

Yliopistotutkintojen määrän ennustaminen Bayes-mallilla

Joni Petman

Tilastotieteen pro gradu -tutkielma

Jyväskylän yliopisto
Matematiikan ja tilastotieteen laitos
21. toukokuuta 2017

Petman, Joni: *Yliopistotutkintojen määrän ennustaminen Bayes-mallilla*
Tilastotieteen pro gradu -tutkielma, 57 s. + liitteitä 23 s.
Jyväskylän yliopisto
Matematiikan ja tilastotieteen laitos
21. toukokuuta 2017

Tiivistelmä

Tämän tutkielman tarkoituksena on kehittää prediktiivinen malli, jolla ennustetaan Jyväskylän yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa lähivuosina suoritettavien luonnontieteiden kandidaatin ja filosofian maisterin tutkintojen lukumääriä. Mallin estimointiin käytettävä aineisto koostuu kolmesta osasta: vuosina 1996–2004 tiedekunnassa aloittaneet opiskelijat, vuosina 2005–2015 tiedekunnassa alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneet opiskelijat ja vuosina 2005–2016 tiedekunnassa ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloittaneet opiskelijat. Jokaiselle aineiston osalle sovitetaan omat toisistaan riippumattomat osamallit. Tutkintoennusteet saadaan ennustamalla aineistoon kuuluville yhä tutkintoa vaille oleville opiskelijoille mahdolliset tutkinnot seuraaville kalenterivuosille.

Vuonna 2005 ja sen jälkeen aloittaneiden opiskelijoiden opintoja mallinnetaan käyttäen tilaketjuja, joiden tilat määritellään opiskelijan opintopistekertymän ja aktiivisen opinto-oikeuden perusteella. Mallissa opiskelijat suorittavat aina kalenterivuoden päätteeksi tilasiirtymän mallin tilasta toiseen ja tutkintoennusteita varten opiskelijoille arvotaan tilasiirtymät tuleville kalenterivuosille. Opiskelijoille estimoidaan multinomiaalisella logistisella regressiolla tilasiirtymätodennäköisyydet, joiden perusteella tilasiirtymät arvotaan. Tilasiirtymätodennäköisyyksiä selitetään opiskelijoiden ominaisuuksilla, kuten opintojen kestolla ja opiskelijan iällä opintojen alussa. Mallin regressiokertoimet estimoidaan hierarkkisella Bayes-mallilla käyttäen Markovin ketju Monte Carlo -menetelmää. Ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden aineistolle sovitetaan yksinkertaisempi malli, jossa opiskelijoiden tutkinnonsuorittamistodennäköisyyksiä estimoidaan binäärisellä logistisella regressiolla.

Ennusteita varten sovitetaan useita erilaisia malleja, jotka eroavat toisistaan sen perusteella, kuinka malleissa käytettävät selittävät muuttujat on valittu. Eri malleilla saatuja tutkintoennusteita vertaillaan ja pohditaan, millä mallilla saadaan parhaimmat tutkintoennusteet. Myös siirtymätodennäköisyyksiä estimoivia regressiokertoimia tulkitaan ja katsotaan, mitkä tekijät vaikuttavat positiivisesti ja mitkä negatiivisesti yliopisto-opintojen etenemiseen. Lisäksi opiskelijoiden tutkinnonsuorittamistodennäköisyyksiä vertaillaan simuloimalla erilaisten opiskelijoiden opintojen kulkua opintojen alusta seitsemän vuotta eteenpäin.

Avainsanat: Bayes-tilastotiede, multinomiaalinen logistinen regressio, Markovin ketju Monte Carlo (MCMC), yliopisto-opinnot, opintojen keskeyttäminen, opiskeluaika

Sisältö

1 Johdanto	1
2 Aineisto	4
2.1 Vuosina 2005–2015 alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden aineisto	4
2.2 Vuosina 2005–2016 ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden aineisto	7
2.3 Vuosina 1996–2004 aloittaneiden opiskelijoiden aineisto	9
3 Mallintaminen	12
3.1 Tilat	12
3.2 Tilasiirtymätodennäköisyydet	16
3.3 LuK-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet	18
3.4 Siirtymien ja tutkintojen lukumäärien ennustaminen	19
4 Tulokset	22
4.1 Prediktorit	22
4.2 Prioriparametrit	28
4.3 Estimoidut todennäköisyydet ja regressiokertoimet	30
4.4 Tutkintojen lukumäärien ennusteet	43
4.5 Opiskelijoiden vertailua	49
5 Pohdinta	53
Viitteet	56
Liitteet	58
Liitetaulukot	58
Liitekoodi	71

1 Johdanto

Yliopisto-opintojen pitkittyminen ja keskeytyminen ovat ongelmia, jotka ilmenevät oppilaitoksissa muun muassa rajallisten resurssien ja opiskelupaikkojen hukakäyttönä. Ongelmiin on pyritty vaikuttamaan esimerkiksi rajaamalla opiskelijan enimmäisopiskeluaika seitsemään vuoteen (Yliopistolaki 558/2009 § 40) ja kiristämällä opintotuen myöntämisen perusteita (Opintotukilaki 65/1994). Tilastokeskuksen (2017a) viimeisimmän selvityksen perusteella Suomessa lukuvuonna 2013–2014 yliopisto-opintonsa keskeytti 6.2 % opiskelijoista. Yliopisto-opintonsa puolestaan suorittaa alle viidessä ja puolessa vuodessa keskimäärin vain vähän yli puolet opintonsa loppuun suorittavista opiskelijoista (Tilastokeskus, 2017b), ja vain noin 5–15 % kaikista suomalaisista yliopisto-opiskelijoista valmistuu maisteriksi viiden vuoden tavoiteajassa (Korhonen & Rautopuro, 2012).

Syitä korkeakouluopintojen keskeytymiselle ja pitkittymiselle on tutkittu sekä kasvatustieteellisestä että tilastotieteellisestä näkökulmasta. Aihetta käsittelevässä kirjallisuudessa ollaan varsinkin kiinnostuneita tunnistamaan opinnoissaan todennäköisesti menestyvät opiskelijat ennen opintojen alkua. Utriainen (2011) on tutkinut tilastollisten menetelmien avulla opiskelijoiden lukion arvosanojen ja pääsykoetulosten soveltuvuutta yliopistoarvosanoilla mitatun opintomenestyksen mittareina Jyväskylän yliopiston humanistisessa ja liikunta- ja terveystieteiden tiedekunnissa. Yksi tutkimuksen päätuloksista oli, että opiskelijan opintomenestys lukiossa ennusti menestymistä yliopisto-opinnoissa pääsykoetuloja paremmin. Mannonen (2008) on selvittänyt opiskelijoiden pääsykoetulosten ja arvosanoilla mitatun opintomenestyksen yhteyttä Turun ammattikorkeakoulun fysioterapian koulutusohjelmassa. Tässäkin tutkimuksessa todettiin, että opiskelijan menestyminen pääsykokeissa ennustaa heikosti itse opinnoissa menestymistä.

Häkkinen (2004) on arvioinut yliopisto-opiskelijoiden opinnoissa etenemistä estimoimalla regressiomalleilla neljän ensimmäisen opiskeluvuoden opintopistekertymää sekä valmistumisen todennäköisyyttä seitsemän vuotta opintojen aloittamisen jälkeen. Tarkastelluista tieteenaloista kasvatustieteiden opiskelijoille pystyttiin ennustamaan parhaiten yliopistoissa etenemistä aiemman lukiomenestyksen perusteella, kun taas yhteiskuntatieteiden, liikuntatieteiden ja teknisten tieteiden opiskelijoilla pääsykoetulokset toimivat parempina opinnoissa etenemisen mittareina.

Viitanen (2016) on puolestaan tutkinut Metropolian ammattikorkeakoulun opiskelijoiden valmistumistodennäköisyyden muutosta ajassa elinaika-analyysin avulla. Metropolian ammattikorkeakoulussa suoritetaan kulttuuriin, liiketalouteen, sosiaali- ja terveysalaan sekä tekniikkaan liittyviä tutkintoja. Laajaa aineistoa hyödyntäen löydettiin, että yksi suurimmista valmistumistodennäköisyyksiin vaikuttavista tekijöistä oli opiskelijan sukupuoli: miehillä valmistumisen todennäköisyys on naisia pienempi. Todettiin myös, että opiskelijan kahtena ensimmäisenä lukukautena saamat kurssiarvosanat ja suoritettujen opintopisteiden lukumäärät vaikuttivat merkittävästi opiskelijan valmistumistodennäköisyyksiin.

Kansainvälisesti yliopisto-opintojen keskeytymistä ja pitkittymistä ovat tutkineet esimerkiksi Vallejos ja Steel (2017), jotka myös ovat estimoineet eri tekijöiden vaikutusta yliopisto-opintojen pitkittymiselle ja keskeytymiselle elinaika-analyysin avulla. Heidän tutkimuksessaan opiskelijoista on käytössä erilaisia taus-

tamuuttujia, joista esille nousee muun muassa opiskelupaikan sijoittuminen kaikkien hakutoiveiden joukossa ja mahdollinen viive ennen yliopisto-opintojen aloitusta: valmistumisen todennäköisyys on parempi, jos opiskelupaikka oli opiskelijan ensimmäinen hakutoive, ja useamman vuoden kestänyt viive toisen asteen opintojen ja yliopisto-opintojen välillä vaikuttaa valmistumistodennäköisyyteen negatiivisesti. Montmarquette, Mahseredjian ja Houle (2001) ovat estimoineet opintojen keskeyttämistä probit-mallin avulla. Tutkimuksessa keskeyttämisen todennäköisyyksiä estimoitiiin erikseen opintojen kahdelle ensimmäiselle lukukaudelle. Nähtiin, että pakollisten kurssien ryhmäkoilla oli vaikutusta opintojen ensimmäisellä lukukaudella, kun taas opintojen toisella lukukaudella ensimmäisen lukukauden arvosanat vaikuttivat opintojen keskeyttämiseen merkitsevästi.

Pro gradu -tutkielmani tarkoituksena on ennustaa Jyväskylän yliopiston maantieteellisen tiedekunnan lähivuosina suoritettavien luonnontieteiden kandidaatin (LuK) ja filosofian maisterin (FM) tutkintojen lukumääriä. Aihe liittyy läheisesti korkeakouluopintojen pitkittymisen ja keskeyttämisen tutkimiseen, sillä hyvien tutkintoennusteiden saamiseksi on tunnistettava sellaiset opiskelijat, joiden opintojen keskeyttämisen riski on suuri. Tätä kautta tutkielman tavoitteena on myös tuottaa tietoa siitä, mitkä tekijät vaikuttavat opintojen pitkittymiseen ja keskeyttämiseen. Aihe on kiinnostava etenkin siksi, että Suomessa luonnontieteet ovat koulutusalojen joukossa, joissa esiintyy eniten opintojen keskeyttämistä (Tilastokeskus, 2017a; Rautopuro & Korhonen, 2011).

Tutkintoennusteet saadaan mallintamalla tiedekunnan opiskelijoiden opintoja ja ennustamalla heidän opintojensa etenemistä seuraavalle parille kalenterivuodelle. Vuonna 2005 ja sen jälkeen aloittaneiden opiskelijoiden opintoja mallinnetaan yksityiskohtaisella tilaketjuihin perustuvalla mallilla, kun taas ennen vuotta 2005 aloittaneille opiskelijoille estimoidaan logistisella regressiomallilla yksinkertaiset tutkinnonsuorittamistodennäköisyydet, joiden perusteella tutkintoennusteet tehdään.

Tiettävästi yliopisto-opiskelijoiden opintoja ei olla aiemmin mallinnettu eri tilojen ja niiden välisten siirtymien avulla. Opintojen kestoa ja niiden pitkittymistä ja keskeyttämistä tilastotieteellisesti käsittelevässä kirjallisuudessa ollaan yleensä keskitytty mallintamaan vain yliopisto-opintojen mahdollisia lopputuloksia: valmistumista ja keskeyttämistä. Tässä tutkielmassa esitetyn mallin avulla päästään paremmin käsiksi siihen, missä vaiheessa opintoja keskeyttäminen tapahtuu ja mitkä tekijät ovat tähän vaikuttaneet. Näin voidaan mahdollisesti tunnistaa tehokkaammin yliopisto-opinnoissa esiintyviä ongelmakohtia, joihin pystytään tarvittaessa reagoimaan opetusta suunnitellessa.

Opintojen kulkua kuvaavan mallin avulla tulokseksi saadaan LuK- ja FM-tutkintojen lukumäärien ennusteet kalenterivuosille 2017 ja 2018. Ennusteet tehdään käyttäen erilaisia malleja, jotka eroavat toisistaan sen perusteella, kuinka tilasiirtymiä selittävät prediktorit on malleihin valittu. Tutkintoennusteiden lisäksi voidaan tulkita myös mallien tilasiirtymiä selittävien muuttujien regressiokertoimia, joista nähdään, mitkä tekijät vaikuttavat opintojen etenemiseen opintojen eri vaiheissa.

Luvussa 2 esitellään tutkimuksessa käytettävä aineisto. Luvussa 3 puolestaan käydään yksityiskohtaisesti läpi, kuinka vuonna 2005 ja sen jälkeen aloittaneiden opiskelijoiden opintoja mallintavat tilaketjut määritellään ja kuinka mallin tilojen väliset opiskelijakohtaiset siirtymätodennäköisyydet estimoidaan. Luvussa 4 esi-

tellään ensin malleille valitut parametrit ja prediktorit, minkä jälkeen tarkastellaan eri prediktoreiden vaikutuksia tilasiirtymätodennäköisyyksiin. Erilaisilla malleilla saatuja tutkintojen lukumäärien ennusteita vertaillaan ja pohditaan, millä mallilla saadaan parhaimmat ennusteet parille seuraavalle kalenterivuodelle. Lopuksi vertaillaan myös ominaisuuksiltaan erilaisten opiskelijoiden todennäköisyyksiä tutkinnon suorittamiselle simuloimalla opiskelijoiden etenemistä opintojen alusta seitsemän vuotta eteenpäin. Tutkielman päättää luku 5, jossa pohditaan mallin heikkouksia ja mietitään, kuinka mallia voitaisiin kehittää tulevaisuudessa.

2 Aineisto

Tutkimuksessa käytettävä aineisto koostuu kolmesta aineistokokonaisuudesta, joista jokaiselle sovitetaan oma mallinsa tutkintoennusteita varten. Aineistokokonaisuuksista laajin koostuu vuosina 2005–2015 Jyväskylän matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden tiedoista. Toisena aineistokokonaisuutena ovat vuosina 2005–2016 ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden tiedot. Kolmantena aineistokokonaisuutena ovat vuosina 1996–2004 tiedekunnassa aloittaneiden opiskelijoiden tiedot. Aineistoille sovitettavilla malleilla estimoidaan lähivuosina suoritettavien LuK- ja FM-tutkintojen lukumääriä aineistoihin kuululle yhä tutkintoja vailla oleville opiskelijoille.

Kolmessa aineistokokonaisuudessa havaittujen tutkintojen lukumäärät vuosille 2005–2016 on esitetty LuK-tutkintojen osalta taulukossa 1 ja FM-tutkintojen osalta taulukossa 2. Havaitut lukumäärät eivät täysin vastaa Jyväskylän yliopiston virallisesti ilmoittamia lukumääriä. Syy tähän on osittain se, että ennen vuotta 1996 aloittaneiden opiskelijoiden tutkinnot eivät sisälly aineistoon. Myös mahdolliset aineiston keruussa tapahtuneet inhimilliset virheet ovat voineet vaikuttaa lukumääriin. Aineistossa viime vuosille havaitut tutkintojen lukumäärät ovat kuitenkin lähellä yliopiston ilmoittamia lukumääriä, joten käytettävä aineisto soveltunee myös lähivuosina suoritettavien tutkintojen estimoimiseen.

Havaituista tutkinnoista nähdään, että ennen vuotta 2008 LuK-tutkintoja suoritettiin vähän. Tämä johtuu siitä, että ennen vuotta 2005 aloittaneet opiskelijat pystyivät suorittamaan maisterin tutkinnon vanhan tutkintojärjestelmän mukaisesti ilman kandidaatin tutkintoa 31.7.2008 asti. Tämä näkyy myös piikkinä suoritettujen FM-tutkintojen lukumäärissä vuonna 2008, koska vanhan järjestelmän mukaan suorittavat opiskelijat kiirehtivät maisterintutkinnon suoritetuksi ennen 31.7.2008. Kaikki päivän 31.7.2005 jälkeen aloittaneet opiskelijat suorittavat opintonsa uuden tutkintojärjestelmän mukaisesti suorittaen sekä kandidaatin että maisterin tutkinnon. (Laki yliopistolain muuttamisesta 715/2004.)

2.1 Vuosina 2005–2015 alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden aineisto

Jyväskylän yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa vuosina 2005–2015 alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden aineisto koostuu opiskelijoiden tiedoista ja heidän kurssisuorituksistaan vuoden 2015 loppuun asti. Aineisto kerättiin laitoksittain vuoden 2016 aikana toukokuusta alkaen. Myöhemmin aineistoon päivitettiin kaikki vuonna 2016 tutkinnon suorittaneet opiskelijat.

Aloitusvuoden alarajaksi on valittu vuosi 2005, jolloin voimaan astui opiskelualan rajaamista koskenut laki. Alemmasta korkeakoulututkinnosta 31.7.2005 jälkeen opintonsa aloittaneilla opiskelijoilla on enintään seitsemän vuotta aikaa suorittaa sekä alempi että ylempi korkeakoulututkinto. Ennen tätä aloittaneiden opiskelijoiden opintojen kestolle ei ollut asetettu ylärajaa. Varsinainen opiskeluaika voi kuitenkin käytännössä olla pidempi kuin seitsemän vuotta, koska opiskelijoilla on oikeus

Taulukko 1: Vuosina 2005–2016 havaitut LuK-tutkinnot laitoksittain. Tutkintojen lukumäärät on esitetty summina, joissa ensimmäinen luku on ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden osuus ja toinen luku vuonna 2005 ja sen jälkeen alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden osuus. Ennen vuotta 2005 suoritettuja tutkintoja ei ole taulukoitu.

	bio- ja ympäristötieteiden laitos	fysiikan laitos	kemian laitos	matematiikan ja tilastotieteen laitos	tiedekunta yhteensä
2005	$2 + 0 = 2$	$1 + 0 = 1$	$3 + 0 = 3$	$4 + 0 = 4$	$10 + 0 = 10$
2006	$1 + 0 = 1$	$5 + 0 = 5$	$4 + 0 = 4$	$5 + 0 = 5$	$15 + 0 = 15$
2007	$12 + 0 = 12$	$8 + 0 = 8$	$9 + 0 = 9$	$13 + 0 = 13$	$42 + 0 = 42$
2008	$33 + 9 = 42$	$18 + 0 = 18$	$46 + 6 = 52$	$23 + 1 = 24$	$120 + 16 = 136$
2009	$21 + 24 = 45$	$29 + 9 = 38$	$17 + 10 = 27$	$30 + 6 = 36$	$97 + 49 = 146$
2010	$27 + 36 = 63$	$26 + 22 = 48$	$8 + 15 = 23$	$32 + 7 = 39$	$93 + 80 = 173$
2011	$9 + 44 = 53$	$15 + 23 = 38$	$12 + 23 = 35$	$13 + 27 = 40$	$49 + 117 = 166$
2012	$8 + 51 = 59$	$4 + 26 = 30$	$5 + 23 = 28$	$8 + 25 = 33$	$25 + 125 = 150$
2013	$7 + 61 = 68$	$5 + 28 = 33$	$5 + 16 = 21$	$5 + 30 = 35$	$22 + 135 = 157$
2014	$3 + 47 = 50$	$5 + 46 = 51$	$3 + 33 = 36$	$3 + 30 = 33$	$14 + 156 = 170$
2015	$4 + 47 = 51$	$4 + 26 = 30$	$0 + 48 = 48$	$4 + 30 = 34$	$12 + 151 = 163$
2016	$2 + 48 = 50$	$1 + 39 = 40$	$3 + 39 = 42$	$0 + 34 = 34$	$6 + 160 = 166$
	$129 + 367 = 496$	$121 + 219 = 340$	$115 + 213 = 328$	$140 + 190 = 330$	$505 + 989 = 1494$

Taulukko 2: Vuosina 2005–2016 havaitut FM-tutkinnot laitoksittain. Tutkintojen lukumäärät on esitetty summina, joissa ensimmäinen luku on ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden osuus, toinen luku vuonna 2005 ja sen jälkeen alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden osuus ja kolmas luku vuonna 2005 ja sen jälkeen ylempää korkeakoulututkinnosta aloittaneiden osuus. Ennen vuotta 2005 suoritettuja tutkintoja ei ole taulukoitu.

	bio- ja ympäristötieteiden laitos	fysiikan laitos	kemian laitos	matematiikan ja tilastotieteen laitos	tiedekunta yhteensä
2005	$72 + 0 + 0 = 72$	$42 + 0 + 0 = 42$	$35 + 0 + 0 = 35$	$22 + 0 + 0 = 22$	$171 + 0 + 0 = 171$
2006	$82 + 0 + 1 = 83$	$40 + 0 + 0 = 40$	$29 + 0 + 0 = 29$	$24 + 0 + 0 = 24$	$175 + 0 + 1 = 176$
2007	$71 + 0 + 5 = 76$	$44 + 0 + 5 = 49$	$37 + 0 + 0 = 37$	$20 + 0 + 1 = 21$	$172 + 0 + 11 = 183$
2008	$122 + 1 + 9 = 132$	$33 + 0 + 0 = 33$	$51 + 1 + 0 = 52$	$33 + 0 + 0 = 33$	$239 + 2 + 9 = 250$
2009	$22 + 2 + 15 = 39$	$29 + 4 + 2 = 35$	$19 + 2 + 1 = 22$	$31 + 2 + 0 = 33$	$101 + 10 + 18 = 129$
2010	$31 + 13 + 13 = 57$	$30 + 3 + 4 = 37$	$18 + 6 + 1 = 25$	$32 + 5 + 0 = 37$	$111 + 27 + 18 = 156$
2011	$16 + 25 + 13 = 54$	$13 + 17 + 8 = 38$	$14 + 13 + 5 = 32$	$22 + 13 + 0 = 35$	$65 + 68 + 26 = 159$
2012	$9 + 32 + 10 = 51$	$4 + 27 + 5 = 36$	$13 + 17 + 7 = 37$	$7 + 13 + 0 = 20$	$33 + 89 + 22 = 144$
2013	$9 + 33 + 20 = 62$	$11 + 30 + 7 = 48$	$8 + 19 + 6 = 33$	$4 + 27 + 1 = 32$	$32 + 109 + 34 = 175$
2014	$5 + 31 + 10 = 46$	$2 + 22 + 0 = 24$	$4 + 19 + 6 = 29$	$4 + 25 + 2 = 31$	$15 + 97 + 18 = 130$
2015	$5 + 32 + 19 = 56$	$2 + 16 + 7 = 25$	$4 + 26 + 3 = 33$	$6 + 21 + 0 = 27$	$17 + 95 + 29 = 141$
2016	$4 + 37 + 14 = 55$	$4 + 26 + 6 = 36$	$3 + 24 + 3 = 30$	$1 + 27 + 2 = 30$	$12 + 114 + 25 = 151$
	$448 + 206 + 129 = 783$	$254 + 145 + 44 = 443$	$235 + 127 + 32 = 394$	$206 + 133 + 6 = 345$	$1143 + 611 + 211 = 1965$

suorittaa varusmiespalvelus ja jäädä vanhempainvapaalle. Lisäksi opiskelijalla voi olla enintään yhteensä kaksi lukuvuotta selittämättömiä poissaoloja. (Yliopistolaki 558/2009 § 40.)

Jokaiselle opiskelijalle on aineistossa syntymäaika, opintojen aloitusvuosi sekä mahdollisten LuK- ja FM-tutkintojen suoritusvuodet. Aineistossa on myös tieto siitä, onko opiskelija valittu suoravalinnalla opettajankoulutukseen. Toisesta Jyväskylän yliopiston tiedekunnasta kesken opintojaan matemaattis-luonnontieteelliseen tiedekuntaan vaihtaneet opiskelijat on pyritty tunnistamaan ja asettamaan aineistossa sille aloitusvuodelle, jona opinnot Jyväskylän yliopistossa on aloitettu. Oletuksena on, että aiemmat opinnot todennäköisesti edistävät myös matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa aloitetun pääaineen opintoja.

Jyväskylän yliopiston matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta koostuu neljästä laitoksesta: bio- ja ympäristötieteiden laitos, fysiikan laitos, kemian laitos sekä matematiikan ja tilastotieteen laitos. Opiskelijoille on määritelty laitos sen perusteella, mille laitokselle opiskelija suoritti tutkintoaan aineiston keräyksen hetkellä. Käytettävässä mallissa opiskelijan laitos ei voi vaihtua opintojen aikana.

Ylioppilaaksi kirjoittaneiden opiskelijoiden osaamista voidaan arvioida aineistossa olevien äidinkielen ja matematiikan ylioppilasarvosanojen avulla. Matematiikan ylioppilasarvosanan lisäksi matematiikan kirjoittaneilta opiskelijoilta on myös tieto siitä, suorittiko opiskelija ylioppilaskokeen pitkän vai lyhyen matematiikan oppimäärän mukaan. Äidinkielen ylioppilasarvosana puuttuu ylioppilaaksi kirjoittaneelta opiskelijalta silloin, kun opiskelija on käynyt IB-lukion. Matematiikan ylioppilasarvosana puolestaan puuttuu ylioppilaaksi kirjoittaneelta opiskelijalta silloin, kun opiskelija ei kirjoittanut ylioppilaskirjoituksissa matematiikkaa. Jos opiskelija ei ole kirjoittanut ylioppilaaksi, ylioppilastiedot puuttuvat. Vaikuttaisi myös siltä, että joidenkin opiskelijoiden ylioppilastiedot puuttuvat jostain muusta syystä. Syitä puuttuville ylioppilastiedoille ei aineistossa kuitenkaan ole erikseen saatavilla.

