökohtaisesti tuoreinta. Tässä tasapainoillaan virheiden todennäköisyyksien kanssa. Suurin virheen mahdollisuus on, jos koetta tallentaessa linkissä kokelaan koneen ja palvelimen välillä tapahtuu jokin häiriö. Jos yhteys katkeaa kokonaan, siitä varoitetaan kokelaan lisäksi valvojaa, mutta jos yhteys oireettomasti katkeilee (esim. langaton verkko) data ei saavu perille tai tulee perille muuttuneena. Voidaanko tällöin tietää, onko palvelimelle kirjoitettu data eheää? Tämä voidaan tarkistaa esimerkiksi erilaisilla tiivistefunktioilla, kuten MD5 tai SHA.

Liitteessä 2 on koejärjestelmästä poimittu tietokantaskeema. Käytössä on ainakin tiedostojen metadatan osalta CRC32-tarkiste. Todennäköisyys näiden virheiden toteutumiseen on pieni, mutta silti niiden riski on olemassa ja jos virheenkäsittelyä ei ole toteutettu, virheet voivat moninkertaistua myöhemmin. Siksi voi olla myös mahdollista, että varapalvelimelle säilötään data väärässä muodossa, ja tätä kautta katastrofitilanteessa virheellinen data lähetetään takaisin kokelaille.

Tässä on riski kokelaiden tiedonvaihdolle, jos katastrofitilanteen takia sessio keskeytyy ja kokelas Y kirjoittaakin kokelas X:n tiedot itselleen ja jatkaa uutta koetta. On mahdollista, että tällainen vilppi voidaan toteuttaa ja riski erityisesti korostuu, jos ylioppilaskoetta tehdään useammassa tilassa samanaikaisesti (tapauksen x ja y voivat olla eri huoneissa, ja saada saman datan käyttöönsä koulun koepalvelimelta). Valvojan rooli katastrofitilanteissa on kriittinen, sillä heidän ensisijainen tavoite on pyrkiä estämään kokelaiden välinen yhteydenpito ennen koetta ja sen aikana. Tämän takia kokelaan tunnistuksesta ei saa tinkiä missään tilanteessa.

5.2 Vilpin ehkäisy koetilanteessa

Valvojan rooli vilpin ehkäisyssä on merkittävä. Vaihtoehtona optiselle tarkkailulle kokelaan selän takaa on esimerkiksi jonkinlaisen mosaiikkikuvan koostaminen valvojan tietokoneelle. Mutta sen haasteena puolestaan on, ettei valvonta saa häiritä koejärjestelmää tai kokeentekijää. Järjestämisohjeen puitteissa on mahdollista käyttää koetilassa myös kameravalvontaa. Kokelaat pitäisi siis saada uskomaan ja luulemaan, että heidät voidaan havaita vilpistä tai että kaikki tekniset temppuilut voidaan estää ja tiedetään.

Valvojan on tarkistettava navigointi eri sivuille ja se, että kokelaan tiedot pysyvät oikeina. Kokelas on saattanut esimerkiksi muokata selaimessa näkyvää kirjautumisikkunaa. Tätä on mahdollista kuitenkin kiertää, mutta se todennäköisesti havaitaan jo sähköisillä turvatoimilla. Kokelaan on toki mahdollista hyökätä muita koneita ja kirjoittajia vastaan, oma vilppi saatetaan esimerkiksi hämätä tapahtumaan toisessa sessiossa. Käytännössä tämän kaltaista vilppiä ei voida estää, mutta se voidaan tunnistaa.

Kaikkia haavoittuvuuksia ei tunneta eikä voida täysin luottaa valvojan toimivan oikein, mutta kokeen jälkeen on mahdollista kuitenkin selvittää mitä kokeessa on tapahtunut ja koe voidaan jälkikäteen tarvittaessa hylätä. Näin myös syytöntä vilpistä epäiltyä kokelasta voidaan puolustaa tarkkailemalla kokeen lokitietoja ja kuvankaappauksia.

6 POHDINTA

Näkemykseni mukaan koejärjestelmän toteutus vastaa sille asetetut vaatimukset, ja on käyttötarkoitustaan varten riittävän hyvä. Havaitut tekniset ongelmat on joko ratkaistu, tai löydetty vaihtoehtoisia toteutustapoja ja kirjattu ne järjestämisohjeeseen. Prosessin toimivuus perustuu kokeen järjestäjän kykyyn noudattaa järjestämisohjetta pilkulleen.

Lukioissa järjestetään myös muita kuin ylioppilaskokeita Abitti-ympäristöä käyttäen. Tästä hyötyvät opiskelijoiden lisäksi myös opettajat, joiden tehtävänä on valvoa kokeen suoritusta ja reagoida ongelmatilanteisiin. Täydellistä valvontaa ei kuitenkaan ole mahdollista toteuttaa. Ei voida olettaa, että kaikissa lukioissa riittäisi koejärjestelmän valvontaan erikoistuneita henkilöitä.

Tutkimuksen aikana nousi esiin myös huoli vastausmateriaalien kaupallistumisesta, mikäli se sallitaan. ”Digitaalisen kokeen osalta kokelaalta voidaan pyytää jo koetilanteessa suostumus koesuorituksen käyttöön tutkimustarkoituksessa.” (YTL järjestämisohje 2017, sivu 14) Kaupallisia käyttökohteita tälle datalle voi olla esimerkiksi kuullunymmärtämiskokeiden hyödyntäminen koneoppimisessa. Näiden selvittämisessä olisi jatkotutkimuksen paikka.

LÄHTEET

Abitti-päivitykset. (Liite 1) DigabiOS-muutosloki <https://www.abitti.fi/fi/paivitykset/parannukset/digabios-palvelintikku-opiskelijan-tikku/> [viitattu 18.5.2018]

Airola, J. & Peltomäki, M. 2011. Tietokoneet mukaan lukion kokeisiin? Valtakunnalliset virtuaaliopetuksen päivät 2011. Helsinki: Opetushallitus http://oph.fi/download/137773_A3_AIROLAjaPELTOMAKITietokoneetmukaanlukionkokeisiin.pdf [viitattu 17.1.2017]

Happonen, M. & Lavonen, J. 2015. Pedagogical change towards the ICT-based matriculation examination reform. Helsingin yliopisto. https://www.ylioppilastutkinto.fi/images/sivuston_tiedot/Raportit_tutkimukset/Happonen_Lavonen.pdf [viitattu 12.3.2017]

Koskinen, O. 2017. Kilpailuvastaus "DigabiEvo". Tampere. <https://hackabi.org/wp-content/uploads/2017/03/8.pdf>

Lattu, M. 2016. Miten digitaalinen ylioppilaskoe tehdään 2020 – luvulla? Kerro meille! Helsinki. <https://hackabi.org/index.html?p=6.html> [viitattu 18.12.2016]

Tilastokeskus 2017. Suomen virallinen tilasto (SVT): Lukiokoulutus [verkkajulkaisu]. Helsinki. http://www.stat.fi/til/lop/2017/lop_2017_2018-06-13_tie_001_fi.html [viitattu 22.9.2018]

Turun ammattikorkeakoulu 2017. Oman tietokoneen tarve opiskelussa. Turku. https://www.turkuamk.fi/media/filer_public/0c/b9/0cb94587-788d-4ed0-bbd1-cb4dc90cfc1b/ohje_omakoneopiskelussa_2017_fi.pdf [viitattu 18.5.2018]

Ylioppilastutkintolautakunta 2018. Abitti-järjestelmällä käynnistetyt koneet. Helsinki. <https://digabi.fi/hwdata/> [viitattu 18.5.2018]

Ylioppilastutkintolautakunta 2015. Sähköisen ylioppilaskokeen järjestämisohje. Helsinki. <https://www.ylioppilastutkinto.fi/maaraykset/yleiset-maaraykset-ja-ohjeet> [viitattu 12.3.2017]

Ylioppilastutkintolautakunta 2016. Tietoa sähköisen ylioppilaskokeen harjoituskokeesta. Helsinki. <https://www.ylioppilastutkinto.fi/ylioppilastutkinto/digitaalinen-ylioppilastutkinto/harjoituskoe> [viitattu 12.3.2017]

Digabi-tikkujen asennustiedostojen tiivisteeet

Levykuvat ovat arkistoituna mm. osoitteessa

[https://static.abitti.fi.s3.amazonaws.com/usbimg/prod/\[:versionumero:\]/koe.zip tai /ktp.zip](https://static.abitti.fi.s3.amazonaws.com/usbimg/prod/[:versionumero:]/koe.zip tai /ktp.zip)

Oheisen luettelon avulla voi varmistaa tiedoston eheyden latauspaikasta riippumatta.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1" ?>
<hash_list>
<item>
<filename>9.koe.zip</filename>
<md5>266124c5890db4984f74204b83531730</md5>
<sha-
512>b2d18ce365e3a768e1f2bab5b105af4c1d69d2b86d48eb814e88b318b6b441bdd49a5084d1e2db4c6e9492eb3827
de9ed8b420dd7d3ef47566aaa3aff56acc31</sha-512>
<modified_time>27.1.2015 13:40:11</modified_time>
<file_size>1 897 228 998</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>9.ktp.zip</filename>
<md5>ad0f998045b67992133281ada2794892</md5>
<sha-
512>ce4b61fdeacaf4874b5fee66289abd4cf0fb6178ab731a4740b1efcef72cfb3f14a04300b73288410c6be62897b8b071
8caf5d7c48f1bed3031e7162f722e434</sha-512>
<modified_time>27.1.2015 13:40:11</modified_time>
<file_size>701 067 459</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>14.koe.zip</filename>
<md5>b4bb657e44caf71154ad4a8c939fc5e9</md5>
<sha-
512>d36f2218c260ff7a99a23d27d5bc68352229fd92828d0a98bf7da397c59b823f59c4c09e70070921c5ff7405316ef3e8
dad082e8135c815fe78fed6b08d76164</sha-512>
<modified_time>29.1.2015 13:33:59</modified_time>
<file_size>1 969 933 859</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>14.ktp.zip</filename>
<md5>9f7f5182b9dc424fb6cd32b7c497d793</md5>
<sha-
512>9c55904922881053f9753299569971d52b11dd452c560b7aff9541ea84eee5b6480293c657a85279b0e6435c01d30
04a7f8b47e6443dda5fdeda4405636a93c9</sha-512>
<modified_time>29.1.2015 13:34:00</modified_time>
<file_size>718 300 113</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>15.koe.zip</filename>
<md5>9315f647d44aba9c8251feb5e3d922aa</md5>
<sha-
512>3c43a788d2b2fbba9a68429a471a08a42baa5a2217a23a7715c5b3f0cc0340e61f74f3e6b4b0b47030dc9ad923a94e
12c8c33a299962ca88c1f08f0dfbf5aa35</sha-512>
<modified_time>3.2.2015 12:46:54</modified_time>
<file_size>1 970 192 991</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>15.ktp.zip</filename>
<md5>d607abfd0d2ef1ff223f8ac250818c62</md5>
<sha-
512>b62d38d7a147b92e5d4283a277077acb3f0927aef7343dbdf9cb006be407684718060c09a284bce6e3a39c6988d45
5139b92db0c121f8bd9b0849f032ba3d5bb</sha-512>
<modified_time>3.2.2015 12:46:55</modified_time>
<file_size>718 330 269</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
```