Opiskelijoille on jokaiselle kalenterivuodelle opintojen aloitusvuodesta vuoteen 2015 tieto siitä, onko opiskelijalla ollut aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle. Opiskelijan opinto-oikeus on aktiivinen, jos opiskelija on ilmoittautunut alkaneelle lukuvuodelle joko läsnä- tai poissaolevaksi. Opinto-oikeus on puolestaan passiivinen, jos opiskelija ei ole uusinut sitä tai on luopunut kokonaan opiskelemisestään. Jokaisen vuoden aktiivisuustieto on haettu opiskelijoille päivän 20.9. tilanteen perusteella. Uusi lukuvuosi alkaa aina syyskuun alussa ja kaikkien opintojensa jatkamisesta seuraavalle lukuvuodelle aikovien opiskelijoiden oletetaan uusineen opinto-oikeutensa 20.9. mennessä.

Aineisto sisältää myös opiskelijoiden jokaisen yksittäisen kurssisuorituksen tiedot. Niitä hyödyntäen opiskelijoille on laskettu jokaiselle kalenterivuodelle kertyneiden opintopisteiden kokonaismäärä.

Aineisto koostuu yhteensä 3631 opiskelijan tiedoista. Tiedekunnassa vuosittain aloittaneiden opiskelijoiden lukumäärät laitoksittain on esitelty taulukossa 3. Opintojen alussa opiskelijoiden iän (opintojen aloitusvuoden ja syntymävuoden erotus) keskiarvo on 20.6 ja sekä moodi että mediaani ovat 19.

Opiskelijoiden jakautumista ylioppilasarvosanojen perusteella vertaillaan taulukossa 4. Nähdään, että tiedekuntaan hakeutuu kokonaisuudessaan enemmän matematiikan pitkän oppimäärän kirjoittaneita opiskelijoita kuin lyhyen oppimäärän

Taulukko 3: Jyväskylän yliopistossa matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa aineistossa vuosina 2005–2015 alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden lukumäärät laitoksittain. Suluissa on esitetty opettajankoulutukseen suoravalinnalla valittujen opiskelijoiden lukumäärät.

	bio- ja ympäristötieteiden laitos	fysiikan laitos	kemian laitos	matematiikan ja tilastotieteen laitos	tiedekunta yhteensä
2005	92 (1)	88 (22)	66 (7)	79 (23)	325 (53)
2006	83 (5)	75 (13)	93 (15)	61 (16)	312 (49)
2007	79 (5)	87 (10)	102 (9)	70 (20)	338 (44)
2008	76 (6)	77 (7)	90 (13)	103 (34)	346 (60)
2009	83 (4)	102 (11)	89 (14)	113 (23)	387 (52)
2010	74 (7)	106 (17)	113 (17)	95 (30)	388 (71)
2011	73 (6)	120 (15)	99 (13)	94 (30)	386 (64)
2012	71 (4)	117 (9)	101 (14)	73 (27)	362 (54)
2013	71 (3)	91 (9)	59 (9)	55 (20)	276 (41)
2014	80 (2)	74 (9)	56 (7)	40 (21)	250 (39)
2015	79 (5)	64 (4)	60 (7)	58 (20)	261 (36)
	861 (48)	1001 (126)	928 (125)	841 (264)	3631 (563)

kirjoittaneita opiskelijoita. Fysiikan sekä matematiikan ja tilastotieteen laitoksissa on enemmän korkeita matematiikan ylioppilasarvosanoja saaneita opiskelijoita verrattuna bio- ja ympäristötieteiden ja kemian laitoksiin. Äidinkielen arvosanojen kohdalla laitosten välillä ei ole yhtä suuria eroja kuin matematiikan arvosanojen kohdalla. Korkean äidinkielen arvosanan saaneista opiskelijoista kuitenkin suurin osuus opiskelee bio- ja ympäristötieteiden laitoksella.

2.2 Vuosina 2005–2016 ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden aineisto

Toisena aineistokokonaisuutena ovat vuosina 2005–2016 ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden tiedot ja vuosittaiset opintopistekertymät. Vuosina 2005–2015 aloittaneiden opiskelijoiden vuosittaiset opintopistekertymät on kerätty vuoteen 2015 asti ja suoritettut tutkinnot vuoteen 2016 asti. Aineistoon lisättiin myöhemmin vuonna 2016 aloittaneiden opiskelijoiden tiedot ja heidän opintopistekertymänsä vuonna 2016. Tämä tehtiin luotettavien FM-tutkintoennusteiden saamiseksi vuodelle 2018: ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden opintojen tavoitekesto on kaksi vuotta, joten vuonna 2016 aloittaneiden opiskelijoiden osuus vuoden 2018 FM-tutkintoennusteessa on oletettavasti merkittävä. Ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden tiedot on kerätty joulukuussa 2016 ja tammikuussa 2017.

Opintonsa ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden opinnot eroavat kestoltaan ja rakenteeltaan alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden opinnoista: suoraan maisterivaiheeseen valittu opiskelija tarvitsee ainoastaan vähintään 120 opintopistettä FM-tutkinnon suorittamiseen, kun

Taulukko 4: Jyväskylän yliopistossa matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa aineistossa vuosina 2005–2015 alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden osaaminen ylioppilasarvosanojen perusteella.

(a) Matematiikan ylioppilasarvosanat

		bio- ja ympäristötieteiden laitos			matematiikan ja tilastotieteen laitos	
		fysiikan laitos	kemian laitos			
Pitkä oppimäärä	L	18	128	43	125	314
	E	76	237	154	279	746
	M	128	261	248	217	854
	C	123	151	182	49	505
	B	72	45	76	3	196
	A	30	12	20	0	62
	I	4	0	2	0	6
Lyhyt oppimäärä	L	34	3	28	5	70
	E	63	6	42	5	116
	M	60	3	23	1	87
	C	34	2	5	0	41
	B	21	2	6	0	29
	A	7	1	0	0	8
	I	1	0	0	0	1
Puuttuu		190	150	99	157	596

(b) Äidinkielen ylioppilasarvosanat

		bio- ja ympäristötieteiden laitos			matematiikan ja tilastotieteen laitos	
		fysiikan laitos	kemian laitos			
L		92	82	63	61	298
E		202	150	171	171	694
M		252	229	231	192	904
C		158	197	244	179	778
B		44	85	90	55	274
A		7	31	41	23	102
I		0	2	3	1	6
Puuttuu		106	225	85	159	575

puolestaan alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittanut opiskelija voi saada FM-tutkinnon aikaisintaan suoritettuaan 300 opintopistettä. Lisäksi maisterivaiheeseen valituille opiskelijoille on tavallista saada opintopisteitään erisuuruisia korvaavuuksia aiemmin suoritetuista opinnoista. Näistä syistä vuosina 2005–2015 pelkästään ylempää korkeakoulututkintoa suorittamaan valituille opiskelijoille sovitetaan oma mallinsa. Malli on rakenteeltaan alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien mallia yksinkertaisempi, koska opintojen odotettu kesto on lyhyempi ja käytettävissä oleva aineisto on pienempi. Aineiston pienempi koko johtuu siitä, että suoraan ylempää korkeakoulututkintoa suorittamaan valittuja opiskelijoita on vuosittain huomattavasti vähemmän kuin alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavia opiskelijoita.

Ylemmstä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden aineisto ei sisällä kaikkia samoja opiskelijatietoja kuin alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden aineisto. Tieto opettajankoulutukseen valinnasta puuttuu, koska ylemmstä korkeakoulututkinnosta aloittavia opiskelijoita ei erikseen valita opettajankoulutukseen. Aineisto ei myöskään sisällä opiskelijoiden mahdollisia ylioppilasarvosanoja äidinkielestä ja matematiikasta, ja opiskelijoiden yksittäisten kurssisuoritusten sijaan aineistossa on ainoastaan opiskelijoiden vuosittaiset opintopistekertymät. Muuten opiskelijoiden tiedot ovat samat kuin alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden, eli aineisto sisältää opiskelijoiden syntymäajan, opintojen aloitusvuoden, mahdollisen FM-tutkinnon suoritusvuoden, laitoksen ja tiedon aktiivisesta opinto-oikeudesta jokaiselle opiskeluvuodelle.

Vuosina 2005–2016 ylemmstä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden aineistossa on yhteensä 482 opiskelijan tiedot. Eri vuosina aloittaneiden opiskelijoiden lukumäärät laitoksittain on esitetty taulukossa 5. Nähdään, että iso osa maisterivaiheeseen valituista opiskelijoista suorittaa tutkintoaan biotieteiden ja ympäristötieteiden laitokselle. Ylemmstä korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden keski-ikä opintojen alussa on korkeampi kuin alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien: keskiarvo on 27.3 vuotta, moodi 24 vuotta ja mediaani 26 vuotta.

2.3 Vuosina 1996–2004 aloittaneiden opiskelijoiden aineisto

Kolmantena ja viimeisenä aineistokokonaisuutena ovat ennen vuotta 2005 aloittaneet opiskelijat, joista suurin osa on jo joko valmistunut tai jättänyt opintonsa tiedekunnassa kesken. Johtuen opiskelijoiden aikarajattomasta tutkinto-oikeudesta, tutkinnot näiltä opiskelijoilta ovat kuitenkin edelleen mahdollisia. Jyväskylän yliopiston matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa vuosina 1996–2004 aloittaneista opiskelijoista on kerätty karsitumpi aineisto joulukuussa 2016 ja tammikuussa 2017. Aineisto sisältää opiskelijoiden syntymävuoden, opintojen aloitusvuoden, laitoksen ja mahdollisten LuK- ja FM-tutkintojen suoritusvuodet vuoteen 2016 asti. Aineisto ei sisällä eri opiskeluvuosille tietoja opiskelijoiden opinto-oikeuden tilasta tai opintopisteiden kertymisestä. Ennen vuotta 1996 opintonsa aloittaneita opiskelijoita ei oteta enää huomioon ennusteissa. Heidän osuutensa tutkintojen lukumäärissä nykypäivänä oletetaan kuitenkin olevan hyvin pieni.

Taulukko 5: Jyväskylän yliopistossa matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa aineistossa vuosina 2005–2016 ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden lukumäärät laitoksittain.

	bio- ja ympäristötieteiden laitos	fysiikan laitos	kemian laitos	matematiikan ja tilastotieteen laitos	tiedekunta yhteensä
2005	30	8	0	6	44
2006	20	4	0	8	32
2007	21	9	7	2	39
2008	23	9	5	2	39
2009	19	11	13	2	45
2010	23	7	17	0	47
2011	25	10	7	0	42
2012	23	7	6	1	37
2013	24	5	8	2	39
2014	21	10	5	0	36
2015	18	5	7	5	35
2016	32	6	7	2	47
	279	91	82	30	482

Aineisto koostuu 3863 opiskelijan tiedoista. Opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden lukumäärät vuosille 1996–2004 on esitetty laitospohjaisesti taulukossa 6. Ennen informaatioteknologian tiedekunnan perustamista vuonna 1998 tietotekniikan laitos oli osa matemaattis-luonnontieteellistä tiedekuntaa. Opiskelijat, jotka olivat aloittaneet tietotekniikan laitoksella, on pudotettu aineistosta, koska vuodesta 1998 eteenpäin he ovat olleet osa informaatioteknologian tiedekuntaa.

Aineistolle sovitetaan kalenterivuosisille 2009–2016 yksinkertainen logistinen regressiomalli, jolla estimoidaan opiskelijoiden todennäköisyyksiä saada LuK- ja FM-tutkinnot. Alarajaksi on valittu vuosi 2009, koska Suomessa opiskelija, joka oli aloittanut opintonsa ennen vuotta 2005, pystyi 31.7.2008 asti suorittamaan vanhan tutkintojärjestelmän mukaisesti maisterin tutkinnon ilman kandidaatin tutkintoa (Laki yliopistolain muuttamisesta 715/2004). Syksyllä 2008 ja sen jälkeen maisterin tutkinnon suorittaakseen kaikkien opiskelijoiden on täytynyt suorittaa myös kandidaatin tutkinto.

On syytä huomioida, että kaikista kolmesta aineistokokonaisuudesta (vuonna 2005 ja sen jälkeen alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneet, vuonna 2005 ja sen jälkeen ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloittaneet ja ennen vuotta 2005 aloittaneet) puuttuu tieto siitä, onko opiskelija luopunut opiskelupaikastaan kokonaan vai jättänyt opinto-oikeuden uusimatta jostain muusta syystä. Tämän takia passivoituneidenkin opiskelijoiden on teoriassa mahdollista jatkaa opintojaan ja opiskelijat poistetaan malleista vasta silloin, kun he ovat suorittaneet maisterin tutkinnon. Passivoituneella opiskelijalla tarkoitetaan nyt ja jatkossa opiskelijaa, joka ei ole ilmoittautunut läsnä- tai poissaolevaksi alkaneelle lukuvuodelle.

Taulukko 6: Jyväskylän yliopistossa matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa aineistossa vuosina 1996–2004 opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden lukumäärät laitoksittain.

	bio- ja ympäristötieteiden laitos	fysiikan laitos	kemian laitos	matematiikan ja tilastotieteen laitos	tiedekunta yhteensä
1996	86	71	110	53	320
1997	118	128	115	66	427
1998	111	112	95	66	384
1999	122	112	123	87	444
2000	114	107	99	85	405
2001	121	116	84	91	412
2002	112	146	101	119	478
2003	123	154	107	142	526
2004	107	109	104	147	467
	1014	1055	938	856	3863

3 Mallintaminen

Tässä kappaleessa esitellään, kuinka vuonna 2005 ja sen jälkeen aloittaneiden opiskelijoiden opintoja mallinnetaan ja kuinka tutkintojen lukumäärien ennusteet saadaan tuleville vuosille.

3.1 Tilat

Jokaisen vuonna 2005 tai sen jälkeen opintonsa aloittaneen opiskelijan opintojen kulkua on mallinnettu siirtyminä eri tilojen välillä diskreettiaikaisella tilaketjulla. Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneelle opiskelijalle tiloja on yhteensä 23 ja ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloittaneelle tiloja on seitsemän. Tilat on määritelty opiskelijan opintopistekertymän ja aktiivisen opinto-oikeuden perusteella, ja opiskelijan tila päivittyy aina kalenterivuoden vaihtuessa. Tilat ja niiden selitykset alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaville on esitetty taulukossa 7 ja mahdolliset siirtymät tilojen välillä on esitetty kuvassa 1. Ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien mallin tilat ja siirtymät esitellään taulukossa 8 ja kuvassa 2. Siirtymä on määritelty mallissa mahdolliseksi, jos sellainen on havaittu aineistossa.

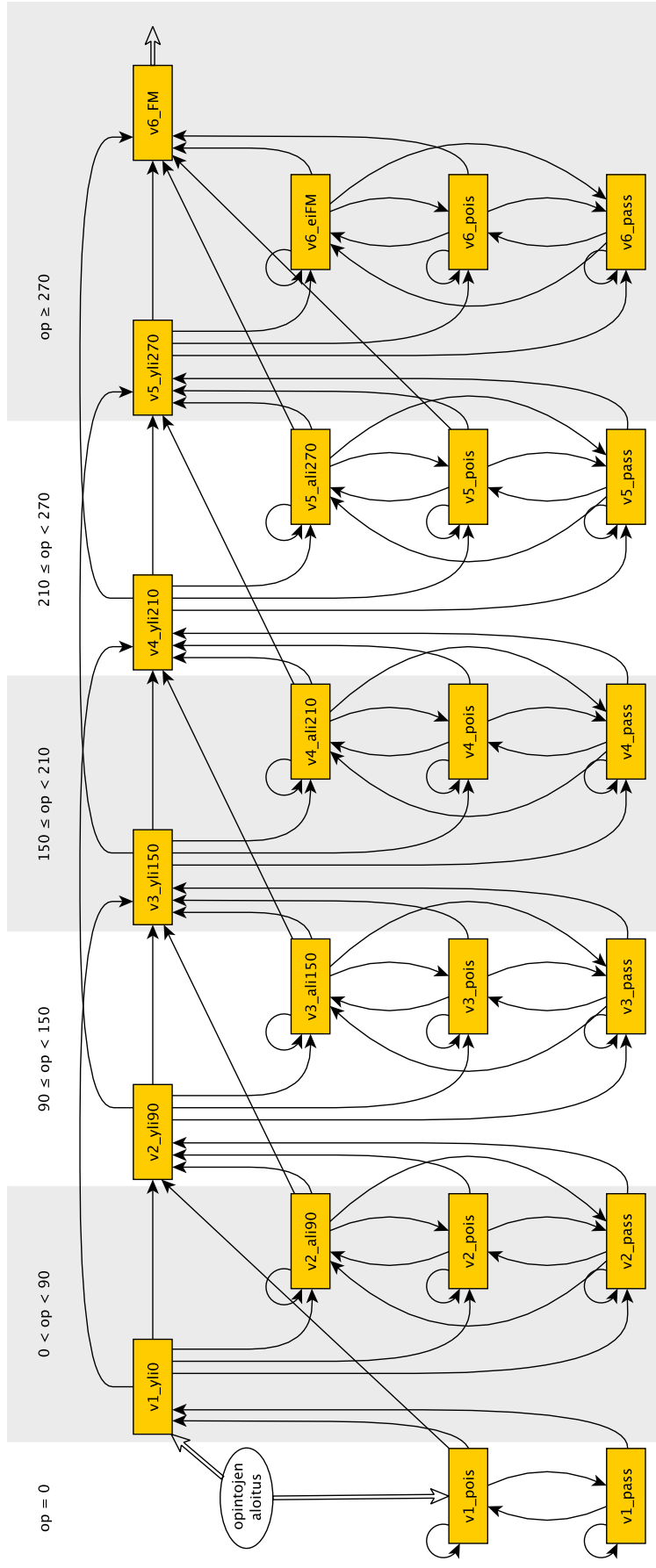
Alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien tilat on jaettu kuuteen vaiheeseen ja jokainen vaihe koostuu neljästä tilasta, poikkeuksena ensimmäinen vaihe, joka koostuu kolmesta tilasta. Opiskelija siirtyy vaiheesta seuraavaan aina kun hänen opintojensa opintopistekertymä ylittää tietyn kynnyksarvon. Kynnyksarvot on määritelty siten, että opintonsa tavoiteajassa viiteen vuoteen suoritettava opiskelija siirtyisi joka vuosi seuraavaan vaiheeseen.

Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittava opiskelija aloittaa opintonsa ensimmäisestä vaiheesta, joka koostuu tiloista $v1_yli0$, $v1_pois$ ja $v1_pass$. Opintojen aloitusvuoden päätteeksi opiskelija siirtyy joko tilaan $v1_yli0$, jos hän on saanut opintopisteitä, tai tilaan $v1_pois$, jos hän on ottanut opiskelupaikan vastaan mutta ei suorittanut kurseja. Esimerkkinä jälkimmäisestä on yleinen tapaus, jossa opiskelija on ottanut opiskelupaikan vastaan, mutta varusmiespalveluksen takia aloittaa varsinaiset opiskelut vasta vuotta myöhemmin. Jos opiskelijalle ei ole yhtään opintopisteitä ja hän laiminlyö opinto-oikeutensa uusimisen, siirtyy hän tilaan $v1_pass$. Opiskelija siirtyy seuraavaan vaiheeseen tilan $v1_yli0$ kautta heti kun hänelle on kertynyt opintopisteitä. Käytännössä opiskelijan opintojen aloitustila voi olla myös jokin muu kuin $v1_yli0$ tai $v1_pois$, jos opiskelijalla on ollut opintopisteitä ennen kuin hänen opintonsa matemaattis-luonnontieteellisessä tiedekunnassa on katsottu alkaneeksi. Tällöin opintojen aloitustila on määritelty opiskelijan opintopistekertymän ja aktiivisen opinto-oikeuden perusteella. Aineistossa havaitut aloitustilat on esitetty taulukossa 9.

Vaiheet toisesta viidenteen ovat identtisiä. Opiskelija voi liikkua vapaasti tilojen vX_aliY , vX_pois ja vX_pass välillä, kun X on tilan vaihe ja Y seuraavaan vaiheeseen siirtymiseen vaadittava opintopistekertymä. Tilaan vX_aliY siirrytään, jos opiskelijalle on kertynyt vuoden aikana opintopisteitä, mutta pisteet eivät riitä seuraavaan vaiheeseen siirtymiseen. Puolestaan tiloihin vX_pois ja vX_pass siirrytään, jos opiskelijalla ei ole opintopisteitä kalenterivuoden ajalta: ensimmäiseen, jos opiskelijal-

Taulukko 7: Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden opintojen kulkua kuvaavan mallin tilat ja niiden selitykset. Vaihe, johon tila kuuluu, merkitään tilan nimen etuosalla vX . Sarake *opinto-oikeus* kertoo, onko opiskelijalla tilassa vuoden päätteeksi aktiivinen vai passiivinen opinto-oikeus. Sarakkeen arvo on tyhjä (–), jos opinto-oikeudella ei ole väliä tilan määritelmässä. Sarake *op* kertoo, onko opiskelija saanut tilassa opintopisteitä kalenterivuoden aikana.

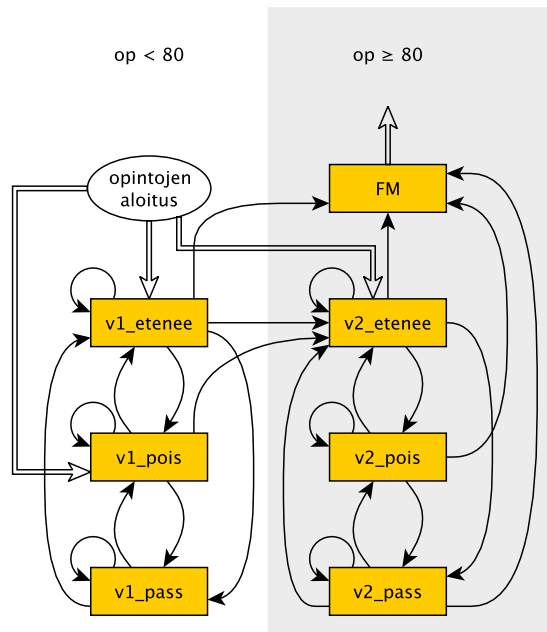
i	<i>tila</i>	<i>opinto-oikeus</i>	<i>op</i>	<i>selitys</i>
1	$v1_{pass}$	pass	ei	Opiskelijalla ei ole aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle eikä opintopisteitä koko opintojen ajalta.
2	$v1_{pois}$	akt	ei	Opiskelijalla on aktiivinen opinto-oikeus syksyllä alkaneelle lukuvuodelle, mutta ei opintopisteitä koko opintojen ajalta.
3	$v1_{yli0}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintonsa ensimmäiset opintopisteet kalenterivuoden aikana.
4	$v2_{ali90}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on välillä [1, 89].
5	$v2_{pass}$	pass	ei	Opiskelijalla ei ole aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle eikä opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on välillä [1, 89].
6	$v2_{pois}$	akt	ei	Opiskelijalla on aktiivinen opinto-oikeus syksyllä alkaneelle lukuvuodelle, mutta ei opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on välillä [1, 89].
7	$v2_{yli90}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on välillä [90, 149] ensimmäistä kertaa opintojen aikana.
8	$v3_{ali150}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on välillä [90, 149].
9	$v3_{pass}$	pass	ei	Opiskelijalla ei ole aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle eikä opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on välillä [90, 149].
10	$v3_{pois}$	akt	ei	Opiskelijalla on aktiivinen opinto-oikeus syksyllä alkaneelle lukuvuodelle, mutta ei opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on välillä [90, 149].
11	$v3_{yli150}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on välillä [150, 209] ensimmäistä kertaa opintojen aikana.
12	$v4_{ali210}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on välillä [150, 209].
13	$v4_{pass}$	pass	ei	Opiskelijalla ei ole aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle eikä opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on välillä [150, 209].
14	$v4_{pois}$	akt	ei	Opiskelijalla on aktiivinen opinto-oikeus syksyllä alkaneelle lukuvuodelle, mutta ei opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on välillä [150, 209].
15	$v4_{yli210}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on välillä [210, 269] ensimmäistä kertaa opintojen aikana.
16	$v5_{ali270}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on välillä [210, 269].
17	$v5_{pass}$	pass	ei	Opiskelijalla ei ole aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle eikä opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on välillä [210, 269].
18	$v5_{pois}$	akt	ie	Opiskelijalla on aktiivinen opinto-oikeus syksyllä alkaneelle lukuvuodelle, mutta ei opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on välillä [210, 269].
19	$v5_{yli270}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on vähintään 270 opintopistettä ensimmäistä kertaa opintojen aikana.
20	$v6_{eiFM}$	–	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on vähintään 270 op. Opiskelijalla ei ole FM-tutkintoa.
21	$v6_{FM}$	–	–	Opiskelijalla on FM-tutkinto.
22	$v6_{pass}$	pass	ei	Opiskelijalla ei ole aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle eikä opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on vähintään 270 op.
23	$v6_{pois}$	akt	ei	Opiskelijalla on aktiivinen opinto-oikeus syksyllä alkaneelle lukuvuodelle, mutta ei opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on vähintään 270 op.