```
<item>
<filename>16.koe.zip</filename>
<md5>e450c79188ab92eec694bd2d699e50f6</md5>
<sha-
512>79bb6e21efca422f290eab2c64caf87794a7065a620cac2478f87b5ffc45100c69077f0ff2ea8ce21b3838dfea1a05389
092fd8e1dbb203b2bcfd14c762be600</sha-512>
<modified_time>17.2.2015 12:35:13</modified_time>
<file_size>1 927 930 924</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>16.ktp.zip</filename>
<md5>f1512cbe23280496afbe8769d1b3db5f</md5>
<sha-
512>9170936e174d2ee1fef5ecf95b0ec604958375d13a9abcb4a91a9ef06a4a7b2eff79987b9904119ac47478b99ae9e6
75683375e0449e46a28f2912df3b318478</sha-512>
<modified_time>17.2.2015 12:35:13</modified_time>
<file_size>792 898 505</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>17.koe.zip</filename>
<md5>f51629ca962120c663cb958f944a86d0</md5>
<sha-
512>7f956bea3c0ee7d7a9202652be74c5a73a299996fba69941f03134c0dc4114e06a9e15a24be3f43ec50313ceb1b8f
1d6e77f07290f40d9e12d5ac7a1d1e5696</sha-512>
<modified_time>2.3.2015 11:27:35</modified_time>
<file_size>1 929 693 211</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>17.ktp.zip</filename>
<md5>f4d5129d17742bdc0e6eb157be2e5108</md5>
<sha-
512>b611685b6655d16d71a7a60972d34b86cbe189a7c9d705d40e12e49ac52f12caed2a5473930e8d35b5270f5667d7c
b9ad204e8c680b64fbca0d8fbfd7de64c7b</sha-512>
<modified_time>2.3.2015 11:27:36</modified_time>
<file_size>794 405 096</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>22.koe.zip</filename>
<md5>e56a127933fc36c6034f77c832e8e773</md5>
<sha-
512>e30f751a9048684b54977e7e74b9939411345ee053f01860cad02643eee08b24b4dec8558d6718c14cf095ae494b0
6a0649758b233c71178425f55c3fb10c141</sha-512>
<modified_time>25.3.2015 8:29:44</modified_time>
<file_size>1 932 701 982</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>22.ktp.zip</filename>
<md5>755deea8dc46bab289617ec40f24abe0</md5>
<sha-
512>7387ac86ce9cef0b02902461f9aef22ebd9c4183e396700be18cdef2c617296dd2eea9eb1372849dc7956884374d0
9f41212e4ede7042a5ac9249d476aad799</sha-512>
<modified_time>25.3.2015 8:29:43</modified_time>
<file_size>722 353 545</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>29.koe.zip</filename>
<md5>ab4ecf5807818ecf666fdb817a59b594</md5>
<sha-
512>56853765c38ed6dba5bd8b2c058babd265594d7abff904468b9e7f0490d5a4fbad19c3b06588950608f7f36abfe0d87
297f9d15b5d671b78ae7aed563d0e13b3</sha-512>
<modified_time>5.5.2015 12:17:15</modified_time>
<file_size>2 140 140 479</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>29.ktp.zip</filename>
<md5>e1dcdd232ed72132e0187c0f47f3f108</md5>
```

```

<sha-
512>5b7fba9710135dbaf5afad115016bc4c9ff54d25e34f9130265a647599a93bdaf92e91aeb41591273de45b3e65cc71f
0b4293073d8ef490d3c72fcf629cc78d0</sha-512>
<modified_time>5.5.2015 12:17:16</modified_time>
<file_size>884 249 668</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>31.koe.zip</filename>
<md5>9602e1474e5db60459e6ca50049d32ea</md5>
<sha-
512>456300138b9d7901b9dbdb270f8f287b1ef20628c04c128b47eadd954a6e5ea6e6d0fc526c9914ef38061e2e3dbd91
d41df1917de189ad502bb5a25dd87eb075</sha-512>
<modified_time>13.5.2015 8:31:44</modified_time>
<file_size>2 134 404 041</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>31.ktp.zip</filename>
<md5>caddf4e9aca583fa4f262f690e95bc8a</md5>
<sha-
512>a92e484c4343ccf61e8338e86b6491c6d5c869a7445eb0d0b0ef225506c23d763f2af970e83bfd2726117b5e690fdd3
57db3de09ca487ca148ee06f72429d78f</sha-512>
<modified_time>13.5.2015 8:31:44</modified_time>
<file_size>884 319 916</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>34.koe.zip</filename>
<md5>0f4bbda949d3534d09553e521fdabe74</md5>
<sha-
512>e67a42ea2e67a109da800478d33d510a3a317491818296027140f47ba7671c1e083aa79bd94859c071a187c495dd
8445362b7e544daf573d73d73f64a03774a6</sha-512>
<modified_time>15.6.2015 9:15:10</modified_time>
<file_size>2 724 333 806</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>34.ktp.zip</filename>
<md5>1d201e3866fd6b144195a1ac8b47c384</md5>
<sha-
512>379126af6858840eb92d43356d8cb1376fe3bbbf02787ed3e7d23d79674fc4e2e148564a97f1d91526ba30d58ac0c3
4326539305360d0db797c529a73b4e8e0d</sha-512>
<modified_time>15.6.2015 9:26:02</modified_time>
<file_size>886 368 921</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>35.koe.zip</filename>
<md5>f51221e6982e0d82aa284ed5f60a0420</md5>
<sha-
512>d464cf74eae06d9f552fb68e39c5bdaf978c9ee3102ccda642190c8671554ea4e64ac3092c2df5e2dd8eb4126913b
5779efcf4ae262a397db12e49900918eed</sha-512>
<modified_time>30.7.2015 11:05:32</modified_time>
<file_size>2 739 826 964</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>35.ktp.zip</filename>
<md5>5df37fa80d9ffa6aa91a07cd47c2e3a8</md5>
<sha-
512>c1f2587db718e1177dc2b5e1adf085b97dc5ae317243edfc19f28dd004ce2930a09cc7d96c214d4aa1e3799b1e1b07
e1c9e3d4d0c919b8d8faaac5a153306e08</sha-512>
<modified_time>30.7.2015 11:17:13</modified_time>
<file_size>1 524 975 550</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>37.koe.zip</filename>
<md5>038cf531ccf68612d9c8672782384f5b</md5>
<sha-
512>e1dcb3ff3ab6822fdde4f03e680bea6d67ae4e639c34abdc14799ed62807523d931eac0bfd9f2036ba69747e73b533
784cddb15858c8662c784763897f9c7fcb</sha-512>

```

```

<modified_time>20.8.2015 8:31:23</modified_time>
<file_size>2 127 984 998</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>37.ktp.zip</filename>
<md5>cdebd071344d5acf118e480efb3df09b</md5>
<sha-
512>2a29d8c39a56f68c9182b7322b229438294d448d64d9bc14f807d04afc3e865bed29331502e68e3d52d38abc3b068
6e999c0d7c76996a5be1291f230bca3e379</sha-512>
<modified_time>20.8.2015 8:31:23</modified_time>
<file_size>970 797 430</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>40.koe.zip</filename>
<md5>30a3b9bdb4504d51ca9fd6b938bb6ffc</md5>
<sha-
512>b5579aad11e21de432d7c6385638d5a9d511f8697a819df9bcc9fcf5609eb2c456315fde50a058afb64f4ebaff9a299d
01c6bb0f20702e45e769f3b5b0de7759</sha-512>
<modified_time>3.9.2015 16:04:04</modified_time>
<file_size>2 289 662 987</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>40.ktp.zip</filename>
<md5>f0bbe9626c728830f4332dec5d6d33be</md5>
<sha-
512>6c8d2f2c065b6f9a509b85e9d9ba48624cba1cfbbd415fd41b48834f3fa894bef2c959b21c493079426dd392c16da27
1afb9be52a01bea0c96674b784743b11b</sha-512>
<modified_time>3.9.2015 16:04:04</modified_time>
<file_size>897 542 482</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>42.koe.zip</filename>
<md5>1b95e7cb61067879d8b82fbd4e706aad</md5>
<sha-
512>d112ac7a527ac82dd0cddaed790c546cc6d048e2c14ef68d9323923234fd38dddaca21db34a92896c80b3fd8e5c5dc
10a470e4d906e397d7de85d14b05c73e0b</sha-512>
<modified_time>17.9.2015 13:27:44</modified_time>
<file_size>2 299 983 773</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>42.ktp.zip</filename>
<md5>e32032ff6e32773b7f9ca6cfb1b514d9</md5>
<sha-
512>605f71e401ea58af0a66fd4d0a7744dc8d4a53f7e3a5678fd8f3f3bdda3cd9852a5ace836e54395de0b2539afacb8fb
322b3cef3587d92f537304ade6db212a</sha-512>
<modified_time>17.9.2015 13:35:44</modified_time>
<file_size>899 645 585</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>43.koe.zip</filename>
<md5>54b3bdc913158115e76d5d3c0d00c909</md5>
<sha-
512>021680d300e61078efa8198cc83af0186ee05b62469dc9818a850344f20f58b498043d3c40123a7fee0c65ede11659
cdd504b9e8636785d1e9ebb4f46b323a8e</sha-512>
<modified_time>18.9.2015 10:55:26</modified_time>
<file_size>2 300 367 845</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>43.ktp.zip</filename>
<md5>76c574bc32a03173aa213493fe27072d</md5>
<sha-
512>2e60b56d64bd5c5ab835e6ca609b688d37131b96d92c6f9e72428b79abb81436a1963323f5f8d55ae75fefb2bbde40
3ce3217b176ebaadd87ad1bd937e8f6ebb</sha-512>
<modified_time>18.9.2015 10:55:26</modified_time>
<file_size>899 645 585</file_size>
<extension>zip</extension>

```

```
</item>
<item>
<filename>45.koe.zip</filename>
<md5>d4a80490dfc1e7d6944e13a0a8b261ca</md5>
<sha-
512>082ac5d5967233d501e59698890072d3de7972c6f1f31b2d4c825f9f1178e0d151a84c1d8cbe04d54d57a402350f7c
90e9e086db75b371b6e1ac0097145fddc9</sha-512>
<modified_time>25.9.2015 12:42:19</modified_time>
<file_size>2 346 355 313</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>45.ktp.zip</filename>
<md5>227648b9ccd404d4d7ba37504948a234</md5>
<sha-
512>fc01f366b12fa09158dab3f917ac34563c6d401cf8dd69c28336d0f71cd7ecd22355c8eb8226378602a0ae903fd7799
b26c6cb9cd09b040583613f84fc7b4066</sha-512>
<modified_time>25.9.2015 12:42:19</modified_time>
<file_size>934 187 113</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>47.koe.zip</filename>
<md5>75d859ccb88c6c8dfa1f596c34907b7c</md5>
<sha-
512>df75d0f47778c144e761427295c8f3e9fc5b9c70073467f8e49023d86dd1e85e646294867cb000995bb809c75d9021
7acaeaa7b0a44e5814c825147093480f7e</sha-512>
<modified_time>21.10.2015 11:14:56</modified_time>
<file_size>2 300 386 129</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>47.ktp.zip</filename>
<md5>4d7242d1435ab44c3c0d4887498c336f</md5>
<sha-
512>d4864d5583386238e87c4cb4b5dd22b7f17a54225162b40f022366b2b6ccdc669a78bcbca34ff8911f4c12847d3cd
8cc1ceed4a1ac650237138f84ba98db618</sha-512>
<modified_time>21.10.2015 11:14:56</modified_time>
<file_size>867 246 574</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>49.koe.zip</filename>
<md5>a4021da7421dbf4ceb7a851ca5cac0c0</md5>
<sha-
512>e90186be2911912c87ac78b1278a15e9219de215aa20c913401d84b0a5db4213d251b8a5e4e08d62840515418b3
433807178ca0ed78bbaef7e01eb082a144084</sha-512>
<modified_time>11.11.2015 8:14:19</modified_time>
<file_size>2 874 513 532</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>49.ktp.zip</filename>
<md5>8fb39118a88ed8aa019af06e3efa1086</md5>
<sha-
512>30117ab12e68b6a8426a486b10d0389a66c4917535527318eed9d060882b65fd8a541715d6b1c08e6ad2e5c5df8b
008abf5b973aab6b9246cbcfcbec80c994e2</sha-512>
<modified_time>11.11.2015 8:14:19</modified_time>
<file_size>910 323 979</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>50.koe.zip</filename>
<md5>65b27b7e2427a7adc8e182e51bdbab3ed</md5>
<sha-
512>18743a7ad62c95ea50b219d8df04569263de83f5ac8339c1b4288b54d56142c28a2e3a21af82b35a207336698f35a
2fb44d4480e803c52422fa581d6a1dde66d</sha-512>
<modified_time>12.11.2015 7:12:54</modified_time>
<file_size>2 874 513 532</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>50.ktp.zip</filename>
```