Kuva 1: Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden opintojen kulkua kuvaavan mallin tilat ja niiden väliset mahdolliset siirtymät. Tilojen kuvaukset esitetään taulukossa 7. Aineistossa on myös havaittu joitakin harvinaisia kuvaan merkitsemättömiä siirtymiä. Kaikki aineistossa havaitut siirtymät on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 8: Ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden opintojen kulkua kuvaavan mallin tilat ja niiden selitykset. Vaihe, johon tila kuuluu, merkitään tilan nimen etuosalla vX . Sarake *opinto-oikeus* kertoo, onko opiskelijalla tilassa vuoden päätteeksi aktiivinen vai passiivinen opinto-oikeus. Sarakkeen arvo on tyhjä (-), jos opinto-oikeudella ei ole väliä tilan määritelmässä. Sarake *op* kertoo, onko opiskelija saanut tilassa opintopisteitä kalenterivuoden aikana.

i	<i>tila</i>	<i>opinto-oikeus</i>	<i>op</i>	<i>selitys</i>
1	<i>FM</i>	-	-	Opiskelijalla on FM-tutkinto.
2	<i>v1_etenee</i>	-	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on alle 80 op.
3	<i>v1_pass</i>	pass	ei	Opiskelijalla ei ole aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle eikä opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on alle 80 op.
4	<i>v1_pois</i>	akt	ei	Opiskelijalla on aktiivinen opinto-oikeus syksyllä alkaneelle lukuvuodelle, mutta ei opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on alle 80 op.
5	<i>v2_etenee</i>	-	kyllä	Opiskelija on saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana ja opintopistekertymä on vähintään 80 op.
6	<i>v2_pass</i>	pass	ei	Opiskelijalla ei ole aktiivista opinto-oikeutta syksyllä alkaneelle lukuvuodelle eikä opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on vähintään 80 op.
7	<i>v2_pois</i>	akt	ei	Opiskelijalla on aktiivinen opinto-oikeus syksyllä alkaneelle lukuvuodelle, mutta ei opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Opintopistekertymä on vähintään 80 op.



Kuva 2: Ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden opintojen kulkua kuvaavan mallin tilat ja niiden väliset mahdolliset siirtymät. Tilojen kuvaukset on esitetty taulukossa 8. Aineistossa havaitut siirtymät on esitetty taulukossa 11.

la on aktiivinen opinto-oikeus, ja jälkimmäiseen, jos opinto-oikeus on passiivinen. Opiskelija siirtyy seuraavaan vaiheeseen aina tilan vX_yliY kautta, kun hänen opintopistekertymänsä ylittää vaadittavan kynnyksarvon. Kynnyksarvo vaiheiden 2 ja 3 välillä on 90 opintopistettä, vaiheiden 3 ja 4 välillä 150 opintopistettä ja vaiheiden 4 ja 5 välillä 210 opintopistettä.

Viimeinen vaihe, johon opiskelija siirtyy, kun hänen opintopistekertymänsä on vähintään 270 opintopistettä, koostuu tiloista $v6_FM$, $v6_eiFM$, $v6_pois$ ja $v6_pass$. Ennen FM-tutkinnon suorittamista opiskelija liikkuu tilojen $v6_eiFM$, $v6_pois$ ja $v6_pass$ välillä. Tilaan $v6_eiFM$ siirrytään, jos opiskelijalla on kurssisuorituksia kalenterivuoden ajalta, tilaan $v6_pois$, jos opiskelijalla ei ole opintopisteitä kalenterivuoden ajalta mutta opinto-oikeus on aktiivinen, ja tilaan $v6_pass$, jos opiskelijalla ei ole opintopisteitä kalenterivuoden ajalta eikä aktiivista opinto-oikeutta. Kun opiskelija saa FM-tutkinnon, hän siirtyy tilaan $v6_FM$, minkä jälkeen hän poistuu mallista.

Ylemmstä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien malli koostuu tiloista FM , $v1_etenee$, $v1_pass$, $v1_pois$, $v2_etenee$, $v2_pass$, $v2_pois$. Maisterinopintojen tavoiteaika on kaksi lukuvuotta, joten malli on jaettu kahteen vaiheeseen. Opiskelija liikkuu ensimmäisen vaiheen tilojen välillä silloin, kun hänen opintopistekertymänsä on alle 80 opintopistettä. Toiseen vaiheen tiloihin puolestaan siirrytään, kun opintopistekertymä on vähintään 80 opintopistettä. Tilaan FM siirrytään, kun opiskelija on suorittanut maisterin tutkinnon. Tilat on määritelty samalla logiikalla kuin alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien mallissa: opiskelijan tila on vX_etenee , jos kalenterivuoden ajalta on opintopisteitä; tila on vX_pois , jos kalenterivuoden ajalta ei ole opintopisteitä, mutta opinto-oikeus on aktiivinen; tila on vX_pass , jos kalenterivuoden ajalta ei ole opintopisteitä ja opinto-oikeus on passiivinen.

Toivottavaa olisi ollut, että sekä ylemmstä että alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien malleissa vX_pois -tilat olisi voinut määritellä sen tiedon perusteella, onko opiskelija ilmoittautunut poissaolevaksi. Tätä tietoa ei kuitenkaan ollut saatavilla tietopankissa, josta käytettävä aineisto on kerätty. Käytettävissä on ainoastaan tieto siitä, onko opiskelijan opinto-oikeus aktiivinen, jolloin opiskelija voi olla joko läsnä- tai poissaoleva, vai passiivinen, jolloin opiskelija ei ole uusinut opinto-oikeuttaan tai luopunut kokonaan opiskelupaikastaan. Tämä johti yllä esitettyyn ratkaisuun, jossa tilat määritellään opintopisteiden ja aktiivisuustiedon perusteella.

3.2 Tilasiirtymätodennäköisyydet

Olkoon $S = \{1, \dots, N(S)\}$ mallin tilojen joukko ja $X = \{X_t, t = 0, 1, 2, \dots\}$ opiskelijan opintoja kuvaava tilaketju, missä tila X_t kuuluu joukkoon S kaikilla t ja kuvaa opiskelijan tilaa opiskeluvuonna t . Tilasiirtymää opiskeluvuonna t selitetään prediktorivektorilla $\mathbf{x}_t = (x_{t1}, \dots, x_{tp})$, joka sisältää opiskelijan taustatietoihin ja opintoihin liittyviä muuttujia. Ketjun siirtymätodennäköisyysmatriisi on tällöin

$$\mathbf{P}(\mathbf{x}_t) = \begin{bmatrix} p_{11}(\mathbf{x}_t) & \cdots & p_{1N(S)}(\mathbf{x}_t) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{N(S)1}(\mathbf{x}_t) & \cdots & p_{N(S)N(S)}(\mathbf{x}_t) \end{bmatrix},$$

missä $p_{ij}(\mathbf{x}_t)$ on todennäköisyys siirtyä tilasta i tilaan j . Tilaketju on määritelty siten, että seuraavan siirtymän todennäköisyydet riippuvat tilasta, josta ollaan siirtymässä, ja prediktorivektorista \mathbf{x}_t , jonka kovariaatit voivat riippua ajasta ja ketjun aiemmasta kulusta. Toisin sanoen

$$p_{ij}(\mathbf{x}_t) = \mathbb{P}(X_{t+1} = j \mid \mathbf{x}_t, X_t = i)$$

kaikilla joukkoon S kuuluvilla tiloilla i, j .

Tilojen välisiä siirtymätodennäköisyyksiä mallinnetaan multinomiaalisen logistisen regressiomallin avulla. Jokaiselle tilalle i on valittu vertailusiirtymä (*baseline*), johon jäljelle jäävien tilasta i tehtävien siirtymien todennäköisyyksiä verrataan. Olkoon S_i joukko niistä tiloista, joihin tilasta i on mahdollista siirtyä, ja siirtymä tilasta i tilaan $b(i)$ tilan i vertailusiirtymä. Tällöin tila $b(i)$ kuuluu joukkoon S_i , joka on kaikkien mallin tilojen S osajoukko. Oletetaan, että opiskelijan siirtymätodennäköisyyksien $p_{ij}(\mathbf{x}_t)$ ja $p_{ib(i)}(\mathbf{x}_t)$, $j \neq b(i)$, vedon (*odds*) logaritmia voidaan mallintaa prediktoriarvojen \mathbf{x}_t lineaarisella funktiolla:

$$\ln \left(\frac{p_{ij}(\mathbf{x}_t)}{p_{ib(i)}(\mathbf{x}_t)} \right) = \boldsymbol{\beta}_{ij}^T \mathbf{x}_t,$$

missä regressiokertoimilla $\boldsymbol{\beta}_{ij} = (\beta_{ij1}, \dots, \beta_{ijp})$ estimoidaan ehdollista todennäköisyyttä

$$\mathbb{P}(X_{t+1} = j \mid \mathbf{x}_t, X_t = i, X_{t+1} \in \{j, b(i)\}), \quad (1)$$

joka on todennäköisyys siirtyä tilasta i tilaan j kun siirtymä on mahdollista tehdä ainoastaan tilaan j tai $b(i)$. Multinomiaalisessa logistisessa regressiossa mahdollisten siirtymien todennäköisyydet $p_{ij}(\mathbf{x}_t)$, $j \in S_i$, saadaan kaavalla

$$p_{ij}(\mathbf{x}_t) = \frac{\exp(\boldsymbol{\beta}_{ij}^T \mathbf{x}_t)}{\sum_{j' \in S_i} \exp(\boldsymbol{\beta}_{ij'}^T \mathbf{x}_t)}, \quad (2)$$

kun vertailusiirtymään liittyvät regressiokertoimet $\boldsymbol{\beta}_{ib(i)}$ on kiinnitetty nolliksi (Hosmer Jr, Lemeshow & Sturdivant, 2013, s. 270–271). Mahdottomien siirtymien todennäköisyydet $p_{ij'}(\mathbf{x}_t)$, $j' \notin S_i$, on myös kiinnitetty nolliksi. Tällöin mallin tilan i siirtymätodennäköisyyksille pätee $\sum_{j=1}^{N(S)} p_{ij}(\mathbf{x}_t) = 1$ riippumatta prediktorivektorin \mathbf{x}_t arvoista.

Tilan i siirtymiin liittyvien regressiokertoimien estimoimiseksi aineiston tilasta i tehtyjen siirtymien osajoukolle sovitetaan hierarkkinen Bayes-malli. Olkoon $\mathbf{Y}^{(i)} = (\mathbf{y}_1^{(i)}, \dots, \mathbf{y}_{n_i}^{(i)})^T$ vastematriisi, jonka rivimäärä on aineiston tilasta i havaittujen siirtymien lukumäärä n_i , ja $\mathbf{X}^{(i)} = (\mathbf{x}_1^{(i)}, \dots, \mathbf{x}_{n_i}^{(i)})^T$ tilasta i havaittuja siirtymiä selittävä $n_i \times p$ -prediktorimatriisi. Vastematriisin rivi $\mathbf{y}_k^{(i)} = (y_{k1}^{(i)}, \dots, y_{kN(S)}^{(i)})$, $k = 1, \dots, n_i$, on havaitun siirtymän k indikaattorivektori, missä $y_{kj}^{(i)} = 1$, jos siirryttiin tilaan j ja lopuille $j' \neq j$ $y_{kj'}^{(i)} = 0$. Tällöin $\mathbf{y}_k^{(i)}$ noudattaa multinomijakaumaa:

$$(\mathbf{y}_{k1}^{(i)}, \dots, \mathbf{y}_{kN(S)}^{(i)}) \sim \text{Multinom}(1, (p_{i1}(\mathbf{x}_k^{(i)}), \dots, p_{iN(S)}(\mathbf{x}_k^{(i)}))),$$

missä mahdollisten tilasiirtymien todennäköisyydet $p_{ij}(\mathbf{x}_k^{(i)})$ seuraavat kaavasta (2) ja mahdottomien tilasiirtymien todennäköisyydet $p_{ij}(\mathbf{x}_k^{(i)}) = 0$.

Ennen regressiokertoimien estimointia mahdolltomaksi todettujen siirtymien todennäköisyydet kiinnitetään nolliksi, minkä lisäksi myös vertailusiirtymään liittyvät regressiokertoimet $\beta_{ib(i)}$ kiinnitetään nolliksi. Lopuille mahdollisiin siirtymiin liittyville regressiokertoimille β_{ij} , $j \in S_i$, määritellään priorijakaumat siten, että prioritodennäköisyys vakiotapauksessa noudattaa haluttua beta-jakaumaa ja yksittäisten prediktoreiden vaikutusta todennäköisyyteen rajoitetaan halutulle tasolle. Jatkossa vakiotapauksella tarkoitetaan sitä, että kaikkien prediktoreiden arvot ovat nolliä vakiota lukuun ottamatta, ja vakiotodennäköisyydellä tarkoitetaan todennäköisyyttä vakiotapauksessa.

Olkoon $N(v_{ij}, g_{ij})$ vakion regressiokertoimen β_{ij1} priorijakauma ja $\text{Beta}(a_{ij}, b_{ij})$ ehdollista vakiotodennäköisyyttä (1) approksimoimaan valittu jakauma, missä $a_{ij}, b_{ij} > 0$. Tällöin $\text{Beta}(a_{ij}, b_{ij})$ -jakauman ja välille $(0, 1)$ käänteisellä logit-muunnoksella kuvatun $N(v_{ij}, g_{ij})$ -jakauman poikkeavuus saadaan minimoitua Kullback-Leibler-informaation perusteella silloin, kun $v_{ij} = \delta(a) - \delta(b)$ ja $g_{ij} = \delta'(a) + \delta'(b)$, missä

$$\delta(z) = \frac{\Gamma'(z)}{\Gamma(z)} \quad \text{ja} \quad \delta'(z) = \frac{d}{dz}\delta(z)$$

ovat digamma- ja trigamma-funktiot (Hanson, Branscum & Johnson, 2014).

Käytännössä esitetty vakion priorin toimii siten, että mitä enemmän valitut beta-parametrit $a_{ij}, b_{ij} > 0$ poikkeavat toisistaan, sitä enemmän vakion regressiokertoimen β_{ij1} prioriodotusarvo poikkeaa nollasta. Mitä vahvemmat priorit valitaan (eli mitä suuremmat arvot a_{ij} ja b_{ij}), sitä pienemmäksi kertoimen β_{ij1} vaihtelu rajoittuu. Jos halutaan käyttää epäinformatiivista prioria, voidaan valita tasajakauma $\text{Beta}(1, 1)$, mistä seuraa $v_{ij} = 0$ ja $g_{ij} = 2\delta'(1) \approx 3.29$.

Lopuille regressiokertoimille $\beta_{ij2}, \dots, \beta_{ijp}$ priorijakaumiksi asetetaan riippumattomat normaalijakaumat, joiden odotusarvot ovat nolliä ja keskihajonnat määritellään tapauskohtaisesti. Jos esimerkiksi sovitettujen todennäköisyyksien ei haluta poikkeavan merkittävästi vakiotodennäköisyydestä, voidaan priorijakaumien hajonnat asettaa pieniksi, jolloin yksittäisten prediktoreiden vaikutukset lineaariseen sovitteeseen jäävät myös pieniksi. Regressiokertoimille valitut priorihajonnat on esitetty tarkemmin kappaleessa 4.2.

Prediktoreita, jotka saavat jotain todennäköisyyttä selitettäessä vain yhtä arvoa tai jotka voidaan sattumalta pienestä otoskoosta johtuen esittää muiden prediktoreiden lineaarikombinaationa, ei käytetä selittämään kyseistä todennäköisyyttä. Tällöin pudotettavien prediktoreiden regressiokertoimet kiinnitetään nolliksi. Tämä on järkevää, sillä tällaisessa tapauksessa informaatiota ei ole saatavilla pudotettavien prediktoreiden vaikutuksesta ehdolliseen siirtymätodennäköisyyteen (1) ja prediktoreiden mukaan ottaminen voisi kasvattaa muiden regressiokertoimien posteriorivarianssia.

3.3 LuK-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet

Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaville opiskelijoille ennustetaan myös mahdolliset LuK-tutkinnot. Tämä tehdään sovittamalla binäärinen logistinen regressiomalli jokaiselle tilalle, jossa on opintopistekertymän perusteella mahdollista saada LuK-tutkinto. Tilan i opetusaineisto koostuu niistä opiskelijoista, joilla ei

ole ennen tilaan siirtymistä vielä LuK-tutkintoa. Vasteena käytetään indikaattoria siitä, onko opiskelija saanut tilaan saavuttuaan LuK-tutkinnon. Tuloksena saadaan estimoitua jokaiselle tilaan saapuvalla yhä LuK-tutkintoa vailla olevalle opiskelijalle todennäköisyys saada LuK-tutkinto.

Olkoon $q_i(\mathbf{x}_t)$ todennäköisyys saada LuK-tutkinto opiskeluvuonna t tilaan i saavuttaessa. Se riippuu prediktorivektorin $\mathbf{x}_t = (x_{t1}, \dots, x_{tp})$ arvoista ja se saadaan logistisessa regressiossa kaavalla

$$q_i(\mathbf{x}_t) = \frac{\exp(\boldsymbol{\alpha}_i^T \mathbf{x}_t)}{1 + \exp(\boldsymbol{\alpha}_i^T \mathbf{x}_t)},$$

missä $\boldsymbol{\alpha}_i = (\alpha_{i1}, \dots, \alpha_{ip})$ ovat tilan i LuK-todennäköisyyttä selittävien muuttujien regressiokertoimet. Tiloille i , joissa LuK-tutkinnon suorittaminen on mahdotonta, todennäköisyys $q_i(\mathbf{x}_t)$ kiinnitetään nollassi.

Regressiokertoimien $\boldsymbol{\alpha}_i$ priorinormaalijakaumat valitaan samoin kuin kappaleessa 3.2 esitettyjen siirtymätodennäköisyyksiä selittävien regressiokertoimien priorijakaumat. Olkoon $N(v_i, g_i)$ tilan i vakion regressiokertoimen α_{i1} priorijakauma ja Beta(a_i, b_i) vakiotodennäköisyyttä tilassa i approksimoiva jakauma. Tällöin vakion regressiokertoimen priorijakaumien parametreiksi määräytyy $v_i = \delta(a_i) - \delta(b_i)$ ja $g_i = \delta'(a_i) + \delta'(b_i)$. Loppujen regressiokertoimien priorinormaalijakaumien odotusarvot ovat nollia ja keskihajonnat määritellään tapauskohtaisesti (ks. kappale 4.2).

3.4 Siirtymien ja tutkintojen lukumäärien ennustaminen

Regressiokertoimet estimoidaan Markovin ketju Monte Carlo -menetelmällä (MCMC). Tuloksena ehdollista siirtymätodennäköisyyttä (1) selittävien muuttujien regressiokertoimille saadaan ketjut

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}_{ij}^{(l)} = (\hat{\beta}_{ij1}^{(l)}, \dots, \hat{\beta}_{ijp}^{(l)}),$$

missä $l = 1, \dots, N_{\text{sim}}$ on ketjun iteraatio. Alemmasta korkeakoulututkinnosta aloitavien mallissa estimoidaan myös LuK-todennäköisyyttä selittävien regressiokertoimien ketjut

$$\hat{\boldsymbol{\alpha}}_i^{(l)} = (\hat{\alpha}_{i1}^{(l)}, \dots, \hat{\alpha}_{ip}^{(l)}).$$

Jos jotakin muuttujaa $k = 1, \dots, p$ ei käytetä selittämään siirtymää tilasta i tilaan j , sen regressiokerroin kiinnitetään nollassi koko ketjussa, toisin sanoen $\hat{\beta}_{ijk}^{(l)} = 0$ kaikilla l . Vastaavasti jos jotakin muuttujaa k ei käytetä LuK-todennäköisyyden estimoinnissa, kiinnitetään $\hat{\alpha}_{ik}^{(l)} = 0$ kaikilla l . MCMC-menetelmän etuna on se, että regressiokertoimien posteriorijakaumista saadaan N_{sim} -kokoiset otokset, joiden avulla kertoiimiin liittyvä epävarmuus voidaan ottaa huomioon opiskelijoiden siirtymiä ja tutkintojen lukumääriä ennustaessa.

Opiskelijoiden siirtymiä ja näistä seuraavia tutkintoja ja niiden lukumäärien luottovälejä ennustetaan simuloimalla opintojen kulkua kuvaavien tilaketjujen etenemisiä kunkin opiskelijan viimeksi havaitusta tilasta eteenpäin. Tämä suoritetaan saatujen estimaattiketjujen jokaiselle iteraatiolle l . Jokaiselle opiskelijalle saadaan tällöin N_{sim} kappaletta ennusteita sille, kuinka hänen opintonsa etenevät lähivuosina. Lopulliset tutkintojen lukumäärien ennusteet saadaan keskiarvoistamalla yli näiden N_{sim} ennusteen.

Seuraavaksi esitetään, kuinka opiskelijoiden tilasiirtymät ja suoritettut tutkinnot ennustetaan estimaattiketjujen yhdellä iteraatiolla l . Merkitään $\hat{\beta}_{ij} := \hat{\beta}_{ij}^{(l)}$ ja $\hat{\alpha}_i := \hat{\alpha}_i^{(l)}$. Olkoon $i(h, 0)$ opiskelijan h aineistossa vuonna 2015 havaittu tila. Tila kuuluu joukkoon $S = \{1, \dots, N(S)\}$, joka on kaikkien mallin tilojen joukko. Koska aineisto on kerätty vuoteen 2015 asti, $i(h, 0)$ on myös viimeinen havaittu tila jokaiselle opiskelijalle h . Määritellään $i(h, t)$, $t > 0$, siten, että se on opiskelijan h tilaennuste vuonna $2015 + t$. Tilaennuste $i(h, t)$ saadaan arpomalla siirtymä opiskelijalle käyttäen edeltävälle tilalle $i(h, t - 1)$ estimoitua todennäköisyysvektoria.

Olkoon \mathbf{x}_{ht} opiskelijan h prediktorivektori vuonna $2015 + t$. Tilan $i(h, t - 1)$ siirtymätodennäköisyysvektori on tällöin muotoa

$$\hat{\mathbf{p}}_{i(h,t-1)}(\mathbf{x}_{ht}) = (\hat{p}_{i(h,t-1),1}(\mathbf{x}_{ht}), \dots, \hat{p}_{i(h,t-1),N(S)}(\mathbf{x}_{ht})),$$

missä $\hat{p}_{i(h,t-1),j}(\mathbf{x}_{ht})$ on opiskelijan h todennäköisyys siirtyä tilasta $i(h, t - 1)$ tilaan j . Todennäköisyydet saadaan kuten kaavassa (2):

$$\hat{p}_{i(h,t-1),j}(\mathbf{x}_{ht}) = \frac{\exp(\hat{\beta}_{i(h,t-1),j}^T \mathbf{x}_{ht})}{\sum_{j' \in S_i} \exp(\hat{\beta}_{i(h,t-1),j'}^T \mathbf{x}_{ht})}.$$

Muistetaan, että mahdottomille siirtymille tilasta i tilaan $j \notin S_i$ todennäköisyydet $\hat{p}_{ij}(\mathbf{x}_{ht}) = 0$, minkä lisäksi vertailusiirtymiin tilasta i tilaan $b(i)$ liittyvät regressio kertoimet $\hat{\beta}_{ib(i)} = 0$.

Ennuste $\hat{n}_{FM}(t)$ vuoden $2015 + t$ FM-tutkintojen lukumäärälle saadaan niiden opiskelijoiden lukumäärästä, jotka ovat päätyneet tutkinnon saamista indikoivaan tilaan i_{FM} . Toisin sanoen

$$\hat{n}_{FM}(t) = \sum_{h=1}^{N_{opp}(t)} \mathbb{1}(i(h, t) = i_{FM}),$$

missä $\mathbb{1}(x)$ on indikaattorifunktio ja $N_{opp}(t)$ mallissa olevien opiskelijoiden lukumäärä vuonna $2015 + t$.

Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien mallissa ennustetaan myös vuosittaiset LuK-tutkintojen lukumäärät. Jos mallissa olevalla opiskelijalla h ei ole LuK-tutkintoa vuoden $2015 + t$ ennusteeseen mennessä, arvotaan hänelle todennäköisyyden $\hat{q}_{i(h,t)}(\mathbf{x}_{ht})$ perusteella, saako hän LuK-tutkinnon vuonna $2015 + t$. Todennäköisyys saadaan kaavalla

$$\hat{q}_{i(h,t)}(\mathbf{x}_{ht}) = \frac{\exp(\hat{\alpha}_{i(h,t)}^T \mathbf{x}_{ht})}{1 + \exp(\hat{\alpha}_{i(h,t)}^T \mathbf{x}_{ht})},$$

kun $\hat{\alpha}_{i(h,t)}$ on LuK-todennäköisyyttä tilassa $i(h, t)$ selittävien muuttujien regressioeroinvektori. Jos opiskelija h on siirtynyt tilaan, jossa ei ole opintopistekertymän perusteella mahdollista saada LuK-tutkintoa, todennäköisyys $\hat{q}_{i(h,t)}(\mathbf{x}_{ht})$ kiinnitetään nolaksi. Puolestaan jos opiskelija saapuu FM-tutkintoa indikoivaan tilaan $i_{FM} \in S$ ennen LuK-tutkinnon suorittamista, kiinnitetään opiskelijan LuK-todennäköisyys yhdeksi, jolloin opiskelija saa mallissa molemmat tutkinnot samana vuonna.

Ilman LuK-tutkintoa oleville opiskelijoille arvotaan vuoden $2015 + t$ LuK-tutkinnot sovitettujen todennäköisyyksien perusteella. Toisin sanoen

$$\text{LuK}_{ht} \sim \text{Bin} \left(1, \hat{q}_{i(h,t)}(\mathbf{x}_{ht}) \right),$$

missä LuK_{ht} on indikaattorimuuttuja siitä, onko opiskelija h saanut LuK-tutkinnon vuonna $2015 + t$. Jos opiskelija on saanut LuK-tutkinnon jo ennen vuoden $2015 + t$ ennustetta, muuttuja saa arvon nolla. Tutkintojen lukumäärän ennuste saadaan summaamalla indikaattorimuuttuja yli kaikkien mallissa olevien opiskelijoiden:

$$\hat{n}_{\text{LuK}}(t) = \sum_{h=1}^{N_{\text{opp}}(t)} \text{LuK}_{ht}.$$

4 Tulokset

Tässä kappaleessa esitellään siirtymä- ja LuK-todennäköisyyksien selittämiseksi valitut prediktorit ja malleille valitut prioriparametrit. Estimoituja todennäköisyyksiä ja niihin vaikuttavia muuttujia tulkitaan. Tutkintoennusteet lasketaan usealla eri mallilla, jotka eroavat toisistaan mukaan valittujen prediktoreiden perusteella. Lopuksi vertaillaan erilaisten opiskelijoiden todennäköisyyksiä edetä opintojen alusta tutkinnonsuoritukseen.

Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden aineistossa on havaittu yhteensä 21 560 siirtymää. Tilakohtaiset siirtymät on esitetty taulukossa 9 ja havaitut LuK-tutkinnot tiloittain taulukossa 10. Ylemmstä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden aineistossa on puolestaan havaittu 2112 siirtymää, jotka on eritelty tiloittain taulukossa 11. Ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden opintoja ei mallinneta tilasiirtymillä. Heidän mallissaan ilman tutkintoa oleville opiskelijoille estimoidaan todennäköisyys saada LuK- ja FM-tutkinnot ennustevuosina riippumatta siitä, missä vaiheessa opiskelijan opinnot ovat.

4.1 Prediktorit

Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden mallissa käytettävät prediktorit on esitelty taulukossa 12. Samoja prediktoreita käytetään selittämään sekä tilasiirtymätodennäköisyyksiä että LuK-todennäköisyyksiä. Vakiotapaukseksi on valittu opiskelija, joka on aloittanut opintonsa bio- ja ympäristötieteiden laitoksella alle 21-vuotiaana vuonna 2011 tai sen jälkeen eikä opiskelijaa ei ole valittu suoravalinnalla opettajankoulutukseen. Opiskelija on kirjoittanut matematiikan pitkän oppimäärän mukaan ylioppilasarvosanalla M-I ja äidinkielen ylioppilasarvosanalla M-I tai tieto puuttuu.

Muuttuja *aloit_ika_21* indikoi, onko opiskelija ollut opintojensa alussa vähintään 21-vuotias. Muuttujan avulla pyritään erottamaan suoraan toisen asteen opinnoista yliopisto-opintoihin jatkaaneet opiskelijat sellaisista opiskelijoista, joilla on usean vuoden kestävä viive toisen asteen opintojen ja yliopisto-opintojen välillä. Tällaisella viiveellä on todettu olevan yliopisto-opintojen keskeyttämistodennäköisyyttä kasvattava vaikutus (Vallejos & Steel, 2017).

Muuttuja *kesto* (opintojen kesto vuosissa) ja sen interaktio ovat alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien mallin ainoat jatkuvat muuttujat. Mallissa oletetaan, että opintojen keston vaikutus sekä ehdollisiin siirtymätodennäköisyyksiin että LuK-todennäköisyyksiin on linkkifunktion kautta lineaarinen. Muuttuja *kesto* on keskistetty sen perusteella, minkä tilan todennäköisyyksiä estimoidaan. Kunkin tilan keskistysarvo on saatu keskiarvoistamalla yli kaikkien tilassa havaittujen *kesto*-arvojen ja pyöristämällä lähimpään kokonaislukuun. Käytetyt keskistysarvot on esitetty taulukossa 13a. Muuttujalle *kesto* on myös interaktio muuttujan *aloit_ika_21* kanssa. Interaktion tarkoituksena on huomioida se, että opintojen kestolla voi olla erilainen vaikutus opintojen etenemiseen suoraan toisen asteen opinnoista yliopisto-opintoihin jatkaaneen opiskelijan ja viiveellä yliopisto-opintoihin jatkaaneen opiskelijan välillä.

Taulukko 9: Alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien opiskelijoiden aineistossa havaitut siirtymät. Taulukon rivi vastaa tilaa, josta siirrytään, ja sarake tilaa, johon siirrytään. Taulukoinnin ulkopuolelle jääneitä siirtymiä ei ole aineistossa havaittu.

(a) Havaitut siirtymät tiloihin $v1_pass - v3_yli150$.

	$v1_pass$	$v1_pois$	$v1_yli0$	$v2_ali90$	$v2_pass$	$v2_pois$	$v2_yli90$	$v3_ali150$	$v3_pass$	$v3_pois$	$v3_yli150$
ALOITUSTILA	0	1066	2307	187	0	20	28	1	0	0	15
$v1_pass$	1077	22	18	0	0	0	0	0	0	0	0
$v1_pois$	315	380	667	0	0	0	3	0	0	0	0
$v1_yli0$	0	0	0	1983	150	127	483	0	0	0	8
$v2_ali90$	0	0	0	653	583	372	942	0	0	0	144
$v2_pass$	0	0	0	26	3252	44	4	0	0	0	0
$v2_pois$	0	0	0	142	301	537	24	0	0	0	0
$v2_yli90$	0	0	0	0	0	0	0	377	57	42	789
$v3_ali150$	0	0	0	0	0	0	0	77	53	65	189
$v3_pass$	0	0	0	0	0	0	0	8	324	5	1
$v3_pois$	0	0	0	0	0	0	0	16	54	82	7

(b) Havaitut siirtymät tiloihin $v4_ali210 - v6_pois$.

	$v4_ali210$	$v4_pass$	$v4_pois$	$v4_yli210$	$v5_ali270$	$v5_pass$	$v5_pois$	$v5_yli270$	$v6_eiFM$	$v6_FM$	$v6_pass$	$v6_pois$
ALOITUSTILA	2	0	0	1	0	0	1	0	3	0	0	0
$v2_yli90$	0	0	0	55	0	0	0	1	0	0	0	0
$v3_ali150$	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0
$v3_pass$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v3_pois$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v3_yli150$	323	20	23	585	0	0	0	55	0	2	0	0
$v4_ali210$	74	34	34	173	0	0	0	19	0	2	0	0
$v4_pass$	1	133	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$v4_pois$	13	27	36	5	0	0	0	0	0	0	0	0
$v4_yli210$	0	0	0	0	248	12	12	341	0	99	0	0
$v5_ali270$	0	0	0	0	49	17	20	100	0	79	0	0
$v5_pass$	0	0	0	0	3	64	4	1	0	1	0	0
$v5_pois$	0	0	0	0	8	12	14	3	0	3	0	0
$v5_yli270$	0	0	0	0	0	0	0	0	197	258	3	20
$v6_eiFM$	0	0	0	0	0	0	0	0	70	152	9	19
$v6_FM$	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$v6_pass$	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	12	2
$v6_pois$	0	0	0	0	0	0	0	0	7	15	10	16

Taulukko 10: Alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden aineistossa vuosina 2005–2015 havaittujen LuK-tutkintojen lukumäärät tiloittain. Vuonna 2016 havaitut tutkinnot eivät ole mukana, koska ei tiedetä, missä tiloissa opiskelijat ovat tutkinnot suorittaneet.

	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_dii210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_dii270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
havaitut LuK-tutkinnot	46	59	1	4	243	62	3	0	173	75	162	0	1
LuK-tutkinottomien opiskelijoiden siirtymät tilaan yhteensä	1138	404	94	80	803	228	18	20	390	163	162	15	23

Taulukko 11: Ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloittavien opiskelijoiden aineistossa havaitut siirtymät. Taulukon rivi vastaa tilaa, josta siirrytään, ja sarake tilaa, johon siirrytään.

	<i>FM</i>	<i>v1_etenee</i>	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v2_etenee</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>
ALOITUSTILA	0	371	0	91	20	0	0
<i>FM</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>v1_etenee</i>	42	241	42	35	211	0	0
<i>v1_pass</i>	0	6	308	5	0	0	0
<i>v1_pois</i>	0	41	64	68	4	0	0
<i>v2_etenee</i>	163	0	0	0	177	24	32
<i>v2_pass</i>	4	0	0	0	2	100	5
<i>v2_pois</i>	2	0	0	0	8	17	29

Taulukko 12: Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden mallissa tilasiirtymätodennäköisyyksiä ja LuK-todennäköisyyksiä selittävät prediktorit. Kaikki muuttujat paitsi *kesto* ovat indikaattorimuuttujia.

<i>p</i>	<i>muuttuja</i>	<i>selitys</i>
1	<i>vakio</i>	Vakiotermi.
2	<i>aloit_ika_21</i>	Opiskelijan ikä (opintojen aloitusvuoden ja syntymävuoden erotus) opintojen alussa on ollut vähintään 21 vuotta.
3	<i>kesto</i>	Opiskelijan opintojen kesto vuosissa (vuoden ja aloitusvuoden erotus). Muuttuja on keskistetty tilakohtaisesti sen perusteella, minkä tilan siirtymätodennäköisyyksiä selitetään.
4	<i>pass</i>	Opiskelijan opinto-oikeus on passivoitunut opintojen jossain vaiheessa.
5	<i>ope</i>	Opiskelija on valittu suoravainnalla opettajankoulutukseen.
6	<i>luk</i>	Opiskelijalla on LuK-tutkinto.
7	<i>aloit_ennen_2011</i>	Opiskelija on aloittanut opintonsa ennen vuotta 2011.
Opiskelijan laitos (vakiotapaus: Opiskelija suorittaa tutkintoaan bio- ja ympäristötieteiden laitokselle).		
8	<i>laitosF</i>	Opiskelija suorittaa tutkintoaan fysiikan laitokselle.
9	<i>laitosK</i>	Opiskelija suorittaa tutkintoaan kemian laitokselle.
10	<i>laitosM</i>	Opiskelija suorittaa tutkintoaan matematiikan ja tilastotieteen laitokselle.
11	<i>aikkaHyva</i>	Opiskelijan äidinkielen ylioppilasarvosana on L tai E.
12	<i>mat.tasoLyhyt_NA</i>	Opiskelija kirjoitti matematiikan lyhyen oppimäärän mukaan tai tieto matematiikan ylioppilasarvosanasta puuttuu.
13	<i>aloit_ika_21:kesto</i>	Muuttujien <i>aloit_ika_21</i> ja <i>kesto</i> interaktio.
14	<i>luk:aloit_ennen_2011</i>	Muuttujien <i>luk</i> ja <i>aloit_ennen_2011</i> interaktio.
Laitoskohtaiset matematiikan tasot lukiossa.		
15	<i>laitosF:mat.tasoLyhyt_NA</i>	Muuttujien <i>laitosF</i> ja <i>mat.tasoLyhyt_NA</i> interaktio.
16	<i>laitosK:mat.tasoLyhyt_NA</i>	Muuttujien <i>laitosK</i> ja <i>mat.tasoLyhyt_NA</i> interaktio.
17	<i>laitosM:mat.tasoLyhyt_NA</i>	Muuttujien <i>laitosM</i> ja <i>mat.tasoLyhyt_NA</i> interaktio.
18	<i>mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva</i>	Opiskelija kirjoitti matematiikan pitkän oppimäärän mukaan ja matematiikan ylioppilasarvosana on L tai E.
Laitoskohtainen hyvä pitkän matematiikan osaaminen lukiossa.		
19	<i>laitosF:mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva</i>	Muuttujien <i>laitosF</i> ja hyvän pitkän matematiikan interaktio.
20	<i>laitosK:mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva</i>	Muuttujien <i>laitosK</i> ja hyvän pitkän matematiikan interaktio.
21	<i>laitosM:mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva</i>	Muuttujien <i>laitosM</i> ja hyvän pitkän matematiikan interaktio.

Taulukko 13: Tilakohtaiset aineistosta lasketut pyöristetyt keskiarvot, joilla prediktori *kesto* on keskistetty. Tiloille *v6_FM* ja *FM* ei ole laskettu keskistysarvoja, koska kyseisille tiloille ei estimoida siirtymätodennäköisyyksiä tai LuK-todennäköisyyttä.

(a) Alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien mallin keskistysarvot.

<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
5	2	1	3	6	4	3	4	7	6	4	5	7	6	5	6	7	7	6	7	-	7	7

(b) Ylemmstä korkeakoulututkinnosta aloittavien mallin keskistysarvot.

<i>FM</i>	<i>v1-etenee</i>	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v2-etenee</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>
-	2	5	2	3	7	6

On kiinnostavaa, kuinka opiskelijan opinto-oikeuden passivoituminen opintojen jossain vaiheessa vaikuttaa opintojen etenemiseen. Tämä pyritään huomioimaan muuttujan *pass* avulla. Opiskelija merkitään passivoituneeksi, jos hän siirtyy opintojen jossain vaiheessa opinto-oikeuden passivoitumista indikoivaan tilaan (*vX_pass*). Muuttujan *pass* arvo ei voi muuttua enää opintojen edetessä, eli muuttujalla selitetään kaikkia opiskelijan passivoitumista seuraavia siirtymiä.

Suoravalinnalla opettajankoulutukseen valituilla opiskelijoilla voi olla muista opiskelijoista poikkeavaa käyttäytymistä, joka otetaan huomioon muuttujalla *ope*. Muuttujan arvoon vaikuttaa ainoastaan se, onko opiskelija valittu opettajankoulutukseen opintojen aloitusvuotena, eikä muuttujan arvo voi vaihtua opintojen aikana.

Muuttuja *luk* indikoi, onko opiskelija suorittanut LuK-tutkinnon. Muuttujalla on oletettavasti suuri vaikutus tilasiirtymätodennäköisyyksiin opintojen loppupuolella. Muuttuja *aloit_ennen_2011* puolestaan indikoi, onko opiskelija aloittanut opintonsa ennen vuotta 2011, jolloin opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden opintotuki jaettiin erikseen LuK-tutkinnon ja FM-tutkinnon suorittamista varten. Ennen tätä opiskelijoille oli yleistä kuitata LuK-tutkinto suoritetuksi samaan aikaan FM-tutkinnon kanssa, mutta vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneiden opiskelijoiden oletetaan suorittavan LuK-tutkinto todennäköisemmin opintojen aiemmassa vaiheessa. Muuttujalla *luk* on mallissa myös interaktiotermit muuttujan *aloit_ennen_2011* kanssa. Oletus interaktion takana on se, että LuK-tutkinnon suorittaminen merkitsi todennäköisemmin sitä, että FM-tutkinnon suorittaminen oli lähellä, ennen vuotta 2011 aloittaneiden opiskelijoiden kohdalla kuin vuonna 2011 tai sen jälkeen aloittaneen opiskelijan kohdalla.

Muuttujat *laitosF*, *laitosK* ja *laitosM* kertovat laitoksen, jonne opiskelijan on aineiston keräämisen hetkellä katsottu suorittavan tutkintoaan. Vakio-opiskelijan

laitos on bio- ja ympäristötieteiden laitos ja loput laitokset ovat fysiikan laitos (*laitosF*), kemian laitos (*laitosK*) ja matematiikan ja tilastotieteen laitos (*laitosM*). Opiskelija voi kuulua vain yhteen laitokseen eikä opiskelijan laitos voi muuttua kesken opintoja.

Opiskelijoiden osaamisen tasoa arvioidaan äidinkielen ylioppilaskokeen arvostamalla ja matematiikan ylioppilaskokeen tasolla ja arvostamalla. Muuttuja *aikkaHyva* indikoi hyvää äidinkielen osaamista. Muuttuja saa arvon yksi, jos opiskelijan äidinkielen arvostana on L tai E, ja arvon nolla, jos arvostana on M tai alempi tai tieto äidinkielen arvostanasta puuttuu. Muuttuja *mat.tasoLyhyt_NA* kertoo, millä tasolla opiskelija kirjoitti matematiikan ylioppilaskokeen. Muuttuja saa arvon yksi, jos ylioppilaskokeen taso on lyhyt tai tieto matematiikan ylioppilasarvostanasta puuttuu, ja arvon nolla, jos matematiikan taso on pitkä. Muuttujalla *mat.tasoLyhyt_NA* on myös interaktiot *laitos*-muuttujien kanssa, koska matematiikan tasolla voi olla laitoksittain erilaisia vaikutuksia opintojen etenemiseen. Hyvän (ylioppilasarvostana L tai E) pitkän matematiikan vaikutus huomioidaan muuttujalla *mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva*, jolle on myös laitoskohtaiset interaktiot. Mallissa on vain hyvän äidinkielen ja matematiikan osaamisen vaikutukset, koska oletettavasti niillä on suurin vaikutus estimoitaviin tilasiirtymä- ja LuK-todennäköisyyksiin. Muuten yksittäiset ryhmät olisivat pirstaloituneet liian pieniksi, mikä olisi tehnyt regressiokertoimien estimoinnista hankalaa. Esimerkiksi matematiikan ja tilastotieteen laitokselle ei juurikaan hakeudu heikosti matematiikan ylioppilaskokeessa menestyneitä opiskelijoita.

Muuttujat *kesto*, *pass*, *luk* ja niihin liittyvät interaktiotermit muuttuvat opintojen aikana. Niitä päivitetään opiskelijan jokaisen tilasiirtymän jälkeen. Loppujen muuttujien arvot pysyvät samoina läpi opiskelijan opintojen.

Ylemmstä korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden mallin prediktorit on esitetty taulukossa 14. Mallissa on käytetty vähemmän prediktoreita, koska ylemmstä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden aineistossa ei ollut saatavilla kaikkia samoja muuttujia kuin alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden mallissa.

Ylemmän korkeakoulututkinnon suorittamisen aloittaminen korkealla iällä oletettavasti vaikuttaa opintojen etenemiseen, koska opiskelijalla voi esimerkiksi olla vähemmän jäljellä olevia opintotukikaukukausia. Opiskelijan katsotaan aloittaneen opintonsa korkealla iällä, jos hänen ikänsä opintojen aloitusvuotena on 25 tai enemmän, ja tätä vaikutusta huomioidaan muuttujalla *aloit_ika_25*. Ikäraja on valittu siten, että jos opiskelija on suorittanut alemman korkeakoulututkinnon suoraan toisen asteen tutkinnon suorittamisen jälkeen, opiskelija oletetaan olevan korkeintaan 24-vuotias aloittaessaan ylemmän korkeakoulututkinnon suorittamisen. Loput ylemmstä korkeakoulututkinnosta aloittavien mallissa käytettävät prediktorit on määritelty samoin kuin alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien mallissa. Muuttujan *kesto* keskistysarvot on esitetty taulukossa 13b. Ylemmstä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden mallissa vakiotapaus on alle 25-vuotiaana bio- ja ympäristötieteiden laitoksella opintonsa aloittanut opiskelija.

Ennen vuotta 2005 aloittaneille opiskelijoille arvotaan logistisella regressiolla estimoituja todennäköisyyksiä käyttäen mahdolliset LuK- ja FM-tutkinnot jokaiselle ennustevuodelle. Opiskelijan LuK-todennäköisyyttä estimoidaan opiskelijan lai-

Taulukko 14: Ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden mallissa tilasiirtymätodennäköisyyksiä selittävät prediktorit. Kaikki muuttujat paitsi *kesto* ovat indikaattorimuuttujia.

<i>p</i>	<i>muuttuja</i>	<i>selitys</i>
1	<i>vakio</i>	Vakiotermi.
2	<i>aloit_ika_25</i>	Opiskelijan ikä opintojen alussa on ollut vähintään 25 vuotta.
3	<i>kesto</i>	Opiskelijan opintojen kesto vuosissa (<i>vuosi</i> – <i>aloitusvuosi</i>).
4	<i>pass</i>	Opiskelijan opinto-oikeus on passiivoitunut opintojen jossain vaiheessa.
Opiskelijan laitos (vakiotapaus: Opiskelija suorittaa tutkintoaan bio- ja ympäristötieteiden laitokselle).		
5	<i>laitosF</i>	Opiskelija suorittaa tutkintoaan fysiikan laitokselle.
6	<i>laitosK</i>	Opiskelija suorittaa tutkintoaan kemian laitokselle.
7	<i>laitosM</i>	Opiskelija suorittaa tutkintoaan matematiikan ja tilastotieteen laitokselle.
8	<i>aloit_ika_25:kesto</i>	Muuttujien <i>aloit_ika_25</i> ja <i>kesto</i> interaktio.

toksella (*laitosF*, *laitosK* ja *laitosM*), opintojen aloitusvuodella (*aloitus*, keskistetty vuodella 2000) ja vuodella, jolle todennäköisyys estimoidaan (*vuosi*, keskistetty vuodella 2012). Mallissa oletetaan, että muuttujan *vuosi* vaikutus sovitteeseen jatkuu lineaarisena vuosille 2017 ja 2018. FM-todennäköisyyksiä estimoidaan edellä esitettyjen muuttujien lisäksi muuttujalla *luk*, joka indikoi, onko opiskelijalla LuK-tutkinto.

4.2 Prioriparametrit

Alemmasta ja ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloitettujen opintojen malleihin liittyvien regressiokertoimien priorinormaalijakaumat valitaan vakiotodennäköisyyksiä approksimoimaan valittujen beta-jakaumien perusteella. Vakioiden regressiokertoimien priorijakaumat määräytyvät suoraan valitun beta-jakauman perusteella, kuten kappaleessa 3.2 on esitetty. Loppuihin prediktoreihin liittyvien regressiokertoimien priorinormaalijakaumat puolestaan ovat aina odotusarvoiltaan nolliä. Jakaumien keskihajonnat määritetään siten, että jos vakiotodennäköisyyden priorin on epäinformatiivinen ($a, b = 1$), keskihajonta on 0.5 kaikilla loppuilla prediktoreilla. Tällöin jokaisen prediktorin vaikutus lineaariseen sovitteeseen on 95 %:n luottamusvälin perusteella välillä $(-0.98, 0.98)$. Puolestaan jos vakiotodennäköisyyden priorin on informatiivinen ($a > 1$ tai $b > 1$), keskihajonta on 0.1 kaikilla loppuilla prediktoreilla. Tällöin yksittäisen prediktorin vaikutus lineaariseen sovitteeseen on 95 %:n luottamusvälin perusteella välillä $(-0.20, 0.20)$. Käytännössä esitetty prioriratkaisu toimii siten, että jos vakiotodennäköisyys on 0.5, yksittäinen prediktori voi vaikuttaa todennäköisyyteen siten, että todennäköisyys on 95 %:n luottamusvälin perusteella epäinformatiivisen priorin tapauksessa välillä $(0.27, 0.73)$ ja informatiivisen priorin tapauksessa välillä $(0.45, 0.55)$.

Alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien opiskelijoiden mallin tapauksessa beta-jakaumille valitut parametrit a ja b tilasiirtymätodennäköisyyksille esitetään taulukossa 15 ja LuK-todennäköisyyksien tapauksessa taulukossa 16. Siirtymiin liit-

Taulukko 15: Alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien opiskelijoiden mallin prioriparametrit. Taulukon rivi vastaa tilaa, josta siirrytään, ja sarake tilaa, johon siirrytään. Taulukon arvot (a, b) vastaavat ehdollista siirtymätodennäköisyyttä approksimoivan beta-jakauman parametreja. Solun arvo B indikoi sitä, että kyseinen siirtymä on vertailusiirtymä. Tyhjä solu $(-)$ tarkoittaa, että siirtymä on mallissa mahdoton. Myös kaikki taulukoinnin ulkopuolelle jäävät siirtymät ovat mallissa mahdottomia.

(a) Prioriparametrit siirtymille tiloihin $v1_pass - v3_yli150$.

	$v1_pass$	$v1_pois$	$v1_yli0$	$v2_ali90$	$v2_pass$	$v2_pois$	$v2_yli90$	$v3_ali150$	$v3_pass$	$v3_pois$	$v3_yli150$
$v1_pass$	B	(1, 1)	(1, 1)	-	-	-	-	-	-	-	-
$v1_pois$	(1, 1)	B	(1, 1)	-	-	-	(1, 1)	-	-	-	-
$v1_yli0$	-	-	-	(1, 1)	(1, 1)	(1, 1)	B	-	-	-	(1, 1)
$v2_ali90$	-	-	-	B	(1, 1)	(1, 1)	(1, 1)	-	-	-	(1, 1)
$v2_pass$	-	-	-	(1, 1)	B	(1, 1)	(1, 1)	-	-	-	-
$v2_pois$	-	-	-	(1, 1)	(1, 1)	B	(1, 1)	-	-	-	-
$v2_yli90$	-	-	-	-	-	-	-	(1, 1)	(1, 1)	(1, 1)	B
$v3_ali150$	-	-	-	-	-	-	-	B	(1, 1)	(1, 1)	(1, 1)
$v3_pass$	-	-	-	-	-	-	-	(1, 1)	B	(1, 1)	(1, 1)
$v3_pois$	-	-	-	-	-	-	-	(1, 1)	(1, 1)	B	(1, 1)

(b) Prioriparametrit siirtymille tiloihin $v4_ali210 - v6_pois$.

	$v4_ali210$	$v4_pass$	$v4_pois$	$v4_yli210$	$v5_ali270$	$v5_pass$	$v5_pois$	$v5_yli270$	$v6_eiFM$	$v6_FM$	$v6_pass$	$v6_pois$
$v2_yli90$	-	-	-	(1, 1)	-	-	-	(1, 1)	-	-	-	-
$v3_ali150$	-	-	-	(1, 1)	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_yli150$	(1, 1)	(1, 1)	(1, 1)	B	-	-	-	(1, 1)	-	(1, 100)	-	-
$v4_ali210$	B	(1, 1)	(1, 1)	(1, 1)	-	-	-	(1, 1)	-	(1, 100)	-	-
$v4_pass$	(1, 1)	B	(1, 1)	(1, 1)	-	-	-	-	-	-	-	-
$v4_pois$	(1, 1)	(1, 1)	B	(1, 1)	-	-	-	-	-	-	-	-
$v4_yli210$	-	-	-	-	(1, 1)	(1, 1)	(1, 1)	B	-	(10, 40)	-	-
$v5_ali270$	-	-	-	-	B	(1, 1)	(1, 1)	(1, 1)	-	(30, 40)	-	-
$v5_pass$	-	-	-	-	(1, 100)	B	(1, 100)	(1, 100)	-	(1, 100)	-	-
$v5_pois$	-	-	-	-	(1, 10)	(1, 10)	B	(1, 10)	-	(1, 100)	-	-
$v5_yli270$	-	-	-	-	-	-	-	-	(300, 200)	B	(1, 1)	(1, 1)
$v6_eiFM$	-	-	-	-	-	-	-	-	B	(200, 200)	(1, 1)	(1, 1)
$v6_FM$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-
$v6_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	(1, 200)	-	B	(10, 200)
$v6_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	(1, 20)	(1, 200)	(200, 20)	B

Taulukko 16: Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden mallin tilakohtaisia LuK-prioritodennäköisyyksiä approksimoivien beta-jakaumien parametrit a ja b . Tiloille $v1_pass - v3_pois$ LuK-todennäköisyys on kiinnitetty nollassi ja tilalle $v6_FM$ LuK-todennäköisyys on aina yksi.

	$v3_yli150$	$v4_ali210$	$v4_pass$	$v4_pois$	$v4_yli210$	$v5_ali270$	$v5_pass$	$v5_pois$	$v5_yli270$	$v6_eiFM$	$v6_FM$	$v6_pass$	$v6_pois$
a	1	1	1	1	1	1	1	1	100	100	–	1	1
b	1	1	100	50	1	1	100	50	100	100	–	100	50

tyvät beta-jakaumat approksimoivat vakiotodennäköisyyttä tehdä kyseinen siirtymä vertailusiirtymän sijaan. Koska aineistossa opintojen alussa tapahtuneita siirtymiä on havaittu paljon, voidaan regressiokertoimille käyttää epäinformatiivisia prioreita. Mitä pidemmälle opinnoissa edetään, sitä harvemmaksi todennäköisyyksien estimointiin käytettävien siirtymien lukumäärä käy. Tämä johtuu siitä, että suuri osa tiedekunnassa aloittavista opiskelijoista passivoituu opintojen alkuvaiheessa. Tämän vuoksi opintojen loppuvaiheeseen liittyville regressiokertoimille asetetaan vahvempia prioreita. Prioriparametrit a ja b on pyritty valitsemaan siten, että niistä seuraavat vakiotodennäköisyydet vastaavat opiskelijoiden oletettua yleistä käyttäytymistä. Kuvaa opiskelijoiden käyttäytymisestä on muodostettu tutkimalla, kuinka opiskelijat ovat siirtyneet vastaavanlaisissa tapauksissa opintojen aiemmissa vaiheissa. Esimerkiksi todennäköisyys jatkaa opintoja opinto-oikeuden passivoitumisen jälkeen on läpi opintojen ollut suhteellisen pieni, joten tämän oletetaan pätevän myös opintojen loppuvaiheessa. LuK-todennäköisyyksien kohdalla opetusaineistoa on vähän tiloille vX_pois ja vX_pass , kuten taulukosta 10 nähdään. Todennäköisyys LuK-tutkinnon suorittamiselle kyseisten tilojen kohdalla oletetaan olevan melko pieni, mikä huomioidaan informatiivisilla prioreilla.

Ylemmstä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden mallissa vertailusiirtymä on aina siirtymä samaan tilaan, josta siirryttiin, ja ehdollisten vakiotodennäköisyyksien approksimaatioksi on valittu kaikille mahdollisille siirtymille epäinformatiiviset Beta(1, 1)-jakaumat. Mallissa käytetään epäinformatiivisia prioreita kaikille siirtymätodennäköisyyksille, koska siirtymiä selittävien prediktoireiden lukumäärä on pienempi kuin alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittavien mallissa. Tähän nähden opetusaineistoa on riittävä määrä järkevien estimaattien saamiseksi.

4.3 Estimoidut todennäköisyydet ja regressiokertoimet

Sekä alemmasta että ylemmstä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden malleissa regressiokertoimille on estimoitu MCMC-menetelmällä 3000 kappaleen kokoiset otokset konvergoituneista posteriorijakaumista. Tulokset on laskettu käyttäen R-ohjelmistoa ja siihen saatavilla olevaa rjags-lisäosaa (R Core Team, 2017; Plummer, 2016). Estimoinnissa on käytetty kolmea riippumatonta ketjua, joiden lähtöarvot on arvottu priorijakaumista. 500 iteraation pituisen adaptiivi-

sen vaiheen ja 1000 iteraation pituisen lämmitysjakson (*burn-in*) jälkeen jokaisesta kolmesta ketjusta on nostettu 1000 kappaleen kokoiset otokset. Ketjujen konvergenssi on varmistettu sekä graafisesti tarkastelemalla että käyttäen Gelman-Rubintunnuslukua ja sen monimuuttuja-variaatiota (Gelman & Rubin, 1992; Brooks & Gelman, 1998).

Aineistoille sovitetaan kolme erilaista mallia: malli, jossa kaikki mahdolliset muuttujat selittävät kaikkia todennäköisyyksiä (malli 1); malli, jossa on ne edellisen mallin vaikutukset, joiden 90 %:n Bayes-luottoväli ei sisällä nollaa (malli 2); malli, jossa on ainoastaan vakiotermit (malli 3). Taulukossa 17 on esitetty mallia 3 käyttäen estimoidut siirtymätodennäköisyydet kaikille alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden aineiston opiskelijoille. Todennäköisyyksistä voidaan nähdä, että opinto-oikeuden passivoitumista indikoivat tilat toimivat hyvin myös opintojen keskeytymisen merkinä: todennäköisyydet tiloista pois siirtymiselle ovat hyvin pienet. Myös tilat vX_pois johtavat herkästi opintojen keskeytymiseen, koska tiloissa vX_pois todennäköisyydet tilaan itseensä siirtymiseen tai tilaan vX_pass siirtymiseen ovat läpi opintojen suurimmat.

Opintojen aikaisessa vaiheessa siirtymät passivoitumista indikoiviin tiloihin ovat todennäköisempiä kuin opintojen loppuvaiheessa, eli opiskelijat keskeyttävät opintonsa herkemmin opintojen alussa kuin lopussa. Tästä myös seuraa, että opiskelijat etenevät todennäköisemmin opinnoissaan opintojen loppupuolella. Esimerkiksi siirtymän tilasta $v1_yli0$ tilaan $v2_yli90$ estimoitu todennäköisyys on 0.175 kun taas tilasta $v3_yli150$ ja tilaan $v4_yli210$ siirtymisen todennäköisyys on 0.577.

Vakiomallilla (malli 3) estimoidut LuK-todennäköisyydet on esitetty taulukossa 18. Nähdään, että tiloissa vX_pass ja vX_pois LuK-todennäköisyydet ovat pieniä. Tämä tarkoittaa sitä, että LuK-tutkinnon suorittaminen on epätodennäköistä, jos opiskelija ei ole saanut opintopisteitä kalenterivuoden aikana. Puolestaan tiloissa, joissa opiskelija on saanut kalenterivuoden aikana opintopisteitä, LuK-tutkinnon suorittaminen on todennäköisempää. Mitä pidemmälle opinnoissa edetään, sitä todennäköisemmäksi LuK-tutkinnon suorittaminen käy. Todennäköisyys on kuitenkin korkeintaan vain 0.5 tiloissa $v5_yli270$ ja $v6_eiFM$, joissa opiskelija on opintopistekertymän perusteella lähimpänä FM-tutkinnon suorittamista.

Kaikkien estimoitujen regressiokertoimien keskiarvot mallissa 2 on esitetty siirtymätodennäköisyyksien kohdalla liitetaulukoissa A1 ja A2 ja LuK-todennäköisyyksien kohdalla taulukossa 20. Regressiokertoimien tulkinta tehdään tarkastelemalla todennäköisyyksiä π^* ja π , jotka ovat muuten identtisten tapausten todennäköisyydet, mutta todennäköisyyden π^* kohdalla tarkasteltavaan kertoimeen liittyvän muuttujan arvoa on kasvatettu yhdellä yksiköllä. Regressiokertoimen eksponentti kertoo, mikä on tällaisessa tapauksessa todennäköisyyksien vetosuhte

$$\frac{\pi^*/(1 - \pi^*)}{\pi/(1 - \pi)}.$$

Tarkastellaan seuraavaksi tarkemmin tekijöitä, jotka vaikuttavat opiskelijoiden opintojen etenemiseen, ja tekijöitä, jotka vaikuttavat opiskelijoiden opintojen enenaikaiseen keskeytymiseen. Kaikki esitetyt regressiokertoimet ovat estimoitujen MCMC-ketjujen yli laskettuja keskiarvoja mallissa 2. Alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden tapauksessa, tavoiteajassa opintonsa suorittavan opiskelijan

Taulukko 17: Vakiomallilla (malli 3) estimoidut siirtymätodennäköisyydet kaikkien opiskelijoiden keskuudessa. Taulukon rivillä on tila, josta siirrytään, ja sarakkeella tila, johon siirrytään. Suluissa on esitetty estimaattien 95 %:n Bayes-luottovälit. Jokaisen tilan todennäköisin siirtymä on korostettu. Taulukoimatta jääneiden siirtymien todennäköisyydet on mallissa kiinnitetty nolliksi.

(a) Tiloihin $v1_pois$ – $v3_yli150$ tehtävien siirtymien estimoidut todennäköisyydet.

	$v1_pass$	$v1_pois$	$v1_yli0$	$v2_ali90$	$v2_pass$	$v2_pois$	$v3_ali90$	$v3_ali150$	$v3_pass$	$v3_pois$
$v1_pass$	0.962 (0.950, 0.972)	0.021 (0.013, 0.030)	0.017 (0.011, 0.025)	0	0	0	0	0	0	0
$v1_pois$	0.231 (0.209, 0.253)	0.277 (0.253, 0.301)	0.489 (0.461, 0.514)	0	0	0	0.003 (0.001, 0.007)	0	0	0
$v1_yli0$	0	0	0	0.721 (0.703, 0.737)	0.055 (0.046, 0.063)	0.046 (0.039, 0.055)	0.175 (0.161, 0.190)	0	0	0.003 (0.002, 0.006)
$v2_ali90$	0	0	0	0.242 (0.227, 0.259)	0.216 (0.201, 0.233)	0.138 (0.126, 0.152)	0.350 (0.331, 0.367)	0	0	0.053 (0.045, 0.062)
$v2_pass$	0	0	0	0.008 (0.006, 0.012)	0.976 (0.971, 0.981)	0.014 (0.010, 0.018)	0.002 (0.001, 0.003)	0	0	0
$v2_pois$	0	0	0	0.142 (0.122, 0.164)	0.300 (0.273, 0.327)	0.533 (0.504, 0.563)	0.025 (0.016, 0.035)	0	0	0
$v2_yli90$	0	0	0	0	0	0	0	0.286 (0.262, 0.310)	0.044 (0.034, 0.055)	0.594 (0.567, 0.620)
$v3_ali150$	0	0	0	0	0	0	0	0.187 (0.149, 0.226)	0.159 (0.099, 0.165)	0.465 (0.418, 0.515)
$v3_pass$	0	0	0	0	0	0	0	0.027 (0.013, 0.047)	0.947 (0.920, 0.968)	0.018 (0.008, 0.035)
$v3_pois$	0	0	0	0	0	0	0	0.103 (0.062, 0.153)	0.341 (0.273, 0.416)	0.507 (0.433, 0.581)

(b) Tiloihin v_4 - $ali210$ – v_6 - $pois$ tehtävien siirtymien estimoidut todennäköisyydet.

	v_4 - $ali210$	v_4 - $pass$	v_4 - $pois$	v_4 - $ylt210$	v_5 - $ali270$	v_5 - $pass$	v_5 - $pois$	v_5 - $ylt270$	v_6 - $eiFM$	v_6 - FM	v_6 - $pass$	v_6 - $pois$
v_2 - $ylt90$	0	0	0	0.042 (0.032, 0.054)	0	0	0	0.002 (0.000, 0.005)	0	0	0	0
v_3 - $ali150$	0	0	0	0.057 (0.037, 0.084)	0	0	0	0	0	0	0	0
v_3 - $pass$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_3 - $pois$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
v_3 - $ylt150$	0.321 (0.292, 0.351)	0.021 (0.013, 0.030)	0.024 (0.016, 0.034)	0.577 (0.545, 0.608)	0	0	0	0.055 (0.043, 0.070)	0	0.002 (0.000, 0.006)	0	0
v_4 - $ali210$	0.221 (0.179, 0.263)	0.102 (0.072, 0.134)	0.102 (0.071, 0.135)	0.514 (0.459, 0.568)	0	0	0	0.057 (0.035, 0.085)	0	0.004 (0.001, 0.011)	0	0
v_4 - $pass$	0.017 (0.003, 0.041)	0.924 (0.877, 0.961)	0.049 (0.021, 0.088)	0.010 (0.001, 0.031)	0	0	0	0	0	0	0	0
v_4 - $pois$	0.164 (0.093, 0.251)	0.332 (0.237, 0.438)	0.436 (0.337, 0.543)	0.008 (0.025, 0.130)	0	0	0	0	0	0	0	0
v_4 - $ylt210$	0	0	0	0	0.348 (0.313, 0.384)	0.018 (0.010, 0.029)	0.018 (0.010, 0.029)	0.479 (0.443, 0.514)	0	0.137 (0.114, 0.162)	0	0
v_5 - $ali270$	0	0	0	0	0.216 (0.173, 0.262)	0.066 (0.040, 0.097)	0.076 (0.046, 0.110)	0.377 (0.319, 0.437)	0	0.266 (0.220, 0.313)	0	0
v_5 - $pass$	0	0	0	0	0.029 (0.006, 0.071)	0.912 (0.848, 0.959)	0.039 (0.010, 0.092)	0.011 (0.001, 0.035)	0	0.010 (0.001, 0.035)	0	0
v_5 - $pois$	0	0	0	0	0.176 (0.078, 0.300)	0.270 (0.149, 0.414)	0.453 (0.319, 0.589)	0.064 (0.015, 0.146)	0	0.037 (0.006, 0.101)	0	0
v_5 - $ylt270$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.493 (0.462, 0.523)	0.455 (0.425, 0.486)	0.009 (0.003, 0.019)	0.044 (0.027, 0.064)
v_6 - $eiFM$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.382 (0.343, 0.423)	0.500 (0.457, 0.543)	0.039 (0.018, 0.065)	0.078 (0.048, 0.116)
v_6 - FM	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
v_6 - $pass$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.037 (0.003, 0.123)	0.911 (0.826, 0.959)	0.911 (0.826, 0.959)	0.051 (0.027, 0.087)
v_6 - $pois$	0	0	0	0	0	0	0	0	0.106 (0.037, 0.206)	0.230 (0.127, 0.357)	0.535 (0.418, 0.641)	0.129 (0.086, 0.179)

Taulukko 18: Vakiomallilla (malli 3) estimoidut LuK-todennäköisyydet ja 95 %:n Bayes-luottovälit kaikkien opiskelijoiden keskuudessa. Tilan LuK-todennäköisyys on todennäköisyys, jolla tilaan saapunut opiskelija on edeltävän kalenterivuoden aikana voinut suorittaa LuK-tutkinnon. Tilojen *v1_pass* – *v3_pois* LuK-todennäköisyydet on kiinnitetty nolliksi, koska opiskelijoiden opintopistekertymien perusteella LuK-tutkinnon suorittaminen on tiloissa mahdotonta. Tilan *v6_FM* LuK-todennäköisyys on kiinnitetty yhdeksi, koska FM-tutkinnon suorittamista indikoivaan tilaan saapunut opiskelija suorittaa varmasti silloin myös LuK-tutkinnon, jos sitä ei ollut ennestään suoritettuna.

tila	LuK-todennäköisyys	95 %:n Bayes-lv
<i>v3_yli150</i>	0.041	(0.030, 0.053)
<i>v4_ali210</i>	0.148	(0.116, 0.184)
<i>v4_pass</i>	0.009	(0.001, 0.027)
<i>v4_pois</i>	0.040	(0.012, 0.086)
<i>v4_yli210</i>	0.303	(0.275, 0.334)
<i>v5_ali270</i>	0.272	(0.216, 0.332)
<i>v5_pass</i>	0.080	(0.014, 0.210)
<i>v5_pois</i>	0.013	(0.001, 0.055)
<i>v5_yli270</i>	0.462	(0.422, 0.501)
<i>v6_eiFM</i>	0.480	(0.429, 0.531)
<i>v6_FM</i>	1	–
<i>v6_pass</i>	0.008	(0.000, 0.036)
<i>v6_pois</i>	0.028	(0.003, 0.098)

voidaan kuvitella todennäköisesti etenevän opinnoissaan siten, että hän kulkee suoraan tilojen *v1_yli0*, *v2_yli90*, *v3_yli150*, *v4_yli210*, *v5_yli270* ja *v6_FM* kautta. Toisin sanoen tavoiteajassa etenevä opiskelija on jokaisen kalenterivuoden päätteeksi saanut seuraavaan vaiheeseen siirtymiseen vaadittavan määrän opintopisteitä. Tästä johtuen ollaan etenkin kiinnostuneita siitä, mitkä tekijät vaikuttavat positiivisesti ja mitkä negatiivisesti tilojen *v1_yli0*, *v2_yli90*, *v3_yli150*, *v4_yli210*, *v5_yli270* ja *v6_FM* välisiin siirtymiin. Taulukossa 19 on esitetty edellä listatuista tiloista tehtäviin siirtymiin vaikuttavat muuttujat.

Mallissa 2 tilasta *v1_yli0* tehtäville siirtymille on taulukoiduista tiloista eniten prediktorivaikutuksia (taulukko 19a). Tämä ilmiö selittyy sillä, että opintojen alkuvaiheessa opiskelijoiden ominaisuuksilla on paljon merkitystä opintojen jatkon kannalta, kun taas opintojen loppuvaiheessa opiskelijoiden ominaisuuksilla on pienempi vaikutus opintojen etenemiseen. Vaikutusten vähyyteen opintojen loppuvaiheessa voi vaikuttaa myös se, että opetusaineistoa on tällöin vähän käytössä, jolloin on vaikeampaa löytää vaikutuksia, joiden 90 %:n Bayes-luottoväli ei sisällä nollaa.

Tilan *v1_yli0* vertailusiirtymä on siirtymä tilaan *v2_yli90*, mistä seuraa, että tähän siirtymään liittyvät regressiokertoimet on kiinnitetty nolliksi. Tilan *v1_yli0* vertailusiirtymän oletetaan olevan tavoiteajassa opintojaan suorittavalle opiskelijalle ihanteellisin siirtymä. Jäljelle jäävien siirtymien regressiokertoimia tulkittaessa

Taulukko 19: Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden mallissa siirtymiä tiloista $v1_yli0$, $v2_yli90$, $v3_yli150$, $v4_yli210$ ja $v5_yli270$ selittävät muuttujat ja niiden regressiokertoimet. Tulokset on raportoitu käyttäen mallia 2. Jokaiselle tilasiirtymälle on listattu aina vakio ja sekä positiivisesti että negatiivisesti siirtymätodennäköisyyteen vaikuttavat muuttujat, joiden regressiokertoimien 95 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa.

(a) Siirtymiä tilasta $v1_yli0$ selittävät muuttujat. Vertailusiirtymä on $v1_yli0 \rightarrow v2_yli90$.

Siirtymä	Muuttujat
$v1_yli0 \rightarrow v2_ali90$	<i>vakio</i> (1.47) <i>laitosF</i> (0.76) <i>laitosK</i> (1.07) <i>laitosM</i> (0.76) <hr/> <i>kesto</i> (-0.38) <i>ope</i> (-0.43) <i>aikkaHyva</i> (-0.39) <i>mat.tasoLyhyt_NA</i> (-0.34) <i>laitosM:mat.tasoLyhyt_NA</i> (-0.57) <i>mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva</i> (-0.67)
$v1_yli0 \rightarrow v2_pass$	<i>laitosF</i> (1.26) <i>laitosK</i> (1.07) <i>laitosM</i> (0.96) <hr/> <i>vakio</i> (-1.54) <i>ope</i> (-0.80) <i>aikkaHyva</i> (-0.43) <i>mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva</i> (-0.66)
$v1_yli0 \rightarrow v2_pois$	<i>aloit_ika_21</i> (0.67) <i>laitosF</i> (1.31) <i>laitosK</i> (0.78) <i>laitosM</i> (0.69) <i>aloit_ika_21:kesto</i> (0.46) <hr/> <i>vakio</i> (-1.95) <i>aikkaHyva</i> (-0.89) <i>mat.tasoLyhyt_NA</i> (-0.47) <i>laitosF:mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva</i> (-0.64)
$v1_yli0 \rightarrow v3_yli150$	<i>vakio</i> (-4.02)

(b) Siirtymiä tilasta $v2_yli90$ selittävät muuttujat. Vertailusiirtymä on $v2_yli90 \rightarrow v3_yli150$.

Siirtymä	Muuttujat
$v2_yli90 \rightarrow v3_ali150$	$aloi_ika_21$ (0.27) $kesto$ (0.35) ----- $vakio$ (-0.70) $aikkaHyva$ (-0.32)
$v2_yli90 \rightarrow v3_pass$	$kesto$ (0.77) ----- $vakio$ (-2.30)
$v2_yli90 \rightarrow v3_pois$	$kesto$ (0.68) ----- $vakio$ (-3.00)
$v2_yli90 \rightarrow v4_yli210$	$vakio$ (-2.65)
$v2_yli90 \rightarrow v5_yli270$	$vakio$ (-5.81)

(c) Siirtymiä tilasta $v3_yli150$ selittävät muuttujat. Vertailusiirtymä on $v3_yli150 \rightarrow v4_yli210$.

Siirtymä	Muuttujat
$v3_yli150 \rightarrow v4_ali210$	$aloi_ika_21$ (0.33) $kesto$ (0.19) ----- $vakio$ (-0.54) luk (-1.11) $aikkaHyva$ (-0.30)
$v3_yli150 \rightarrow v4_pass$	$kesto$ (0.49) luk (1.77) ----- $vakio$ (-3.60)
$v3_yli150 \rightarrow v4_pois$	$kesto$ (0.63) ----- $vakio$ (-3.32)
$v3_yli150 \rightarrow v5_yli270$	$laitosM$ (0.57) ----- $vakio$ (-2.41)
$v3_yli150 \rightarrow v6_FM$	$vakio$ (-5.69)

(d) Siirtymiä tilasta $v4_yli210$ selittävät muuttujat. Vertailusiirtymä on $v4_yli210 \rightarrow v5_yli270$.

Siirtymä	Muuttujat
$v4_yli210 \rightarrow v5_ali270$	$vakio$ (0.09)
	$aloit_ika_21$ (0.47)
	$kesto$ (0.20)
	$laitosF$ (-0.79)
	$laitosK$ (-0.45)
	$laitosM$ (-0.81)
$v4_yli210 \rightarrow v5_pass$	$aikkaHyva$ (-0.36)
	luk (0.72)
$v4_yli210 \rightarrow v5_pois$	$vakio$ (-3.58)
	$vakio$ (-3.31)
$v4_yli210 \rightarrow v6_FM$	$kesto$ (0.15)
	$vakio$ (-1.24)

(e) Siirtymiä tilasta $v5_yli270$ selittävät muuttujat. Vertailusiirtymä on $v5_yli270 \rightarrow v6_FM$.

Siirtymä	Muuttujat
$v5_yli270 \rightarrow v6_eiFM$	$vakio$ (0.20)
	luk (-0.43)
$v5_yli270 \rightarrow v6_pass$	$vakio$ (-4.10)
$v5_yli270 \rightarrow v6_pois$	$vakio$ (-2.42)

on muistettava, että positiiviset vaikutukset siirtymätodennäköisyyteen pienentävät vertailusiirtymän todennäköisyyttä ja puolestaan negatiiviset vaikutukset kasvattavat vertailusiirtymän todennäköisyyttä. Taulukoiduista muuttujista nähdään, että fysiikan, kemian tai matematiikan ja tilastotieteen laitokselle kuulumisella on tilojen $v2_ali90$, $v2_pass$ ja $v2_pois$ siirtymätodennäköisyyksiä kasvattavat vaikutukset. Tämä tarkoittaa sitä, että ominaisuuksiltaan identtisiä opiskelijoita vertailtaessa, bio- ja ympäristötieteiden laitoksella opiskelevan opiskelijan vertailusiirtymän todennäköisyys on suurin. Puolestaan sekä opettajankoulutukseen valinnalla että hyvällä äidinkielen ja pitkän matematiikan osaamisella on tilojen $v2_ali90$, $v2_pass$ ja $v2_pois$ siirtymätodennäköisyyksiä pienentäviä vaikutuksia, jotka kasvattavat vertailusiirtymän todennäköisyyttä.

Tulkittaessa muuttujan $kesto$ ja siihen liittyvien interaktioiden vaikutuksia, on muistettava, että $kesto$ on mallin ainoa jatkuva muuttuja ja että se on keskistetty

tilakohtaisesti (taulukko 13). Muuttujaan liittyvien regressiokertoimien avulla voidaan päätellä, kuinka siirtymätodennäköisyydet muuttuvat opintojen keston kasvaessa yhdellä vuodella. Tilaan *v1_yli0* liittyvien siirtymien kohdalla nähdään, että opintojen keston kasvaessa, tilan *v2_ali90* siirtymätodennäköisyys pienenee, jolloin vertailusiirtymän todennäköisyys kasvaa. Jos opiskelija on aloittanut opintonsa 21-vuotiaana tai vanhempana, tilan *v2_pois* siirtymätodennäköisyys kasvaa opintojen keston myötä. Opintojen aloittaminen korkealla iällä kasvattaa tällöin opintojen keskeytymisriskiä, koska siirtymätodennäköisyys tilasta *v2_pois* tilaan *v2_pass* on populaatiossa suurempi kuin siirtymätodennäköisyydet opintojen etenemistä kuvaaviin tiloihin (taulukko 17).