```
<md5>a02fc11363cb12807f7e39eafb6dd87c</md5>
<sha-
512>c1a0a25199971ce2bf9789620ed87df323912bb01bcf602e059f8ed93d8d213c23784cb68e232efe2b92514e6e1fcc0
18310b79f7a410fe803d735e20d0a012d</sha-512>
<modified_time>12.11.2015 7:12:54</modified_time>
<file_size>900 808 233</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>51.koe.zip</filename>
<md5>3a4c38a76d638a01ff8df5d3442778a4</md5>
<sha-
512>e4ecc781cd74eddc0d4e7d50441ee873811c556c5780fb34ec031791f5afd8c436e39d8f4f7e70bea6d5a2d7c11f897
06aaaf286ce37da05b3577a0f408eedbd</sha-512>
<modified_time>17.11.2015 14:54:34</modified_time>
<file_size>2 874 840 717</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>51.ktp.zip</filename>
<md5>d2eaaaf16e0ec6ce2cf53bde01bd80b9</md5>
<sha-
512>eab6acfbab83eef76b2972795e032e5b6cd6d197379bdbfae252062327399844bd54cd2bbdd1b6bcbcf1234482b99e
1212328a2905b044d610a2daab4b5a5490</sha-512>
<modified_time>17.11.2015 14:54:34</modified_time>
<file_size>900 834 157</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>52.koe.zip</filename>
<md5>b419ba41602974582712277e692f2e20</md5>
<sha-
512>d4d40a90eba77612a51c86ef35a52a7302f98618f7a87497b43603723e3f12c80a7f521411147358477be28a299caa
51757d609af0ae4cc42bba1ab8f32d9bd9</sha-512>
<modified_time>10.12.2015 13:40:55</modified_time>
<file_size>2 893 271 324</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>52.ktp.zip</filename>
<md5>3551e69e9d8b956602483f17e2f6eb32</md5>
<sha-
512>b6c2804040c56b5adc6bfa28e03abc834dbc9b33f062d613fedd827cf15e566473cd83a94add0b41ba8ffa585875070
91df3638af6923cfda211919f445a2cb6</sha-512>
<modified_time>10.12.2015 13:40:55</modified_time>
<file_size>944 338 497</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>53.koe.zip</filename>
<md5>69261e22c3465fa6997a9a824026b26c</md5>
<sha-
512>cbf8d8e3ef9d51a2b546afdca6e28139fa5fa5b02f06989b2afbc5d40a38bfca99bdf5e63889adb765e3873738c7c51
df3a381d3cbebfcea49f322d084c984a</sha-512>
<modified_time>21.12.2015 13:17:24</modified_time>
<file_size>2 908 750 534</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>53.ktp.zip</filename>
<md5>b912e9da5c7de6da006a50db889c4953</md5>
<sha-
512>34e157fca35b78487e9dc277ba79c89426bf4fd0480f6548adecf2c20853f6705b24e0e54629e7779baf550a5f35826c
242da8d51f51bd5dc149ee64b4153ca7</sha-512>
<modified_time>21.12.2015 13:17:25</modified_time>
<file_size>944 338 497</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>54.koe.zip</filename>
<md5>8841a27c3aceb5a28befb562a04fac04</md5>
```



```

<sha-
512>5741f8b5e3a623623f71cad94ad0b1253dc05645cfafd49d64e74d850ecbe15e10e62de05b2b6ac85c62487609c58c
fde8d271a365aa7929dc3ba6092ba0454a</sha-512>
<modified_time>15.1.2016 8:41:29</modified_time>
<file_size>2 926 803 302</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>54.ktp.zip</filename>
<md5>417d249c5e868bf16df30197e9bfc1e7</md5>
<sha-
512>b6f306e45699adb762a04698d8a10f773aa6365102f23b91ca89c5bde818ea0348bcdd2b85a7ee9a698dcc1c2e836
b064f117fae12e0a567bbf3fd20f1723319</sha-512>
<modified_time>15.1.2016 8:41:29</modified_time>
<file_size>951 247 545</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>56.koe.zip</filename>
<md5>20e975af7506b81f90296bbdf257422f</md5>
<sha-
512>5b70b51ca8afa3d21d92eadb49165f52aefb673b0f4bc4f4f38d6d9264862c467df597963ed49bfc1ff806947e373896
d874a77fc7d1918440f66ec3a7e65251</sha-512>
<modified_time>29.1.2016 11:35:14</modified_time>
<file_size>2 931 701 422</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>56.ktp.zip</filename>
<md5>d8a4e62d46aba15a8e84339c45e4aed0</md5>
<sha-
512>71504fec683028afdc945a1a32e215631dc1b173438f5e9f53581cfec0b7f330c5fc1b19ef8a5d54aa662c700fa71b22
42edab6004ab74d098ba2d62f3565c0b</sha-512>
<modified_time>29.1.2016 11:35:15</modified_time>
<file_size>952 439 380</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>57.koe.zip</filename>
<md5>7c9f5f5974b21eaab302d643213e3b28</md5>
<sha-
512>47256b13908d96e0556224cc4b9612c6540caa6cd1527aea2241d6ff079fea7cce2b34dcc908f4b1daae8887d6d0d5
b7b48c42d78c7c2e082c3e052e58fc901f</sha-512>
<modified_time>3.3.2016 14:57:40</modified_time>
<file_size>2 920 014 307</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>57.ktp.zip</filename>
<md5>fa5d6eec7f47c29ef4181ac78074f804</md5>
<sha-
512>28e4a0ae1e5ef858affd0cedf2afc68881584b50986b4c5e529aa5b408e3722ecc3ce2dfd88f058fcc4ae97a334b49f1
b39fb4ef6da1f04024ccbc8ea6422034</sha-512>
<modified_time>3.3.2016 14:57:40</modified_time>
<file_size>947 277 647</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>58.koe.zip</filename>
<md5>88f85574c274a6de8b8231172a73e3cf</md5>
<sha-
512>a49b669db575217cc0c69ec9c6631b995d6cf71d6251c503a02658da831f974f172d41d2ad39272b2cb55d8a1434c
607f967e318aba406a4d1217d367654e567</sha-512>
<modified_time>14.3.2016 10:01:51</modified_time>
<file_size>2 918 437 397</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>58.ktp.zip</filename>
<md5>4cc95eced67abdc6eab2f1022523551d</md5>
<sha-
512>240b558cc2bb7126b637985b6d3bc2dc86b334582e31821c3570251f6d3dfa3de56272fcc74bd7ee44f8e03af9170d
004100f45b7a6d24bde244ddb614c832f6</sha-512>

```