Tilan *v2_yli90* (taulukko 19b) vertailusiirtymä on siirtymä tilaan *v3_yli150*, jota voidaan jälleen pitää ihanteellisena siirtymänä tavoiteajassa etenevälle opiskelijalle. Opintojen kestolla on mallissa tilojen *v3_ali150*, *v3_pass* ja *v3_pois* siirtymätodennäköisyyksiä kasvattavat vaikutukset. Tämä tarkoittaa sitä, että mitä kauemmin opintojen aloittamisesta on kulunut, sitä pienemmäksi vertailusiirtymän todennäköisyys käy. Viiveellä toisen asteen opintojen ja yliopisto-opintojen välillä on tilan *v3_ali150* siirtymätodennäköisyyttä kasvattava vaikutus, kun taas hyvä äidinkielen osaaminen pienentää saman tilan siirtymätodennäköisyyttä. Tästä siis seuraa, että viive yliopisto-opintojen aloituksessa pienentää vertailusiirtymän todennäköisyyttä ja hyvä äidinkielen osaaminen kasvattaa sitä.

Tilan *v3_yli150* (taulukko 19c) siirtymiä selittäviä muuttujia tarkastellessa nähdään, että opintojen kestolla, hyvällä äidinkielen osaamisella ja opintojen aloittamisella viiveellä on samansuuntaiset vaikutukset kuin tilan *v2_yli90* siirtymien kohdalla. Uutena vaikutuksena mukana on LuK-tutkinnon suorittaminen, josta seuraa sekä tilan *v4_ali210* siirtymätodennäköisyyden pieneneminen, jolloin vertailusiirtymän todennäköisyys kasvaa, että tilan *v4_pass* siirtymätodennäköisyyden kasvaminen. Jälkimmäinen vaikutus on mielenkiintoinen, sillä tulos tarkoittaa sitä, että LuK-tutkinnon suorittaminen opintojen aikaisessa vaiheessa kasvattaa opintojen keskeyttämisen riskiä.

Tilan *v4_yli210* (taulukko 19d) siirtymätodennäköisyyksien kohdalla, toisin kuin tilassa *v1_yli0* opintojen alkuvaiheessa, vertailusiirtymän todennäköisyys on nyt pienin bio- ja ympäristötieteiden laitoksella opiskelevan vertailuopiskelijan kohdalla. Toisin sanoen bio- ja ympäristötieteiden laitoksella opiskelevat etenevät opintojen alussa keskimääräistä ripeämmin ja nyt puolestaan tilassa *v4_yli210* muiden laitosten opiskelijat etenevät todennäköisemmin tilaan *v5_yli270*. LuK-tutkinnon suorittaminen kasvattaa taas tilan *v5_pass* siirtymätodennäköisyyttä, mutta vaikutus on pienempi kuin edellisessä vaiheessa. On myös mielenkiintoista huomata, että verrattaessa tiloja *v2_yli90*, *v3_yli150* ja *v4_yli210*, opintojen aloittamisella viiveellä on suurin vaikutus siirtymätodennäköisyyksiin tilassa *v4_yli210*. Tämä antaisi viitteitä siitä, että viiveellä opintojen aloittaminen vaikuttaa vahvimmin opintojen etenemiseen vasta opintojen loppuvaiheessa.

Tarkastellessa tilan *v5_yli270* siirtymiä selittäviä muuttujia (taulukko 19e) nähdään, että ainoastaan LuK-tutkinnon suorittamisella on tilan *v6_eiFM* siirtymätodennäköisyyttä pienentävä vaikutus. Tilan *v5_yli270* vertailusiirtymä on siirtymä FM-tutkinnon saamista indikoivaan tilaan *v6_FM*, mikä tarkoittaa, että suoritettu LuK-tutkinto kasvattaa FM-tutkinnon suorittamisen todennäköisyyttä.

Tutkitaan vielä yksittäisten muuttujien vaikutuksia koko mallissa (liitetaulukko A1). Mallissa 2 muuttujalla *kesto* on läpi opintojen eniten vaikutuksia. Pääsääntöisesti opintojen kesto vaikuttaa negatiivisesti opintojen etenemiseen: tilojen *vX_pois* ja *vX_pass* siirtymätodennäköisyydet kasvavat sitä suuremmiksi, mitä kauemmin opinnot ovat kestäneet.

Muuttujan *kesto* lisäksi ainoastaan muuttujalla *luk* on mallissa 2 opintojen loppuvaiheessa huomattava määrä vaikutuksia. Kuten aiemmin todettiin, LuK-tutkinnon suorittaminen aikaisessa vaiheessa näkyy opintojen keskeyttämisriskin kasvuna. Puolestaan opintojen loppuvaiheessa LuK-tutkinto nostaa FM-tutkinnon suorittamisen todennäköisyyttä.

Lopuilla alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden mallin muuttujilla ei ole opintojen alkuvaiheen jälkeen juurikaan vaikutuksia, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa. Esimerkiksi opettajankoulutukseen valinnalla ja hyvällä pitkän matematiikan osaamisella on opintojen alkuvaiheessa opintojen etenemistä jouduttava vaikutus, mutta ne eivät vaikuta opintojen etenemiseen myöhemmin. On mielenkiintoista, että hyvällä äidinkielen osaamisella on enemmän opintojen etenemistä jouduttavia vaikutuksia opintojen myöhemmissä vaiheissa kuin matematiikalla.

On syytä huomata, että interaktioterminillä *luk:aloit_ennen_2011* ei ole käytännössä yhtään vaikutuksia, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa. Oletettavasti interaktiolla olisi voinut kuvitella olevan opintojen etenemistä kasvattavia vaikutuksia, koska ennen vuotta 2011 aloittaneilla opiskelijoilla on tapana suorittaa LuK- ja FM-tutkinnot lähellä toisiaan. Tämä seurasi siitä, että heillä opintotukea ei oltu jaettu erikseen alempaa ja ylempää korkeakoulututkintoa varten. Vaikutusten puuttuminen voi johtua siitä, että opetusaineistoa vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneista opiskelijoista ei ole varsinkaan opintojen loppuvaihetta varten tarpeeksi, jolloin mahdolliset vaikutukset, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa, eivät nouse esiin.

LuK-todennäköisyyksiin vaikuttavien muuttujien regressiokertoimet on esitetty taulukossa 20. Eniten opintojen keskivaiheessa LuK-todennäköisyyksiin vaikuttavat muuttujat *ope*, *aloit_ennen_2011* ja *laitosM*, joilla kaikilla on negatiivisia vaikutuksia. Opettajankoulutukseen valituilla opiskelijoilla LuK-tutkinnon suorittaminen on tiloissa *v3_yli150*, *v4_yli210* ja *v5_ali270* epätodennäköisempää kuin opiskelijoilla, jotka eivät ole opettajankoulutusohjelmassa. Ennen vuotta 2011 opintonsa aloittaneilla opiskelijoilla LuK-tutkinnon suorittaminen tiloissa *v4_ali210* ja *v4_yli210* on epätodennäköisempää kuin vuonna 2011 tai sen jälkeen aloittaneilla opiskelijoilla, joille opintotuki on jaettu erikseen LuK- ja FM-tutkintojen suorittamista varten. Myös matematiikan ja tilastotieteen laitoksella opiskelevien opiskelijoiden kohdalla tiloissa *v4_ali210* ja *v4_yli210* LuK-tutkinnon suorittamistodennäköisyys pienenee muiden laitosten opiskelijoihin verrattuna. Hyvällä äidinkielen osaamisella on taas tilassa *v4_yli210* positiivinen vaikutus LuK-todennäköisyyteen. Puolestaan opintojen loppuvaiheessa ei ole löytynyt LuK-todennäköisyyksiin vaikuttavia muuttujia, joiden regressiokertoimien 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa.

Tarkastellaan seuraavaksi ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden mallia. Vakiomallia (malli 3) käyttäen saadut populaatiosiiirtymätodennäköisyydet on esitetty taulukossa 21. Nähdään että kuten alemmasta

Taulukko 20: Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden mallissa LuK-todennäköisyyksien estimointiin käytettävien regressiokertoimien keskiarvot yli MCMC-ketjujen. Kertoimet on raportoitu käyttäen mallia 2, johon on valittu vain ne vaikutukset, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa kaikkien vaikutusten mallissa 1. Vaikutukset, jotka eivät ole mukana mallissa 2, on kiinnitetty nolliksi. Taulukoimatta jääneillä muuttujilla ei ollut LuK-todennäköisyyksiä selittäviä vaikutuksia mallissa 2. Tähti (*) kertoimen perässä tarkoittaa sitä, että mallissa 2 kertoimen 95 %:n Bayes-luottoväli sisältää nollan.

	<i>vakio</i>	<i>aloit_ika_21</i>	<i>kesto</i>	<i>pass</i>	<i>ope</i>	<i>luk</i>	<i>aloit_ennen_2011</i>	<i>laitosF</i>	<i>laitosK</i>	<i>laitosM</i>	<i>aikkaHyva</i>
<i>v3_yli150</i>	-3.05	0	0	0	-0.70	0	0	0	0	0	0
<i>v4_ali210</i>	-1.20	0	-0.51	0	0	0	-0.88	0	0	-0.79	0.43*
<i>v4_pass</i>	-5.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>v4_pois</i>	-3.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>v4_yli210</i>	0.30*	0	-0.07*	0	-0.61	0	-1.16	-0.33*	0	-0.79	0.48
<i>v5_ali270</i>	-0.84	0	-0.21*	0	-0.65	0	0	0	0	0	0
<i>v5_pass</i>	-2.64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>v5_pois</i>	-4.95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>v5_yli270</i>	-0.15*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-0.08*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-5.36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>v6_pois</i>	-3.92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

korkeakoulututkinnosta aloittavien opiskelijoiden mallissa, tilat *vX_pass* indikoivat hyvin opintojen keskeytymistä, koska todennäköisyydet siirtyä tiloista pois ovat pienet. Todennäköisyys FM-tutkinnon suorittamiselle on suurempi mallin toisessa vaiheessa (*v2*), jossa opiskelijan opintopistekertymä on vähintään 80 opintopistettä: todennäköisyys siirtyä tilasta *v1_etenee* tilaan *FM* on 0.074 kun taas todennäköisyys siirtyä tilasta *v2_etenee* tilaan *FM* on 0.412.

Tilojen *v1_etenee* ja *v2_etenee* siirtymätodennäköisyyksiin vaikuttavat muuttujat on esitetty taulukossa 22. Molempien tilojen vertailusiirtymät ovat siirtymät paikallaan samaan tilaan. Tilassa *v1_etenee* opintojen kesto vaikuttaa positiivisesti sekä FM-tutkinnon saamista indikoivaan tilaan että tilaan *v2_etenee* siirtymiseen. Toisin sanoen mitä kauemmin on kulunut opintojen alusta, sitä todennäköisempää on siirtyä tiloihin *FM* ja *v2_etenee*. Puolestaan opintojen aloittaminen 25-vuotiaana tai vanhempana pienentää samoja siirtymätodennäköisyyksiä, jolloin paikallaan siirtyminen tilassa *v1_etenee* muuttuu todennäköisemmäksi.

Tilan *v2_etenee* siirtymätodennäköisyyksiin vaikuttavia muuttujia tarkastellessa nähdään, että mitä kauemmin on kulunut opintojen alusta, sitä todennäköisemmin opiskelija joko suorittaa FM-tutkinnon tai passivoituu. Mallin mukaan tilassa *v2_etenee* olevalle matematiikan ja tilastotieteen opiskelijalle FM-tutkinnon suoritta-

Taulukko 21: Vakiomallilla (malli 3) estimoidut siirtymätodennäköisyydet kaikkien ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden keskuudessa. Taulukon rivillä on tila, josta siirrytään, ja sarakkeella tila, johon siirrytään. Suluissa on esitetty estimaattien 95 %:n Bayes-luottovälit. Jokaisen tilan todennäköisin siirtymä on korostettu.

	FM	$v1_etenee$	$v1_pass$	$v1_pois$	$v2_etenee$	$v2_pass$	$v2_pois$
FM	–	–	–	–	–	–	–
$v1_etenee$	0.074 (0.055, 0.097)	0.419 (0.381, 0.459)	0.074 (0.055, 0.096)	0.062 (0.045, 0.083)	0.370 (0.332, 0.407)	0	0
$v1_pass$	0	0.022 (0.009, 0.041)	0.958 (0.934, 0.977)	0.019 (0.008, 0.036)	0	0	0
$v1_pois$	0	0.233 (0.175, 0.298)	0.361 (0.293, 0.435)	0.379 (0.307, 0.450)	0.027 (0.009, 0.056)	0	0
$v2_etenee$	0.412 (0.366, 0.461)	0	0	0	0.443 (0.395, 0.492)	0.062 (0.041, 0.086)	0.082 (0.057, 0.111)
$v2_pass$	0.044 (0.015, 0.088)	0	0	0	0.027 (0.006, 0.064)	0.875 (0.813, 0.929)	0.053 (0.022, 0.097)
$v2_pois$	0.048 (0.011, 0.113)	0	0	0	0.148 (0.069, 0.252)	0.307 (0.190, 0.428)	0.497 (0.371, 0.627)

Taulukko 22: Ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden mallissa siirtymiä tiloista $v1_etenee$ ja $v2_etenee$ selittävät muuttujat ja niiden regressiokertoimet. Tulokset on raportoitu käyttäen mallia 2. Jokaiselle tilasiirtymälle on listattu aina vakio ja sekä positiivisesti että negatiivisesti siirtymätodennäköisyyteen vaikuttavat muuttujat, joiden regressiokertoimien 95 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa.

(a) Siirtymiä tilasta $v1_etenee$ selittävät muuttujat. Vertailusiirtymä on $v1_etenee \rightarrow v1_etenee$.

Siirtymä	Muuttuja
$v1_etenee \rightarrow FM$	$kesto$ (0.35)
	$vakio$ (−1.31)
	$aloi_ika_25$ (−0.55)
$v1_etenee \rightarrow v1_pass$	$vakio$ (−1.75)
$v1_etenee \rightarrow v1_pois$	$vakio$ (−1.92)
$v1_etenee \rightarrow v2_etenee$	$vakio$ (0.22)
	$kesto$ (0.19)
	$aloi_ika_25$ (−0.43)

(b) Siirtymiä tilasta $v2_etenee$ selittävät muuttujat. Vertailusiirtymä on $v2_etenee \rightarrow v2_etenee$.

Siirtymä	Muuttuja
$v2_etenee \rightarrow FM$	$kesto$ (0.29)
	$vakio$ (−0.10)
	$laitosM$ (−0.74)
$v2_etenee \rightarrow v2_pass$	$kesto$ (0.63)
	$vakio$ (−2.17)
$v2_etenee \rightarrow v2_pois$	$kesto$ (0.70)
	$vakio$ (−1.94)

minen on epätodennäköisempää kuin muiden laitosten opiskelijoille, mutta muuten laitosten välillä ei ole mallissa juurikaan eroja opintojen etenemisessä. Muuttujalla $pass$ tai interaktioterminillä $aloit_ika_25:kesto$ ei ole mallissa 2 yhtään vaikutuksia.

Ennen vuotta 2005 aloittaneille opiskelijoille sovitetaan binääriset logistiset regressiomallit, joilla estimoidaan todennäköisyydet LuK- ja FM-tutkintojen suorittamiselle tiettyinä kalenterivuosina. Koska ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden osuus lähivuosien tutkintojen lukumäärissä on oletettavasti hyvin pieni, heidän kohdallaan käytetään yksinkertaisuuden vuoksi frekventistisiä malleja, toisin kuin vuonna 2005 ja sen jälkeen aloittaneiden opiskelijoiden kohdalla. Mallien regressiokertoimet estimoidaan IRLS-menetelmällä (*iteratively reweighted least squares*) käyttäen R-ohjelmistoon kuuluvaa `glm`-funktia (Green, 1984; R Core Team, 2017). Estimaatit on esitetty taulukossa 23. Jatkuva muuttuja $aloitus$ (opintojen aloitusvuosi) oli keskistetty vuodella 2000 ja muuttuja $vuosi$ (nykyinen vuosi) oli keskistetty vuodella 2012. Tällöin vuonna 2000 bio- ja ympäristötieteiden laitoksella aloittaneen opiskelijan LuK-todennäköisyys vuonna 2012 saadaan vakioilla ($\text{invlogit}(-4.533) = 0.011$). Todennäköisyys kasvaa, kun opintojen aloitusvuotta kasvatetaan, ja todennäköisyys puolestaan pienenee, kun nykyistä vuotta kasvatetaan. Esimerkiksi vuonna 2000 bio- ja ympäristötieteiden laitoksella aloittaneelle opiskelijalle vuosien 2016, 2017 ja 2018 LuK-todennäköisyydet ovat 0.003, 0.002 ja 0.001, kun taas vuonna 2004 aloittaneelle opiskelijalle vastaavat todennäköisyydet ovat 0.020, 0.014 ja 0.010. Sekä fysiikan, kemian että matematiikan ja tilastotieteen laitokseen kuulumisella on todennäköisyyksiä pienentävät vaikutukset, jolloin siis bio- ja ympäristötieteiden laitoksen opiskelijalla on parhaat todennäköisyydet LuK-tutkinnon suorittamiselle.

Ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden FM-todennäköisyyksiä tarkastellessa nähdään, että vakiotodennäköisyys on käytännössä nolla ($\text{invlogit}(-8.036) < 0.001$). Tämä johtuu siitä, että tällaisella opiskelijalla ei ole LuK-tutkintoa. Jos opiskelijalla on LuK-tutkinto, todennäköisyys paranee huomattavasti ($\text{invlogit}(-8.036 + 6.369) = 0.159$). Opiskelijan opintojen aloitusvuoden kasvulla on jälleen todennäköisyyttä kasvattava vaikutus ja nykyisen vuoden kasvulla todennäköisyyttä pienentävä vaikutus. Vuonna 2000 bio- ja ympäristötieteiden laitoksella aloittaneen

Taulukko 23: Ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden LuK- ja FM-todennäköisyyksiä selittävät mallit.

(a) LuK-todennäköisyyttä selittävän mallin kertoimet.

muuttuja	kerroin	keskivirhe	p-arvo
<i>vakio</i>	-4.544	0.161	< 0.001
<i>laitosF</i>	-0.625	0.160	< 0.001
<i>laitosK</i>	-0.856	0.183	< 0.001
<i>laitosM</i>	-0.619	0.158	< 0.001
<i>aloitus</i>	0.522	0.038	< 0.001
<i>vuosi</i>	-0.359	0.031	< 0.001

(b) FM-todennäköisyyttä selittävän mallin kertoimet.

muuttuja	kerroin	keskivirhe	p-arvo
<i>vakio</i>	-8.036	0.350	< 0.001
<i>luk</i>	6.369	0.328	< 0.001
<i>laitosF</i>	0.683	0.185	< 0.001
<i>laitosK</i>	-0.265	0.178	0.135
<i>laitosM</i>	0.404	0.175	0.021
<i>aloitus</i>	0.198	0.036	< 0.001
<i>vuosi</i>	-0.261	0.031	< 0.001

LuK-tutkinnon suorittaneen opiskelijan FM-todennäköisyydet vuosille 2016, 2017 ja 2018 ovat 0.062, 0.049 ja 0.038, kun taas vuonna 2004 aloittaneelle opiskelijalle vastaavat todennäköisyydet ovat 0.128, 0.102 ja 0.080. Toisin kuin LuK-todennäköisyyden kohdalla, sekä fysiikan että matematiikan ja tilastotieteen laitokselle kuulumisen kasvattaa FM-todennäköisyyttä. Kemian laitoksella ei ole tilastollisesti merkitsevää vaikutusta.

4.4 Tutkintojen lukumäärien ennusteet

Opiskelijoiden siirtymiä ennustetaan vuosille 2016, 2017 ja 2018. Koko aineiston täydentäminen vuoden 2016 osalta olisi osoittautunut työlääksi, joten tutkintoennusteiden parantamiseksi haettiin ainoastaan tiedot vuonna 2016 tutkintoja suorittaneista opiskelijoista. Tätä tietoa hyödynnetään siten, että maisterin tutkinnon vuonna 2016 saaneet opiskelijat siirretään suoraan maisterin tutkintoa indikoivaan tilaan ja lopuille opiskelijoille arvotaan vuoden 2016 tilasiirtymät siten, että siirtymää ei tehdä maisterin tutkintoa indikoivaan tilaan. Puolestaan LuK-tutkinnon vuonna 2016 saaneille opiskelijoille arvotaan tilasiirtymät siten, että opiskelijan vuoden 2016 tilassa LuK-tutkinto on opintopistekertymän perusteella mahdollinen. Lopuille opiskelijoille ei arvota LuK-tutkintoja vuodelle 2016.

Vuodelle 2016 haettiin myös tiedot ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneista opiskelijoista, jotta heidät voidaan sisällyttää tutkintoennusteisiin. Heidän oletetaan olevan merkittävä osa vuoden 2018 maisterivaiheesta aloittaneiden

opiskelijoiden tutkintoennustetta, koska maisteriopintojen tavoiteajaksi on asetettu kaksi lukuvuotta. Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittavien opiskelijoiden kohdalla ei oleteta törmättävän vastaavaan ongelmaan, koska LuK-tutkinnon tavoiteaika on kolme lukuvuotta.

Ennusteet tehdään vuosille 2016–2018 alemmasta ja ylemmästä korkeakoulututkinnosta aloittaneille opiskelijoille jokaisella mallilla (malli 1, malli 2 ja malli 3) kahdesti siten, että vuonna 2016 havaittuja tutkintoja ei oteta huomioon ja että vuoden 2016 tutkinnot otetaan huomioon. Ennen vuotta 2005 aloittaneille opiskelijoille ennusteet tehdään vain vuosille 2017 ja 2018 ja vuonna 2016 raportoidaan aina aineistossa havaittujen tutkintojen lukumäärät. Toisin kuin vuonna 2005 ja sen jälkeen aloittaneiden opiskelijoiden kohdalla, ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden ennusteissa käytetään aina samoja taulukossa 23 esitettyjä malleja. Vuosien 2016–2018 ennusteet koko aineistolle eri malleja käyttäen on esitetty LuK-tutkinnoille taulukossa 24 ja FM-tutkinnoille taulukossa 25.

Tarkasteltaessa LuK-tutkintoihin liittyviä ennusteita nähdään, että pelkät vakiovaikutukset sisältävä malli (malli 3) aliestimoi vuoden 2016 tutkintojen lukumäärät silloin kun vuoden 2016 tutkintotietoja ei hyödynnetä. Vuodelle 2016 on havaittu 166 tutkintoa ja vakiomallin ennuste on 144 tutkintoa. Tämä selittynee osittain sillä, että suurin osa opetusaineistoon kuuluvista opiskelijoista on aloittanut opintonsa ennen vuotta 2011, jolloin opiskelijoiden opintotukea ei oltu jaettu erikseen alemmaa ja ylempää korkeakoulututkintoa varten. Nyt kun vakiomallissa ei oteta huomioon opintojen aloitusvuotta muuttujalla *aloit_ennen_2011*, vuoden 2011 jälkeen aloittaneiden opiskelijoiden mahdollisesti nopeampaa LuK-tutkinnon suorittamisnopeus ei näy ennusteissa. Tästä seuraa se, että LuK-tutkintojen lukumäärät aliestimoituvat, koska oletettavasti vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneet opiskelijat ovat iso osa vuonna 2016 LuK-tutkinnon suorittaneista opiskelijoista.

Prediktoreita hyödyntävät mallit 1 ja 2 estimoivat vuoden 2016 LuK-tutkinnot mallia 3 paremmin. Vuodelle 2016 on aineistossa 166 LuK-tutkintoa ja mallin 1 estimaatti on 158 tutkintoa ja mallin 2 estimaatti 161 tutkintoa. Voidaan siis kuvitella, että nämä kaksi mallia soveltuvat paremmin myös vuosien 2017 ja 2018 LuK-tutkintojen estimoimiseen. Mallien antamien LuK-ennusteiden välillä ei ole suuria eroavaisuuksia, mutta mallin 2 ennusteiden hajonta on pienempää kuin kaikkien mahdollisten vaikutusten mallin 1 ennusteiden.

Sekä mallin 1 että 2 antamien ennusteiden perusteella LuK-tutkintojen lukumäärät tulevat vuosina 2017 ja 2018 laskemaan aiempien vuosien lukumääristä. Kun vuosina 2014–2016 on havaittu 170, 163 ja 166 LuK-tutkintoa, malli 2 estimoivat vuodelle 2017 155 LuK-tutkintoa ja vuodelle 2018 vain 135 LuK-tutkintoa. Ilmiötä selittää mahdollisesti se, että viime vuosina LuK-tutkintoja ovat suorittaneet sekä ennen vuotta 2011 aloittaneet opiskelijat että vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneet opiskelijat. Ennen vuotta 2011 aloittaneilla opiskelijoilla opintotukea ei oltu jaettu erikseen alemmaa ja ylempää korkeakoulututkintoa varten, kun puolestaan vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneilla opiskelijoilla on kandidaatin tutkintoa varten käytössään vähemmän tukikuukausia. Tästä seurasi se, että sekä ennen vuotta 2011 aloittaneet opintojaan päättävät opiskelijat että vuonna 2011 ja sen jälkeen tavoiteajassa etenevät opiskelijat suorittivat LuK-tutkintoja. Vuosina 2017 ja 2018 suurin osa ennen vuotta 2011 aloittaneista opiskelijoista, jotka suorittavat opintonsa lop-

Taulukko 24: LuK-tutkintoennusteiden pyöristetyt keskiarvot eri malleja käyttäen. Mallit on esitelty kappaleessa 4.3. Tähti (*) mallin nimen perässä merkitsee, että ennusteissa on otettu huomioon vuonna 2016 havaitut tutkinnot. Arvo LuK_A on vuonna 2005 ja sen jälkeen alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden LuK-ennuste, LuK_E on ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden LuK-ennuste ja LuK_T on näiden kahden ennusteen yhdiste. Suluissa on esitetty ennusteiden keskihajonnat. Ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden vuoden 2016 tutkintojen lukumäärä on aina aineistossa havaittu lukumäärä.