```

<modified_time>14.3.2016 10:01:51</modified_time>
<file_size>947 297 003</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>61.koe.zip</filename>
<md5>3a8ed581aa0320aef7408f76ff44f9d8</md5>
<sha-
512>169d72934f2d884300ba8d4d471cff2af73d2f159e99990b9ae2e988b04d2b35e8562889b969593a3259656bcc47a1
b8ac326d83fa84475cb9add9b3f06f96d5</sha-512>
<modified_time>4.4.2016 8:19:24</modified_time>
<file_size>2 931 282 711</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>61.ktp.zip</filename>
<md5>2a9d380f10cecf30f708630432a2a8b0</md5>
<sha-
512>6d0450289407053a734b7118e0125c6644ce2af9ff70292798a69fa2b3b7062bd96c0e3ebf2f40941e7e7b808ec7ab
7fe1a915f2728d242a8d31b983b223e921</sha-512>
<modified_time>4.4.2016 8:19:24</modified_time>
<file_size>948 398 512</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>62.koe.zip</filename>
<md5>73ef14cba9a4262ee73c908f432a6794</md5>
<sha-
512>fa90753f8e789b945da923715e84ee80854bafef8380088b9114b061936bbc365d607db0f170ac53869e96e896df55
2b78b298fa9f729287526a6c4cbbb4bcdc</sha-512>
<modified_time>3.5.2016 10:59:47</modified_time>
<file_size>3 002 694 398</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>62.ktp.zip</filename>
<md5>cf71aa1c38c442120488f63e6d92f582</md5>
<sha-
512>d52561f5ef319b1c95655e8c3fe310da582f14910052407f95c9eadd324084c426be371df91188e081207b74017c572
8cfb5d46a9911d4926fd7b09456461ea</sha-512>
<modified_time>3.5.2016 10:59:47</modified_time>
<file_size>1 303 927 605</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>63.koe.zip</filename>
<md5>46cae3ee7321f534a2a5edb61042307a</md5>
<sha-
512>a87d666d1d1fb8b6ce2bee0cfe564d76a324c0fb32d068d8c480dce6f51fbc388eb4009d9db230e92dc910d2f1f0e93f
722a9ad878a00742e37432997626f26c</sha-512>
<modified_time>17.5.2016 13:21:47</modified_time>
<file_size>1 799 311 175</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>63.ktp.zip</filename>
<md5>fb11bb1336d56805d1881f3dd98ef50a</md5>
<sha-
512>ae712f6b59fa3aa8ed944829c0080eaf8027379c9bfa69a1bdc9e7902edeeb45d39e1c622eab828b1663e3d50e031bf
32963c2616559bd352461bab51a975c13f</sha-512>
<modified_time>17.5.2016 13:21:47</modified_time>
<file_size>1 304 597 984</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>64.koe.zip</filename>
<md5>c092679105a6cc52a4af9683b5c47752</md5>
<sha-
512>2fcd62dbe1a21f8e222a81ea678bb51d5f22d7e94450491e1dd4f807fb4d3ea1868689969af40ee70bbc07538f2de0a
75643480059cb80c5fff12ffd8cf7db33</sha-512>
<modified_time>31.5.2016 6:07:58</modified_time>
<file_size>2 294 504 699</file_size>
<extension>zip</extension>

```

```

</item>
<item>
<filename>64.ktp.zip</filename>
<md5>245e3019b5d650ccd428570db9bc83ee</md5>
<sha-
512>b8015310714aeea9207e27d75f4b2179720f3b56fd8e3b7246fed4558e53c0d8f78293f7d331525c73c0dc8b50f8360
8f10d79103e16fbb105468484ff211e20</sha-512>
<modified_time>31.5.2016 6:07:58</modified_time>
<file_size>1 306 655 150</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>66.koe.zip</filename>
<md5>0912d2d40cabf64c3e1861c6e0a93293</md5>
<sha-
512>af4deea615afecbfec66d98c05e0d4c51d225f2aa3ffc0155dd8b77c9e23d706154301accc28a4b45eb636be1a645e
9260159d5261529cc783418714038be9e</sha-512>
<modified_time>23.6.2016 12:56:02</modified_time>
<file_size>2 265 241 137</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>66.ktp.zip</filename>
<md5>745f601bde2f92a02a6d80296487429c</md5>
<sha-
512>1c51c5783cc89fa18465cd0978feb1e9173bb45d2edb9e20ae82bed270c1567a67fc05c0bb764c5f38e61ed38c5972
2fa31c5d9a7dc25a608410fbcfee279993</sha-512>
<modified_time>23.6.2016 11:58:07</modified_time>
<file_size>1 319 298 962</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>67.koe.zip</filename>
<md5>112023564ba1d423e3f1a7b2b5391ac8</md5>
<sha-
512>861cf0c8e7eef90c9fb4fc492a04b8df8af6c36ca0d652ae78f266145d1e4be4b38bb1fdd542e397a3aaa9a54f2f494d9
5bf1f1f27b31371785ecd663951ddc</sha-512>
<modified_time>5.8.2016 12:13:07</modified_time>
<file_size>2 127 927 186</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>67.ktp.zip</filename>
<md5>4fc8fe324e5dd2984f62ac1efcfa1461</md5>
<sha-
512>209ca0c8c52f1b6aab44c5789d88ecb67fa4902607fbd0211cfbf58923cabd1c8befbec3631478aeb694f3b46659ebc
a0cef5e1ed9d5af99f84a703cb30a341</sha-512>
<modified_time>5.8.2016 12:13:07</modified_time>
<file_size>1 206 205 746</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>72.koe.zip</filename>
<md5>aa964b9058393c3355028be80575c059</md5>
<sha-
512>1c91b02cb956621526a9733cdf02c6101fe6137cd331e1ca1d29ff99f5cb33da64ddfd880ec354cab1cdb26b9eb4ba
115c4f88af918ab5d72596db477aa21b5</sha-512>
<modified_time>31.8.2016 11:06:13</modified_time>
<file_size>2 118 532 837</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>72.ktp.zip</filename>
<md5>98f58baf91058201b1bdd2267ebfab42</md5>
<sha-
512>44b64347a9c28df6e2cc5b4eabcde8aa70012b5a44af2bf71636fd70b7bc85d95f43d675a3c4ee6a68e1902585f6596
167c4b663abc3c822e2882d212da6ae19</sha-512>
<modified_time>31.8.2016 11:06:14</modified_time>
<file_size>1 200 914 137</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>73.koe.zip</filename>

```