	2016	2017	2018
Malli 1	LuK_A : 152 (11.01)	LuK_A : 139 (11.35)	LuK_A : 127 (11.32)
	LuK_E : 6 (–)	LuK_E : 8 (2.77)	LuK_E : 8 (2.81)
	LuK_T : 158 (11.01)	LuK_T : 147 (11.69)	LuK_T : 134 (11.67)
Malli 1*	LuK_A : 160 (–)	LuK_A : 145 (11.47)	LuK_A : 126 (11.52)
	LuK_E : 6 (–)	LuK_E : 8 (2.77)	LuK_E : 8 (2.81)
	LuK_T : 166 (–)	LuK_T : 153 (11.79)	LuK_T : 134 (11.88)
Malli 2	LuK_A : 155 (10.40)	LuK_A : 140 (10.85)	LuK_A : 127 (11.08)
	LuK_E : 6 (–)	LuK_E : 8 (2.77)	LuK_E : 8 (2.81)
	LuK_T : 161 (10.40)	LuK_T : 148 (11.15)	LuK_T : 135 (11.43)
Malli 2*	LuK_A : 160 (–)	LuK_A : 148 (10.96)	LuK_A : 128 (10.97)
	LuK_E : 6 (–)	LuK_E : 8 (2.77)	LuK_E : 8 (2.81)
	LuK_T : 166 (–)	LuK_T : 155 (11.26)	LuK_T : 135 (11.29)
Malli 3	LuK_A : 138 (9.51)	LuK_A : 140 (10.71)	LuK_A : 139 (11.12)
	LuK_E : 6 (–)	LuK_E : 8 (2.77)	LuK_E : 8 (2.81)
	LuK_T : 144 (9.51)	LuK_T : 147 (11.01)	LuK_T : 146 (11.42)
Malli 3*	LuK_A : 160 (–)	LuK_A : 142 (10.25)	LuK_A : 134 (11.20)
	LuK_E : 6 (–)	LuK_E : 8 (2.77)	LuK_E : 8 (2.81)
	LuK_T : 166 (–)	LuK_T : 150 (10.52)	LuK_T : 141 (11.51)

Taulukko 25: FM-tutkintoennusteiden pyöristetyt keskiarvot eri malleja käyttäen. Mallit on esitelty kappaleessa 4.3. Tähti (*) mallin nimen perässä merkitsee, että ennusteissa on otettu huomioon vuonna 2016 havaitut tutkinnot. Arvo FM_A on vuonna 2005 ja sen jälkeen alemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden FM-ennuste, FM_Y on vuonna 2005 ja sen jälkeen ylemmasta korkeakoulututkinnosta aloittaneiden opiskelijoiden FM-ennuste, FM_E on ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden FM-ennuste ja FM_T on näiden kolmen ennusteen yhdiste. Suluissa on esitetty ennusteiden keskihajonnat. Ennen vuotta 2005 aloittaneiden opiskelijoiden vuoden 2016 tutkintojen lukumäärä on aina aineistossa havaittu lukumäärä.

	2016		2017		2018	
Malli 1	FM_A :	121 (9.31)	FM_A :	123 (10.23)	FM_A :	117 (10.89)
	FM_Y :	24 (4.23)	FM_Y :	23 (4.59)	FM_Y :	23 (4.59)
	FM_E :	12 (–)	FM_E :	10 (2.99)	FM_E :	10 (3.07)
	FM_T :	157 (10.15)	FM_T :	157 (11.52)	FM_T :	150 (12.45)
Malli 1*	FM_A :	114 (–)	FM_A :	126 (10.16)	FM_A :	120 (10.92)
	FM_Y :	25 (–)	FM_Y :	23 (4.47)	FM_Y :	22 (4.56)
	FM_E :	12 (–)	FM_E :	10 (2.99)	FM_E :	10 (3.07)
	FM_T :	151 (–)	FM_T :	159 (11.56)	FM_T :	152 (12.17)
Malli 2	FM_A :	118 (9.22)	FM_A :	125 (10.14)	FM_A :	123 (10.53)
	FM_Y :	24 (4.20)	FM_Y :	24 (4.64)	FM_Y :	23 (4.65)
	FM_E :	12 (–)	FM_E :	10 (2.99)	FM_E :	10 (3.07)
	FM_T :	155 (10.26)	FM_T :	159 (11.52)	FM_T :	157 (11.96)
Malli 2*	FM_A :	114 (–)	FM_A :	127 (9.97)	FM_A :	125 (10.70)
	FM_Y :	25 (–)	FM_Y :	23 (4.49)	FM_Y :	23 (4.65)
	FM_E :	12 (–)	FM_E :	10 (2.99)	FM_E :	10 (3.07)
	FM_T :	151 (–)	FM_T :	161 (11.36)	FM_T :	158 (12.22)
Malli 3	FM_A :	110 (8.74)	FM_A :	122 (9.76)	FM_A :	127 (10.98)
	FM_Y :	24 (4.24)	FM_Y :	25 (4.79)	FM_Y :	24 (4.68)
	FM_E :	12 (–)	FM_E :	10 (2.99)	FM_E :	10 (3.07)
	FM_T :	146 (9.73)	FM_T :	157 (11.20)	FM_T :	162 (12.33)
Malli 3*	FM_A :	114 (–)	FM_A :	121 (9.96)	FM_A :	128 (10.68)
	FM_Y :	25 (–)	FM_Y :	24 (4.57)	FM_Y :	24 (4.71)
	FM_E :	12 (–)	FM_E :	10 (2.99)	FM_E :	10 (3.07)
	FM_T :	151 (–)	FM_T :	156 (11.36)	FM_T :	162 (12.07)

puun, ovat jo oletettavasti valmistuneet, jolloin tutkintoja saadaan pääsääntöisesti vain opiskelijoita, jolle kandidaatin tutkintoa varten on varattu vähemmän tuki-kuukausia.

FM-tutkintoennusteiden kohdalla ei ole yhtä merkittävää eroa vakiomallin (malli 3) ja prediktoreita hyödyntävien mallien välillä (mallit 1 ja 2). Aineistossa on vuodelle 2016 yhteensä 151 FM-tutkintoa ja mallin 1 ennuste vuodelle 2016 on 157 FM-tutkintoa, mallin 2 ennuste on 155 FM-tutkintoa ja mallin 3 ennuste on 146 FM-tutkintoa. Lähimmäksi havaittua tutkintojen lukumäärää pääsee malli 2, joka sisälsi prediktorivaikutukset, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa. Otettaessa huomioon vuonna 2016 havaitut tutkinnot, mallin 2 FM-ennusteet vuosille 2017 ja 2018 ovat 161 ja 158. Vuosina 2014–2016 aineistossa on havaittu 130, 141 ja 151 FM-tutkintoa, joten ennusteen perusteella FM-tutkintoja tullaan suorittamaan enemmän kuin aiempina vuosina.

On mielenkiintoista, että tulosten tarkkuudella ei ole juurikaan eroa vakiomallin ja prediktoreita hyödyntävien mallien välillä niin LuK- kuin FM-ennusteidenkaan kohdalla. Tähän vaikuttanee se, että suurin osa prediktoreita hyödyntävien mallien vaikutuksista, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa, liittyvät opintojen alkuvaiheessa olevien siirtymien estimointiin (liitetaulukko A1). Puolestaan opintojen loppupuolella vaikutuksia, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa, on vähemmän, mikä voi johtua muun muassa opetusdatan pienemmästä määrästä. On myös helppo kuvitella, että opiskelijoiden ominaisuuksilla on enemmän vaikutusta opintojen alkuvaiheessa kuin loppuvaiheessa, mikä näkyy vaikutusten painotumisena opintojen alkupuolelle. Tästä seuraa se, että vakiomallin ja prediktorimallien välinen ero on pieni opintojen loppupuolella olevia siirtymiä estimoidessa. Lähivuosien tutkintoestimaattien kohdalla juuri nämä opintojen loppupuolelle kuuluvat siirtymät ovat isossa roolissa, ja jos vakiomallin ja prediktorimallien välillä ei ole opintojen loppuvaiheessa suurta eroa, ero ennusteidenkin välillä on oletettavasti pieni.

Tarkastellaan vielä mallin 2 antamia laitoskohtaisia ennusteita vuosille 2016, 2017 ja 2018. Ennusteet on esitetty taulukossa 26 sekä tapauksessa, jossa vuonna 2016 havaittuja tutkintoja ei oteta huomioon, että tapauksessa, jossa vuoden 2016 tutkinnot otetaan huomioon. Vertailun vuoksi laitoskohtaiset havaitut tutkintojen lukumäärät vuosille 2005–2016 oli esitetty taulukoissa 1 ja 2.

Tutkittaessa vuoden 2016 tutkintoennusteita nähdään, että laitoskohtaiset ennusteet vastaavat melko hyvin havaittuja tutkintojen lukumääriä. Suurimmat poikkeamat ovat bio- ja ympäristötieteiden laitoksen LuK-ennuste 45 ja fysiikan laitoksen LuK-ennuste 46, kun havaitut lukumäärät ovat 50 ja 40. Tieto vuonna 2016 havaituista tutkinnoista ei näyttäisi vaikuttavan merkittävästi vuosien 2017 ja 2018 ennusteisiin tai niiden luottoväleihin. Seuraavat tulkinnot perustuvat ennusteisiin, jotka hyödyntävät tietoa vuonna 2016 havaituista tutkinnoista.

Vuosien 2017 ja 2018 ennusteita tarkastellessa nähdään, että LuK-tutkintojen kohdalla sekä bio- ja ympäristötieteiden laitoksella että kemian laitoksella odotettujen tutkintojen lukumäärät laskevat keskimäärin noin kymmenellä LuK-tutkinnotta vuoteen 2018 mennessä. Vuosina 2014–2016 bio- ja ympäristötieteiden laitoksella suoritettiin 50, 51 ja 50 LuK-tutkintoa ja kemian laitoksella 36, 48 ja 42 LuK-tutkintoa. Ennusteiden mukaan vuosina 2017 ja 2018 suoritetaan bio- ja

Taulukko 26: Tutkintojen lukumäärien pyöristetyt ennustekeskisarvot laitoksittain käyttäen mallia 2, johon on valittu vain ne vaikutukset, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa kaikkien vaikutusten mallissa 1. Suluissa on esitetty ennusteiden 90 %:n Bayes-luottovälit.

(a) Ennusteet ilman tietoa vuonna 2016 havaituista tutkinnoista.

		bio- ja		matematiikan ja		tiedekunta
		ympäristötieteiden laitos	fysiikan laitos	kemian laitos	tilastotieteen laitos	yhteensä
2016	LuK	45 (37, 54)	46 (37, 55)	38 (30, 45)	32 (25, 40)	161 (144, 178)
	FM	58 (49, 68)	40 (32, 48)	29 (23, 36)	28 (21, 34)	155 (138, 172)
2017	LuK	45 (35, 55)	39 (30, 48)	32 (24, 40)	32 (24, 40)	148 (129, 166)
	FM	57 (46, 69)	39 (30, 48)	34 (26, 43)	29 (21, 37)	159 (141, 178)
2018	LuK	42 (33, 53)	34 (25, 44)	29 (20, 37)	30 (21, 38)	135 (117, 154)
	FM	56 (44, 67)	38 (29, 48)	35 (26, 44)	28 (21, 37)	157 (137, 176)

(b) Ennusteet siten, että hyödynnetään tietoa vuonna 2016 havaituista tutkinnoista.

		bio- ja		matematiikan ja		tiedekunta
		ympäristötieteiden laitos	fysiikan laitos	kemian laitos	tilastotieteen laitos	yhteensä
2016	LuK	50	40	42	34	166
	FM	55	36	30	30	151
2017	LuK	44 (35, 54)	44 (35, 53)	32 (24, 40)	35 (27, 43)	155 (137, 174)
	FM	59 (48, 70)	41 (33, 50)	33 (25, 42)	27 (20, 35)	161 (142, 180)
2018	LuK	42 (32, 52)	35 (26, 45)	29 (21, 37)	30 (21, 38)	135 (117, 154)
	FM	56 (45, 68)	38 (29, 48)	34 (26, 43)	29 (21, 37)	158 (139, 179)

ympäristötieteiden laitoksella 44 ja 42 LuK-tutkintoa ja kemian laitoksella 32 ja 29 LuK-tutkintoa.

Fysiikan laitoksen ja matematiikan ja tilastotieteen laitoksen ennusteissa ei havaita LuK-tutkintojen kohdalla samanlaisia laskevia trendejä. Näiden laitosten kohdalla odotetut LuK-tutkintojen lukumäärät pysyvät samalla tasolla kuin aiempina vuosina. Vuosina 2014–2016 fysiikan laitoksella on havaittu 51, 30 ja 40 LuK-tutkintoa ja matematiikan ja tilastotieteen laitoksella on havaittu 33, 34 ja 34 LuK-tutkintoa. Vuoden 2016 tutkinnot huomioivan ennusteen perusteella vuosina 2017 ja 2018 fysiikan laitoksella suoritetaan 44 ja 35 LuK-tutkintoa ja matematiikan ja tilastotieteen laitoksella suoritetaan 35 ja 30 LuK-tutkintoa.

Vuosien 2017 ja 2018 maisterin tutkintojen ennusteita tarkasteltaessa nähdään, että laitoskohtaisissa tutkintojen lukumäärissä ei ole juurikaan odotettavissa aiemmista vuosista poikkeavia trendejä. Bio- ja ympäristötieteiden laitoksella on vuosina 2014–2016 havaittu 46, 56 ja 55 FM-tutkintoa ja ennuste vuosille 2017 ja 2018 on 59 ja 56 FM-tutkintoa. Fysiikan laitoksella on puolestaan vuosina 2014–2016 havaittu 24, 25, 36 FM-tutkintoa ja ennuste vuosille 2017 ja 2018 on 41 ja 38. Näyttäisi, että fysiikan laitoksella vuonna 2016 havaittu piikki FM-tutkintojen lukumäärissä jatkuu myös vuosille 2017 ja 2018. Kemian laitoksella aiempien vuosien FM-tutkintojen lukumäärät ovat 29, 33 ja 30 ja tutkintojen ennusteet vuosille 2017 ja 2018 ovat 33 ja 34. Matematiikan ja tilastotieteen laitoksella on aiempina vuosina suoritettu 31, 27 ja 30 FM-tutkintoa ja ennusteet ovat 27 ja 29 FM-tutkintoa.

4.5 Opiskelijoiden vertailua

Vertaillaan erilaisten opiskelijoiden todennäköisyyksiä sille, että LuK- tai FM-tutkinto on suoritettu, kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut kolme, viisi ja seitsemän vuotta. Todennäköisyydet lasketaan siten, että prediktiorivoiltaan erilaisten opiskelijoiden opintoja mallinnetaan opintojen alusta seitsemän vuotta eteenpäin käyttäen vuorolla jokaisen iteraation regressiokertoimia estimoiduista MCMC-ketjuista. Tällöin saadaan 3000 ennustetta opiskelijan opintojen etenemiselle ja todennäköisyydet saadaan laskemalla, mitkä olivat LuK- ja FM-tutkinnonsuorittamisen osuudet eri vuosina. Luottamusvälit todennäköisyyksille saadaan siten, että simulaatiot yli MCMC-ketjujen suoritetaan 1000 kertaa, jolloin saadaan 1000 kappaleen otokset tutkinnonsuorittamistodennäköisyyksistä jokaiselle opiskelijalle. Todennäköisyyksien ja niiden luottamusvälien laskenta kesti yhteensä noin viisi vuorokautta.

Vertailtavia opiskelijoita on yhteensä 32, ja opiskelijat määritellään laitoksen, opettajankoulutukseen valinnan, lahjakkuuden ja toisen asteen koulutuksen ja yliopisto-opintojen välisen viiveen perusteella. Opiskelija on määritelty lahjakkaaksi, jos hän on ylioppilaskirjoituksissa kirjoittanut matematiikan pitkän oppimäärän mukaan ja hänen matematiikan ja äidinkielen ylioppilasarvosanansa ovat L tai E. Viive toisen asteen koulutuksen ja yliopisto-opintojen välillä tarkoittaa, että opiskelija on opintojen alussa vähintään 21-vuotias, eli muuttuja *aloit_ika_21* saa arvon yksi. Jokainen tarkasteltava opiskelija on aloittanut opintonsa vuonna 2011 tai sen jälkeen, eli muuttuja *aloit_ennen_2011* saa aina arvon nolla. Jokainen opiskelija aloittaa opintonsa siten, että opintojen aloitusvuoden päätteeksi opiskelija siirtyy

tilaan *v1_yli0*, eli opiskelija saa opintojensa aloitusvuotena opintopisteitä. Opiskelijakohtaiset LuK-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet on esitetty taulukossa 27 ja FM-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet taulukossa 28.

Tarkastellaan ensin LuK-tutkinnon suorittamistodennäköisyyksiä. Kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut kolme vuotta (jolloin esimerkiksi syksyllä aloittanut opiskelija on opiskellut kolme ja puoli vuotta), LuK-todennäköisyydet ovat vielä hyvin pieniä (taulukko 27a). Todennäköisyydet ovat parhaimmillaankin vain muutamana prosentina suuruisia. Suurin ero LuK-todennäköisyyksissä nähdään lahjakkaiden ja ei-lahjakkaiden opiskelijoiden välillä. Bio- ja ympäristötieteiden laitoksella opiskelevilla opiskelijoilla on parhaimmat todennäköisyydet nopealle LuK-tutkinnon suorittamiselle, kun taas sekä kemian että matematiikan ja tilastotieteen laitosten opiskelijoiden LuK-todennäköisyydet ovat pienimmät. On mielenkiintoista, että kolmen vuoden kohdalla viive opintojen alussa ei vielä vaikuta LuK-todennäköisyyksiin: todennäköisyyksillä ei ole eroa opiskelijoiden välillä, jotka aloittavat opintonsa viiveellä ja jotka eivät aloita viiveellä. Tämän lisäksi on huomionarvoista, että opiskelijoilla, joita ei ole valittu opettajankoulutukseen, on keskimäärin lievästi paremmat todennäköisyydet LuK-tutkinnon suorittamiselle silloin, kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut kolme vuotta.

Kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut viisi vuotta, LuK-todennäköisyydet ovat huomattavasti edeltävää tapausta paremmat (taulukko 27b). Tällä kertaa viive opintojen alussa vaikuttaa huomattavasti LuK-todennäköisyyksiin: opiskelijat, joilla ei ole viivettä, ovat todennäköisemmin suorittaneet LuK-tutkinnon viisi vuotta opintojen aloitusvuoden jälkeen. Toisin kuin kolmen vuoden kohdalla, tällä kertaa opettajankoulutukseen valinta näyttäisi vaikuttavan useimpien opiskelijoiden kohdalla positiivisesti LuK-todennäköisyyteen. Myös opiskelijan lahjakkuus vaikuttaa positiivisesti LuK-todennäköisyyteen, kuten kolmen vuoden kohdalla.

FM-todennäköisyydet viiden vuoden päästä opintojen aloitusvuodesta (taulukko 28a) ovat pienemmät kuin saman vuoden LuK-todennäköisyydet. FM-todennäköisyydet ovat suurimmat bio- ja ympäristötieteiden laitoksella ja puolestaan pienimmät kemian laitoksella. Opiskelijoiden ominaisuuksien vaikutukset todennäköisyyteen ovat samanlaisia kuin LuK-todennäköisyyksien: opettajankoulutukseen valinta, viiveetön opintojen aloitus sekä lahjakkuus parantavat opiskelijan todennäköisyyksiä FM-tutkinnon suorittamiselle tavoiteajassa, jonka katsotaan olevan viisi vuotta.

Siirryttäessä tarkastelemaan tutkintojen suoritustodennäköisyyksiä seitsemän vuotta opintojen aloituksesta, voidaan nähdä, että todennäköisyyksillä on vain pienet erot LuK- ja FM-tutkintojen välillä (taulukot 27c ja 28b). Tämä tarkoittaa sitä, että lähes kaikki opiskelijat, jotka ovat suorittaneet LuK-tutkinnon tähän mennessä, ovat myös suorittaneet FM-tutkinnon. LuK- ja FM-todennäköisyyksien pienet erot eivät näyttäisi myöskään riippuvan opiskelijan ominaisuuksista, jolloin todennäköisyyksien pieni ero on havaittavissa kaikilla vertailtavilla opiskelijoilla. Suurin todennäköisyys FM-tutkinnon suorittamiselle on bio- ja ympäristötieteiden laitoksella ilman viivettä aloittaneella opettajankoulutukseen valitulla opiskelijalla, joka on myös todettu lahjakkaaksi. Vastaavasti heikoin todennäköisyys on estimoitu kemian laitoksen opiskelijalle, joka on aloittanut opintonsa 21-vuotiaana tai van-

Taulukko 27: Erilaisten opiskelijoiden simuloidut todennäköisyydet LuK-tutkinnon suorittamiselle, kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut kolme, viisi ja seitsemän vuotta. Suluissa on esitetty simuloidut 95 %:n luottamusvälit.

(a) LuK-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut kolme vuotta.

		bio- ja ympäristötieteiden laitos		fysiikan laitos		kemian laitos		matematiikan ja tilastotieteen laitos	
		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus	
		kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei
lahjakas	kyllä	0.029 (0.024, 0.036)	0.034 (0.028, 0.040)	0.021 (0.016, 0.026)	0.024 (0.019, 0.030)	0.016 (0.011, 0.020)	0.017 (0.012, 0.022)	0.015 (0.011, 0.020)	0.018 (0.013, 0.023)
	viive kyllä	0.028 (0.023, 0.034)	0.032 (0.026, 0.038)	0.020 (0.015, 0.025)	0.022 (0.017, 0.027)	0.015 (0.011, 0.019)	0.015 (0.011, 0.020)	0.014 (0.010, 0.018)	0.016 (0.012, 0.021)
ei	viive ei	0.016 (0.012, 0.021)	0.018 (0.014, 0.023)	0.008 (0.005, 0.012)	0.010 (0.006, 0.013)	0.007 (0.004, 0.011)	0.008 (0.005, 0.012)	0.010 (0.007, 0.014)	0.012 (0.008, 0.016)
	kyllä	0.015 (0.011, 0.020)	0.017 (0.012, 0.022)	0.008 (0.005, 0.011)	0.008 (0.005, 0.012)	0.007 (0.004, 0.010)	0.007 (0.005, 0.011)	0.010 (0.006, 0.013)	0.011 (0.008, 0.015)

(b) LuK-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut viisi vuotta.

		bio- ja ympäristötieteiden laitos		fysiikan laitos		kemian laitos		matematiikan ja tilastotieteen laitos	
		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus	
		kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei
lahjakas	kyllä	0.312 (0.295, 0.328)	0.313 (0.297, 0.330)	0.244 (0.229, 0.259)	0.224 (0.209, 0.239)	0.221 (0.206, 0.237)	0.204 (0.190, 0.219)	0.205 (0.190, 0.219)	0.193 (0.180, 0.208)
	viive kyllä	0.281 (0.265, 0.297)	0.280 (0.265, 0.296)	0.216 (0.202, 0.230)	0.196 (0.183, 0.210)	0.199 (0.184, 0.214)	0.182 (0.169, 0.196)	0.178 (0.164, 0.193)	0.166 (0.153, 0.180)
ei	viive ei	0.223 (0.208, 0.238)	0.229 (0.214, 0.244)	0.152 (0.139, 0.164)	0.146 (0.133, 0.158)	0.153 (0.140, 0.167)	0.147 (0.134, 0.159)	0.152 (0.138, 0.164)	0.142 (0.129, 0.155)
	kyllä	0.194 (0.180, 0.208)	0.197 (0.183, 0.211)	0.127 (0.115, 0.139)	0.119 (0.108, 0.130)	0.133 (0.121, 0.145)	0.126 (0.114, 0.138)	0.128 (0.117, 0.139)	0.118 (0.107, 0.130)

(c) LuK-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut seitsemän vuotta.

		bio- ja ympäristötieteiden laitos		fysiikan laitos		kemian laitos		matematiikan ja tilastotieteen laitos	
		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus	
		kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei
lahjakas	kyllä	0.476 (0.458, 0.494)	0.433 (0.416, 0.450)	0.393 (0.374, 0.411)	0.330 (0.313, 0.346)	0.341 (0.324, 0.357)	0.287 (0.272, 0.304)	0.370 (0.353, 0.389)	0.315 (0.299, 0.331)
	viive kyllä	0.429 (0.413, 0.447)	0.388 (0.371, 0.404)	0.350 (0.333, 0.367)	0.289 (0.273, 0.306)	0.307 (0.292, 0.325)	0.258 (0.242, 0.273)	0.326 (0.308, 0.342)	0.273 (0.257, 0.288)
ei	viive ei	0.384 (0.367, 0.402)	0.349 (0.333, 0.366)	0.296 (0.281, 0.311)	0.251 (0.236, 0.266)	0.275 (0.259, 0.290)	0.233 (0.218, 0.248)	0.318 (0.302, 0.334)	0.265 (0.250, 0.281)
	kyllä	0.336 (0.320, 0.355)	0.304 (0.288, 0.321)	0.249 (0.234, 0.264)	0.210 (0.195, 0.224)	0.241 (0.225, 0.257)	0.205 (0.191, 0.219)	0.272 (0.256, 0.289)	0.223 (0.209, 0.239)

Taulukko 28: Erilaisten opiskelijoiden simuloitua todennäköisyyttä FM-tutkinnon suorittamiselle, kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut kolme, viisi ja seitsemän vuotta. Suluissa on esitetty simuloitua 95 %:n luottamusväliä.