```

<md5>9af84991a9165d3d889b1c0d0833b1ac</md5>
<sha-
512>8250ccbe2181271b20217858cc846725aa5541e3e6fb5aef0289881b686213bc8713925a30d722eb5f1b8c0a2e451
081dae5852e8f757ea96f16309f2d1eeacb</sha-512>
<modified_time>18.10.2016 9:07:52</modified_time>
<file_size>2 380 589 470</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>73.ktp.zip</filename>
<md5>1bc69dbdf10094998f04b683acdf406b</md5>
<sha-
512>4503d688bfd69b021b849da0e151708f29319a08696081f5f1aa71857530a634c20a31eac2a25099bbd2a509b57ef
a53c8ba1ca2c79bc508a477d68dff86df3</sha-512>
<modified_time>18.10.2016 9:07:53</modified_time>
<file_size>1 460 877 371</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>74.koe.zip</filename>
<md5>5b5555c3cc068cc3829c4b4ce5da0077</md5>
<sha-
512>a67d66ad75973d445863c71cc0ef3c114a85106f8ea90f85ca18b9a41008be197ced51da761e9e513ea20b599827a
91084a3793f43079864d13b6d7f6b107eeb</sha-512>
<modified_time>9.11.2016 12:58:50</modified_time>
<file_size>2 382 691 592</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>74.ktp.zip</filename>
<md5>fc628b395ff238882fea9b19b9837293</md5>
<sha-
512>2ccf5866ee40d6c40b1f7533c55394d71072591d33672a029aced258bb8054d5ff91e5a6815d2e3f9546c0dbe06292
0f388040446ea093ba19023ab04a22e215</sha-512>
<modified_time>9.11.2016 12:58:49</modified_time>
<file_size>1 462 956 354</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>77.koe.zip</filename>
<md5>700d2abb95eaa8b66b7b2e0eee79863</md5>
<sha-
512>56ae75560b29b2934f54812d4a72640efd107742c9c27446b535c1660db3a7e087ab8b7a81a228831e4d83327347
7abdf77baa3c53d2d21ef6e43d23ed42b805</sha-512>
<modified_time>8.12.2016 9:42:35</modified_time>
<file_size>3 036 710 777</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>77.ktp.zip</filename>
<md5>244a0373ba9cf75a13669412dbb5e515</md5>
<sha-
512>7e24bbf685a5c76aac7c08381688279a50186f3d5ebddff585662e051735bbcfe7ba14c9eded69de4781ce66abdc50
26707adbbb629546d42e7f4ea418b6c4ab</sha-512>
<modified_time>8.12.2016 9:42:36</modified_time>
<file_size>2 114 899 159</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>78.koe.zip</filename>
<md5>6ffd50710f663aecc77a5ac42464c8e1</md5>
<sha-
512>5b44f0d8d2250fd9df74b93a7a5dec8218002afb0abe698ad177d75f602b2817347cfb91ba3959edceb0faf14d0f265
8f08ed5f2d7661fed4b6f69d4a6e7706</sha-512>
<modified_time>16.1.2017 13:45:13</modified_time>
<file_size>3 040 926 753</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>78.ktp.zip</filename>
<md5>48a32e40897bf8538ce95ed5738e8510</md5>

```

```

<sha-
512>2dc790747120ef42f4b0e759d55a5ddfa7137df87604a8e6feec401d2ff24fa78af8da87e62b4d8db86d72b7baadf0aa
60c4490430c3d288225b454212480c74</sha-512>
<modified_time>16.1.2017 13:45:13</modified_time>
<file_size>2 118 103 983</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>83.koe.zip</filename>
<md5>8d825e3d622aa99515694f1004088bc9</md5>
<sha-
512>37d4481ac168510c145eab6036109d25921379b581cd1c4eb22963db25089758c1bf1166414c7fadfa96ce5175990
ea1f1dbfce836432af7f5a829b23ac429e2</sha-512>
<modified_time>2.5.2017 13:22:23</modified_time>
<file_size>3 346 595 365</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>83.ktp.zip</filename>
<md5>54a4f5cbdecf570d8dbdbdf304c80643</md5>
<sha-
512>a0e02e227616a338de046561eee435b7a50053e78bc8bff9f51a76f4e1de752a111cf35ecff81204aa4e6ee02a39967
a8adfc64e3e7ee1fc3523b75f6de59d58</sha-512>
<modified_time>2.5.2017 13:22:23</modified_time>
<file_size>2 129 534 636</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>85.koe.zip</filename>
<md5>6792b24134c886a7b59dcd3a903fae82</md5>
<sha-
512>f297161de4fe16a92b51024c8b75d85cfa2db7765eb1afe6fbaee72fa8d6816f89a5f9acf2b73316cda013a23ddfaa67
2aa550d033fed479879e17a2cb81f669</sha-512>
<modified_time>10.8.2017 13:25:07</modified_time>
<file_size>3 345 650 982</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>85.ktp.zip</filename>
<md5>805ac35f34325f080a06fa4272d9e1a8</md5>
<sha-
512>8f4581ef07cc443791fdd5a807766345ec91daffac43c547d584ddf34fab0a1d8227a16dc754bc9a9ee1ff015fc4493fd
8c7cc31d89db72c32caf0f3c5d1bb59</sha-512>
<modified_time>10.8.2017 13:25:07</modified_time>
<file_size>2 137 995 018</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>91.koe.zip</filename>
<md5>18fa16ca622b5027d842e7aa3a3ef5a8</md5>
<sha-
512>73c07cf3694fc17114cac9b0feb226f8e2b96f58b35e5b7bbf683b9cbb8f9208f550a1b23ea0ff88783eeadcfba6ceb7
9d259378fb2b7eeced19e02b655e40</sha-512>
<modified_time>22.8.2017 15:11:38</modified_time>
<file_size>3 345 093 215</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>91.ktp.zip</filename>
<md5>0c895df0dfa9b48acbdda0f2bff67002</md5>
<sha-
512>ce7bbaed6ec8e8f2efdd0a18ee20b783efe0eeeb40d1dfdc5f453a1ce71ec48c58547cd0ff901cddea68fd0f31f3f8aa6
0c4ff57ff162704788aaa10ff589cfd</sha-512>
<modified_time>22.8.2017 15:11:38</modified_time>
<file_size>2 137 985 118</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>92.koe.zip</filename>
<md5>1456c74de1ff0eae53632e9688b912d0</md5>
<sha-
512>abbe182411aba6d9766ca0068599b30ba47407635b0ecdfb2e250025aaa88b6334ca2aaf1174b575ba7562164426
2792d0b764ba926298a10c2bd25ae0c2b6fb</sha-512>

```

```

<modified_time>8.11.2017 12:52:36</modified_time>
<file_size>3 274 133 448</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>92.ktp.zip</filename>
<md5>3a91409c05f6d5b069d3c3eac257c12e</md5>
<sha-
512>d5d33158d1a26b80e4d2f14092d505a49da77e7d66a352e870cdb6f5896ad4e2ce5282d152ae0534608fe33b7f8a4
d6b28299abe7529ba24bf96d03d7cbf148b</sha-512>
<modified_time>8.11.2017 12:52:36</modified_time>
<file_size>2 141 097 971</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>95.koe.zip</filename>
<md5>774cfd527847b28a99d8238c87bbb7bb</md5>
<sha-
512>2bc31e021fe662bc7ee488c8040a72b3ac9410221047aee72b840edb2c83165ddf9597c86021ec36f15bd1d44a6a4
09dc34c5222b0806ecb589fb5a2fff53149</sha-512>
<modified_time>24.11.2017 12:52:36</modified_time>
<file_size>3 274 133 448</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>95.ktp.zip</filename>
<md5>e0a9ba96382f4ff4288ccc532363bb15</md5>
<sha-
512>7305e1d2c3bbb7b793620203b721e832433ba59852bbc936ce3469caab588b1ee95b4225ff8eec860dc4470f50374
be26f41c56c04b232bebfd9d4bed96bbeca</sha-512>
<modified_time>8.11.2017 12:52:36</modified_time>
<file_size>2 141 097 971</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>98.koe.zip</filename>
<md5>fcafc8962e3a598c9fddf354b07b44a</md5>
<sha-
512>606132040cccc22a391eb4ba1a73d42cdaca71072145b22fc6f5a61254ded237cd00c0f9137e3cb2c9891e28815d93
71c3b7173b5608cdf891fcd5f45397d46a</sha-512>
<modified_time>18.1.2018 17:23:34</modified_time>
<file_size>3 779 736 369</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
<item>
<filename>98.ktp.zip</filename>
<md5>0ba49cf1da26489503c0466b960e5486</md5>
<sha-
512>a4281730ccbb89b2557706821d5f68cd38ef6cf0d64e7908ef1888fe63a8d113a8e2a73924ee4a6598761604a724c7
975d78b35db67c3594e9d1c8368f639c47</sha-512>
<modified_time>18.1.2018 17:23:34</modified_time>
<file_size>2 510 054 822</file_size>
<extension>zip</extension>
</item>
</hash_list>

```

Tietokantaskeema

Lähde: {ktp.dd}\filesystem.squashfs\var\lib\ktpjs\ktp-ddl_1.sql

```
drop table if exists answer cascade;
drop table if exists answer_paper cascade;
drop table if exists exam cascade;
drop table if exists security_codes cascade;
drop table if exists student cascade;
drop table if exists student_session cascade;
drop type if exists student_status cascade;
drop table if exists screenshot cascade;
drop table if exists restricted_media cascade;
drop table if exists accessed_media;
drop table if exists connection;
drop table if exists file_metadata;
drop table if exists challenge;

-- Migration 21.9.2015
drop table if exists confirmation_codes;

-- TODO check nullity of all fields when data model matures

create table student (
  student_uuid UUID not null default uuid_generate_v4() primary key,
  first_names varchar(100) not null,
  last_name varchar(100) not null,
  student_email varchar(254),
  student_ssn varchar(11) unique
);

create table exam (
  exam_uuid UUID not null default uuid_generate_v4() primary key,
  content json not null,
  has_started boolean default false,
  start_time timestamp
);

create table security_codes (
  security_codes_id serial primary key,
  security_codes json,
  ensure_only_one_security_codes_in_db int default 1 unique
);

create table answer_paper (
  answer_paper_id serial primary key,
  exam_uuid UUID references exam(exam_uuid) on delete cascade not null,
```

```
student_uuid UUID references student(student_uuid) on delete cascade not null,  
exam_started timestamp not null,  
exam_finished timestamp  
);
```

```
create table answer (  
  answer_id serial primary key,  
  answer_paper_id int references answer_paper(answer_paper_id) on delete cascade not null,  
  answer_content json not null,  
  question_id int not null,  
  answer_time timestamp  
);
```

```
create table connection (  
  ip_address text primary key,  
  last_refresh timestamp  
);
```

```
create type student_status as enum ('ok', 'audio_error', 'backup_connection_error', 'backup_too_big_error',  
'keyboard_rate_limit_exceeded');
```

```
create table student_session (  
  session_uuid UUID default uuid_generate_v4() primary key not null,  
  student_uuid UUID references student(student_uuid) on delete cascade not null,  
  exam_uuid UUID references exam(exam_uuid) on delete cascade not null,  
  ip_address text references connection(ip_address) on delete cascade,  
  renew_code char(4) unique,  
  created timestamp,  
  authorized boolean not null default false,  
  nsa_run_success boolean default null,  
  student_status student_status not null default 'ok'  
);
```

```
create table challenge (  
  session_uuid UUID references student_session(session_uuid) on delete cascade not null unique,  
  challenge_code text not null  
);
```

```
create table screenshot (  
  screenshot_uuid UUID not null default uuid_generate_v4() primary key,  
  answer_paper_id int references answer_paper(answer_paper_id) on delete cascade not null,  
  screenshot_time timestamp not null default now(),  
  screenshot_bytecount int not null  
);
```

```
create table restricted_media (  
  restricted_media_id serial primary key,  
  exam_uuid UUID references exam(exam_uuid) on delete cascade not null,  
  question_id int not null,
```



```
media_index int not null,  
display_number text,  
filename text not null  
);
```

```
create table accessed_media (  
  accessed_media_id serial,  
  restricted_media_id int references restricted_media(restricted_media_id) on delete cascade not null,  
  student_uuid UUID references student(student_uuid) on delete cascade not null,  
  primary key (restricted_media_id, student_uuid)  
);
```

```
create table file_metadata (  
  pathname text primary key not null,  
  length int not null,  
  crc32 bigint not null  
);
```

```
create unique index answer_unique on answer(answer_paper_id, question_id);  
create unique index answer_paper_unique on answer_paper(student_uuid, exam_uuid);  
create unique index student_unique on student(first_names, last_name, student_ssn);  
create unique index restricted_media_unique on restricted_media(exam_uuid, question_id, media_index);
```