(a) FM-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut viisi vuotta.

		bio- ja ympäristötieteiden laitos		fysiikan laitos		kemian laitos		matematiikan ja tilastotieteen laitos			
		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus			
		kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei		
lahjakas	kyllä	viive	ei	0.200 (0.186, 0.214)	0.178 (0.165, 0.192)	0.173 (0.159, 0.188)	0.144 (0.130, 0.156)	0.135 (0.124, 0.147)	0.112 (0.100, 0.124)	0.157 (0.144, 0.169)	0.132 (0.120, 0.144)
			kyllä	0.162 (0.150, 0.175)	0.141 (0.129, 0.154)	0.142 (0.130, 0.155)	0.115 (0.104, 0.127)	0.110 (0.099, 0.122)	0.089 (0.079, 0.099)	0.128 (0.117, 0.141)	0.105 (0.094, 0.116)
	ei	viive	ei	0.128 (0.115, 0.140)	0.110 (0.100, 0.121)	0.096 (0.086, 0.106)	0.079 (0.069, 0.088)	0.084 (0.073, 0.094)	0.069 (0.060, 0.079)	0.120 (0.109, 0.131)	0.096 (0.086, 0.107)
			kyllä	0.098 (0.088, 0.110)	0.083 (0.073, 0.093)	0.072 (0.064, 0.081)	0.057 (0.049, 0.066)	0.065 (0.056, 0.074)	0.052 (0.044, 0.060)	0.094 (0.083, 0.105)	0.074 (0.065, 0.084)

(b) FM-tutkinnon suorittamistodennäköisyydet kun opintojen aloitusvuodesta on kulunut seitsemän vuotta.

		bio- ja ympäristötieteiden laitos		fysiikan laitos		kemian laitos		matematiikan ja tilastotieteen laitos			
		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus		opettajankoulutus			
		kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei	kyllä	ei		
lahjakas	kyllä	viive	ei	0.474 (0.456, 0.492)	0.423 (0.406, 0.440)	0.392 (0.374, 0.410)	0.324 (0.307, 0.339)	0.339 (0.322, 0.356)	0.280 (0.263, 0.297)	0.372 (0.356, 0.390)	0.310 (0.293, 0.326)
			kyllä	0.424 (0.407, 0.442)	0.372 (0.355, 0.389)	0.346 (0.330, 0.363)	0.279 (0.264, 0.296)	0.304 (0.288, 0.322)	0.246 (0.230, 0.261)	0.325 (0.309, 0.343)	0.266 (0.250, 0.281)
	ei	viive	ei	0.383 (0.364, 0.400)	0.334 (0.317, 0.352)	0.294 (0.278, 0.311)	0.241 (0.227, 0.256)	0.274 (0.258, 0.290)	0.224 (0.209, 0.239)	0.321 (0.305, 0.338)	0.261 (0.244, 0.277)
			kyllä	0.331 (0.315, 0.347)	0.283 (0.267, 0.299)	0.246 (0.230, 0.260)	0.196 (0.182, 0.209)	0.239 (0.223, 0.255)	0.191 (0.178, 0.205)	0.274 (0.258, 0.290)	0.217 (0.203, 0.232)

hempana, minkä lisäksi hän ei ole mukana opettajankoulutusohjelmassa eikä hänen katsota olevan ylioppilasarvosanojensa perusteella lahjakas.

5 Pohdinta

Opiskelijoiden tietoja hyödyntäen tehtiin prediktiivisiä malleja, jotka antoivat järkeviä LuK- ja FM-tutkintojen lukumäärien ennusteita kalenterivuosille 2016–2018. Todettiin, että malli, joka sisältää vain ne vaikutukset, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nolaa, antoi parhaat tutkintoennusteet. Ennusteet eivät kuitenkaan juurikaan eronneet pelkät vakiotermit sisältävän mallin antamista tutkintoennusteista FM-tutkintojen kohdalla. Tämä johtui siitä, että opiskelijoiden opintojen etenemiseen liittyvät muuttujat vaikuttavat pääsääntöisesti vain opintojen alkuvaiheessa, jolloin opintojen loppuvaiheessa prediktorimalli ja vakiomalli eivät juurikaan eronneet toisistaan. Mallien välisten ennusteiden samankaltaisuus seuraa tästä, koska suurin osa lähivuosina suoritettavista FM-tutkinnoista saadaan juuri opintojensa loppupuolella olevilta opiskelijoilta.

Tästä voidaan myös päätellä, että opintojen etenemistä on vaikeampi ennustaa yksilötasolla opintojen lopussa kuin opintojen alussa. Tutkimuksessa käytetyistä prediktoreista vain opintojen kestolla ja LuK-tutkinnon suorittamista indikoivalla muuttujalla oli opintojen loppuvaiheessa paljon vaikutuksia, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisältäneet nolaa (liitetaulukot A1c ja A1f). Näiden vaikutusten vähyteen on voinut myös vaikuttaa opintojen loppupuolen tilasiirtymien estimointiin käytössä ollut pieni opetusaineisto. Voidaan miettiä, oltaisiinko laajemman aineiston avulla löydetty enemmän opintojen etenemistä selittäviä muuttujia myös opintojen lopusta. Opintojen loppuvaiheen tilasiirtymiin liittyvien regressiokertoimien estimointitarkkuuden parantamiseksi oltaisiin voitu mahdollisesti myös hyödyntää opintojen muissa vaiheissa tapahtuneiden vastaavien siirtymien informaatiota sekamallien avulla. Tällöin esimerkiksi siirtymään tilasta *v5_yli270* tilaan *v6_pass* liittyvien regressiokertoimien estimoinnissa oltaisiin voitu hyödyntää kaikkia havaittuja siirtymiä tiloista *vX_yliY* tiloihin *vX_pass*.

On harmillista, että tutkimuksessa käytettävä aineisto sisälsi suhteellisen suppeasti opiskelijoiden taustatietoja. Olisi ollut kiinnostavaa nähdä, millaisia vaikutuksia esimerkiksi opiskelijan sukupuolella olisi mallissa ollut. Viitanen (2016) on todennut, että miehillä on naisia suurempi opintojen keskeytymistodennäköisyys Metropolian ammattikorkeakoulussa, jossa suoritetaan kulttuuriin, liiketalouteen, sosiaali- ja terveysalaan sekä tekniikkaan liittyviä tutkintoja. Puolestaan Vallejos ja Steel (2017) ovat löytäneet, että tutkinnonsuorittamistodennäköisyyksiin vaikuttaa merkittävästi se, onko opiskelupaikka ollut opiskelijan ensisijainen hakutoive. Heidän tutkimuksessaan käytettävä aineisto koostui chileläisessä yliopistossa fysiikkaa, kemiaa, matematiikkaa ja tilastotiedettä opiskelleista opiskelijoista. On helppo kuvitella, että opiskelupaikan oleminen ensisijaisena hakutoiveena kertoo vahvasta motivaatiosta opiskeltavaa alaa kohtaan, mikä puolestaan näkyy kasvaneena tutkin nonsuorittamistodennäköisyytenä.

Edellä mainittujen muuttujien kohdalla löydetyt vaikutukset opintojen etenemiseen olisivat todennäköisesti keskittyneet opintojen alkuvaiheeseen, jolloin näiden muuttujien sisällyttäminen malliin ei olisi välttämättä parantanut lähivuosien tutkintoennusteita. Saatu informaatio olisi silti ollut hyödyllistä esimerkiksi opintojen alussa potentiaalisia tutkinnonsuorittajia tunnistettaessa.

On mahdollista, että tuloksissa esitetyt FM-tutkintojen ennusteet ovat lievästi yliestimoituja. Tätä on syytä epäillä, koska muuttujalla *aloit_ennen_2011* ja sen interaktiolla muuttujan *luk* kanssa ei ole opintojen loppupuolella vaikutuksia, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa. Näillä termeillä oli tarkoitus huomioida se, että ennen vuotta 2011 aloittaneet opiskelijat suorittivat LuK- ja FM-tutkinnot lähellä toisiaan, koska heille opintotukea ei oltu jaettu erikseen alemman ja ylemmän korkeakoulututkinnon suorittamista varten. Puolestaan vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneet opiskelijat joutuvat suorittamaan LuK-tutkinnon aikaisemmin opintotuen jatkumisen varmistamiseksi. Nyt kuitenkin prediktorimallissa ei ole löydetty eroja näiden kahden opiskelijaryhmän välillä. Tämä voi johtua siitä, että opetusaineistoa vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneista opiskelijoista on opintojen loppupuolella vähän verrattuna ennen vuotta 2011 aloittaneisiin opiskelijoihin, jolloin erot opiskelijoiden välillä eivät nouse esille. Tästä seuraa, että vuonna 2011 ja sen jälkeen aloittaneet opiskelijat saavat mallissa virheellisesti todellisuutta suuremman todennäköisyyden FM-tutkinnon suorittamiselle sen jälkeen, kun he ovat suorittaneet LuK-tutkinnon, mistä mahdollisesti voi seurata FM-tutkintojen lukumäärän yliestimointuminen.

Tutkielmassa esitellyssä mallissa opiskelijoiden tiloja määrittäviä opintopistekertymiä laskettaessa ei otettu huomioon sitä, suorittivatko opiskelijat omaan pääaineeseensa kuuluvia opintoja. Sellainen opiskelija, joka virallisesti opiskelee esimerkiksi fysiikan laitoksella, mutta suorittaa kurssejaan pääsääntöisesti toiselle tiedekunnalle, näyttäisi nyt mallin mukaan etenevät kohti tutkinnon suorittamista matemaattis-luonnontieteelliselle tiedekunnalle. Tämän seurauksena mallin antamat tiedekunnan tutkintojen lukumäärien ennusteet voivat yliestimoida. Mallin jatkokehityksessä voitaisiin opintojen etenemistä kuvaavia tiloja määrittellä uudelleen siten, että huomioidaan, ovatko opiskelijan kalenterivuotena suorittamat kurssit edistäneet hänen pääaineeseen katsotun alan opintoja. Tällöin myös opiskelijoiden mahdolliset pääaineen vaihdot tiedekunnan sisällä tulisi ottaa mallissa huomioon.

Mallissa ei myöskään huomioida opiskelijoiden kurssiarvosanoilla mitattua opintomenestystä yliopistossa. Hyvien arvosanojen voidaan ajatella kertovan suuresta motivaatiosta opiskeltavaa alaa kohtaan, mikä puolestaan voisi näkyä kasvaneena valmistumistodennäköisyytenä. Esimerkiksi Viitanen (2016) on todennut, että Metropolian ammattikorkeakoulussa opiskelijan kahtena ensimmäisenä lukukautena saamat kurssiarvosanat vaikuttavat merkittävästi opiskelijan valmistumistodennäköisyyteen. Yliopistomenestyksen lisäksi voisi olla kiinnostavaa tarkastella sitä, kuinka opiskelijoiden opintojen aloitusvuosi vaikuttaa opintojen etenemiseen. Tässä tutkielmassa esitellyssä mallissa aloitusvuosi huomioidaan vain indikaattorimuuttujalla *aloit_ennen_2011*. Opintojen aloitusvuoden vaikutus sovitteisiin ei kuitenkaan oletettavasti ole lineaarinen, joten jatkuvalla *aloitusvuosi*-muuttujalle olisi estimoitava jonkinlaiset epälineaariset tasoitusfunktiot yleistettyjen additiivisten mallien tapaan.

Tutkielmassa estimointiin lähivuosina suoritettavien tutkintojen lukumääriä vain yhdessä tiedekunnassa, mutta malli olisi helppo laajentaa käsittämään myös useampia yliopiston tiedekuntia. Tämä onnistuisi keräämällä kaikista tiedekunnista samanlainen aineisto, jota tässä tutkielmassa on käytetty, ja lisäämällä malliin uudet opiskelijan laitosta ja tiedekuntaa indikoivat muuttujat. On syytä kuitenkin muis-

taa, että mallin estimointi jo yhden tiedekunnan tiedoista koostuvalla aineistolla oli MCMC-menetelmällä laskennallisesti raskasta.

Viitteet

- Brooks, S. P. & Gelman, A. (1998). General methods for monitoring convergence of iterative simulations. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 7(4), 434–455.
- Gelman, A. & Rubin, D. B. (1992). Inference from iterative simulation using multiple sequences. *Statistical Science*, 457–472.
- Green, P. J. (1984). Iteratively reweighted least squares for maximum likelihood estimation, and some robust and resistant alternatives. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 46(2), 149–192.
- Hanson, T. E., Branscum, A. J. & Johnson, W. O. (2014). Informative g -priors for logistic regression. *Bayesian Analysis*, 9(3), 597–612.
- Hosmer Jr, D. W., Lemeshow, S. & Sturdivant, R. X. (2013). *Applied logistic regression*. New York: John Wiley & Sons.
- Häkkinen, I. (2004). *Do university entrance exams predict academic achievement?* (Working paper, 2004:16). Department of Economics, Uppsala University.
- Korhonen, V. & Rautopuro, J. (2012). Miksi opinnot eivät suju? Yliopisto-opintojen hitaan etenemisen ja opiskelemattomuuden yleiskuvaa ja ongelmia tunnistettaessa. Teoksessa Mäkinen, M., Annala, J., Korhonen, V., Vehviläinen, S., Norrgrann, A., Kalli, P. & Svärd, P. (toim.), *Osallistava korkeakoulutus*. Tampere: Tampere University Press, 100–123.
- Laki yliopistolain muuttamisesta 715/2004. (30.7.2004). Valtion säädöstietopankki Finlex, Säädökset alkuperäisinä. Viitattu 2.4.2017: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20040715>
- Mannonen, P. (2008). *Valintakoemenestyksen ja opintomenestyksen yhteys Turun ammattikorkeakoulun fysioterapian koulutusohjelmassa*. Pro gradu -tutkielma. Fysioterapia. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Montmarquette, C., Mahseredjian, S. & Houle, R. (2001). The determinants of university dropouts: a bivariate probability model with sample selection. *Economics of Education Review*, 20(5), 475–484.
- Opintotukilaki 65/1994. (21.1.1994). Valtion säädöstietopankki Finlex, Ajantasainen lainsäädäntö. Viitattu 6.2.2017: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940065>
- Plummer, M. (2016). rjags: Bayesian Graphical Models using MCMC [Computer software manual]. <https://CRAN.R-project.org/package=rjags> (R package version 4-6)
- R Core Team. (2017). R: A language and environment for statistical computing [Computer software manual]. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

- Rautopuro, J. & Korhonen, V. (2011). Yliopisto-opintojen keskeyttämisriski ja opintoihin kiinnittymisen ongelmat. Teoksessa Mäkinen, M., Korhonen, V., Annala, J., Kalli, P., Svärd, P. & Värri, V. (toim.), *Korkeajännityksiä. Kohti osallisuutta luovaa korkeakoulutusta*. Tampere: Tampere University Press, 36–58.
- Tilastokeskus. (2017a). Suomen virallinen tilasto (SVT): Koulutuksen keskeyttäminen [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-9280. Helsinki. Viitattu 21.2.2017: http://www.stat.fi/til/kkesk/2015/kkesk_2015_2017-03-17_tie_001.fi.html
- Tilastokeskus. (2017b). Suomen virallinen tilasto (SVT): Opintojen kulku [verkkajulkaisu]. ISSN=1799-1005. Helsinki. Viitattu 21.3.2017: http://www.stat.fi/til/opku/2015/opku_2015_2017-03-17_tie_001.fi.html
- Utriainen, J. (2011). *Valintakokeen ja lukion opintomenestyksen merkitys yliopisto-opintojen menestyksen ennustajina*. Pro gradu -tutkielma. Kasvatustiede. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto.
- Vallejos, C. A. & Steel, M. F. (2017). Bayesian survival modelling of university outcomes. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (Statistics in Society)*, 180(2), 613–631.
- Viitanen, L. (2016). *Identifying At-Risk Students at Metropolia UAS: Estimating Graduation Probability with Survival Models and Statistical Classifiers*. Pro gradu -tutkielma. Tietojenkäsittelytiede. Espoo: Aalto yliopisto.
- Yliopistolaki 558/2009. (24.7.2009). Valtion säädöstietopankki Finlex, Ajantasainen lainsäädäntö. Viitattu 29.1.2017: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090558>

Liitteet

Liitetaulukot

Taulukko A1: Alemmasta korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden opintojen kulkua kuvaavan mallin regressiokertoimien keskiarvot yli estimoitujen MCMC-ketjujen. Kertoimet on raportoitu käyttäen mallia 2, johon on valittu vain ne vaikutukset, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa kaikkien vaikutusten mallissa 1. Vaikutukset, jotka eivät ole mukana mallissa 2, on kiinnitetty nolliksi. Jokaiselle muuttujalle on oma taulukkonsa, jossa on esitetty kaikkiin tilasiirtymiin liittyvät kertoimet. Taulukon rivi kertoo tilan, josta siirrytään, ja sarake tilan, johon siirrytään. Solun arvo B kertoo, että kyseinen siirtymä on vertailusiirtymä, jolloin kerroin on kiinnitetty nolllaksi. Siirtymä on mahdoton, jos solu on tyhjä (-). Tähti (*) kertoimen perässä tarkoittaa sitä, että mallissa 2 kertoimen 95 %:n Bayes-luottovälin sisältää nollan.

(a) Vakio.

	$v1_pass$	$v1_pois$	$v1_yli90$	$v2_ali90$	$v2_pass$	$v2_pois$	$v2_yli90$	$v3_ali150$	$v3_pass$	$v3_pois$	$v3_yli150$	$v4_ali210$	$v4_pass$	$v4_pois$	$v4_yli210$	$v5_ali270$	$v5_pass$	$v5_pois$	$v5_yli270$	$v6_eiFM$	$v6_FM$	$v6_pass$	$v6_pois$
$v1_pass$	B	-4.56	-4.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v1_pois$	-0.18*	B	0.38	-	-	-	-4.55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v1_yli90$	-	-	-	1.47	-1.54	-1.95	B	-	-	-	-4.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_ali90$	-	-	-	B	-0.07*	-1.15	0.95	-	-	-	-1.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_pass$	-	-	-	-5.87	B	-4.72	-6.37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_pois$	-	-	-	-0.79	-0.47	B	-2.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_yli90$	-	-	-	-	-	-	-	-0.70	-2.30	-3.00	B	-	-	-	-2.65	-	-	-	-5.81	-	-	-	-
$v3_ali150$	-	-	-	-	-	-	-	B	-0.38	-0.17*	1.14	-	-	-	-1.09	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-3.89	B	-4.01	-5.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-1.60	-0.40	B	-2.61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_yli150$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.54	-3.60	-3.32	B	-	-	-	-2.41	-	-5.69	-	-
$v4_ali210$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-1.22	-0.77	0.94	-	-	-	-1.30	-	-4.21	-	-
$v4_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-4.21	B	-2.99	-4.76	-	-	-	-	-	-	-	-
$v4_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.98	-0.25*	B	-1.90	-	-	-	-	-	-	-	-
$v4_yli210$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09*	-3.58	-3.31	B	-	-1.24	-	-
$v5_ali270$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-1.56	-1.02	1.01	-	0.16*	-	-
$v5_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3.62	B	-3.26	-4.83	-	-4.78	-	-
$v5_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.01	-0.56*	B	-2.10	-	-2.74	-	-
$v5_yli270$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	B	-4.10	-2.42
$v6_eiFM$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0.20	-2.27	-1.54
$v6_FM$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v6_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-2.92	-
$v6_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	-

(b) Muuttuja aloit_ika_21.

	$v1_pass$	$v1_pois$	$v1_yli0$	$v2_ali90$	$v2_pass$	$v2_pois$	$v2_yli90$	$v3_ali150$	$v3_pass$	$v3_pois$	$v3_yli150$	$v4_ali210$	$v4_pass$	$v4_pois$	$v4_yli210$	$v5_ali270$	$v5_pass$	$v5_pois$	$v5_yli270$	$v6_eiFM$	$v6_FM$	$v6_pass$	$v6_pois$
$v1_pass$	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v1_pois$	-0.26*	B	-2.00	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v1_yli0$	-	-	0	0	0	0.67	B	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_ali90$	-	-	-	B	-0.45	0	-0.44	-	-	-	-0.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_pass$	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_pois$	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_yli90$	-	-	-	-	-	-	-	0.27	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
$v3_ali150$	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_pass$	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_pois$	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_yli150$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.33	0	0	B	-	-	-	0	-	0	-	-
$v4_ali210$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
$v4_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
$v4_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-
$v4_yli210$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.47	0	0	B	-	0	-	-
$v5_ali270$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	0	-	-
$v5_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	0	-	-
$v5_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	0	-	-
$v5_yli270$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0
$v6_eiFM$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0
$v6_FM$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v6_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	B	0
$v6_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B

(c) Muuttuja kesto.

	$v1_pass$	$v1_pois$	$v1_yli0$	$v2_ali90$	$v2_pass$	$v2_pois$	$v2_yli90$	$v3_ali150$	$v3_pass$	$v3_pois$	$v3_yli150$	$v4_ali210$	$v4_pass$	$v4_pois$	$v4_yli210$	$v5_ali270$	$v5_pass$	$v5_pois$	$v5_yli270$	$v6_eiFM$	$v6_FM$	$v6_pass$	$v6_pois$
$v1_pass$	B	-0.58	-0.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v1_pois$	-0.30	B	-1.20	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v1_yli0$	-	-	-	-0.38	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_ali90$	-	-	-	B	-0.13	0	-0.12	-	-	-	-0.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_pass$	-	-	-	-0.75	B	-0.19	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_pois$	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v2_yli90$	-	-	-	-	-	-	-	0.35	0.77	0.68	B	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
$v3_ali150$	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	-0.36	-	-	-	-0.82	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_pass$	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_pois$	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	-0.40*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v3_yli150$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	0.49	0.63	B	-	-	-	0	-	0	-	-
$v4_ali210$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	-0.29	-	-	-	-0.39	-	0	-	-
$v4_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
$v4_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-
$v4_yli210$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	0	0	B	-	0.15	-	-
$v5_ali270$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0.44	0	-0.37	-	0	-	-
$v5_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	0	-	-
$v5_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	0	-	-
$v5_yli270$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
$v6_eiFM$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.10*	B	0	0
$v6_FM$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$v6_pass$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	B
$v6_pois$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B

(d) Muuttuja *pass.*

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0.65*	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0.53	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(e) Muuttuja *ope.*

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	-0.61	<i>B</i>	0.72	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	-0.43	-0.80	-0.43*	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0.39	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	-0.48*	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	-0.46*	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(f) Muuttuja *luk.*

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.11	1.77	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1.32	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.72	0	<i>B</i>	-	0	-	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.43	<i>B</i>	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0.27	0	0
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(g) Muuttuja *aloit_ennen_2011.*

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	-0.25*	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0.30*	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	-0.26	0.37	-0.14*	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	-0.57	0	<i>B</i>	-0.77	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	-0.52*	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	0	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0

(h) Muuttuja *laitosF*.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0.25*	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0.76	1.26	1.31	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0.40	-0.79	-	-	-	-0.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.79	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(i) Muuttuja *laitosK*.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0.49	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	1.07	1.07	0.78	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0.55	0	-0.49	-	-	-	-0.57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.45	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	-0.71	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(j) Muuttuja *laitosM*.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	<i>B</i>	-0.53	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0.76	0.96	0.69	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0.64	-0.57	-	-	-	-0.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0.90	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	-0.41	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	-0.36*	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0.57	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	0	-	0	-	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.81	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0.77*	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(k) Muuttuja *aikkaHyva*.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0.24*	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	-0.39	-0.43	-0.89	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0.27	0.35	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	-0.32	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.30	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.36	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(l) Muuttuja *mat.tasoLyhyt_NA*.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	-0.34	0	-0.47	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(m) Muuttuja *aloit_ika_21:kesto*.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0.32	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0.46	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0.30	0.31	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0.45	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.22*	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-0.68	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	-0.93	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(n) Muuttuja luk:aloit_ennen_2011.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	B	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0.61*	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	B	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B

(o) Muuttuja laitosF:mat.tasoLyhyt_NA.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	B	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	B	0	-0.92	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	B	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B

(p) Muuttuja *laitosK:mat.tasoLyhyt_NA*.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	B	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	B	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B

(q) Muuttuja *laitosM:mat.tasoLyhyt_NA*.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	B	-0.65	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	-0.57	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	-0.56*	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	B	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	B	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	B	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	B

(r) Muuttuja *mat.taso*Pitka:mat.osaaminenHyva.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	-0.67	-0.66	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(s) Muuttuja *laitosF*:mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva.

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	-0.36*	0	-0.64	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(t) Muuttuja *laitosK:mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva.*

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

(u) Muuttuja *laitosM:mat.tasoPitka:mat.osaaminenHyva.*

	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v1_yli0</i>	<i>v2_ali90</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>	<i>v2_yli90</i>	<i>v3_ali150</i>	<i>v3_pass</i>	<i>v3_pois</i>	<i>v3_yli150</i>	<i>v4_ali210</i>	<i>v4_pass</i>	<i>v4_pois</i>	<i>v4_yli210</i>	<i>v5_ali270</i>	<i>v5_pass</i>	<i>v5_pois</i>	<i>v5_yli270</i>	<i>v6_eiFM</i>	<i>v6_FM</i>	<i>v6_pass</i>	<i>v6_pois</i>
<i>v1_pass</i>	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_pois</i>	0	<i>B</i>	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v1_yli0</i>	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_ali90</i>	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pass</i>	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_pois</i>	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v2_yli90</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-
<i>v3_ali150</i>	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v3_yli150</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_ali210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	-	-	0	-	0	-	-
<i>v4_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v4_yli210</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>	-	0	-	-
<i>v5_ali270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0	-	0	-	-
<i>v5_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	<i>B</i>	0	-	0	-	-
<i>v5_yli270</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	<i>B</i>	0	0
<i>v6_eiFM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	0	0	0
<i>v6_FM</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>v6_pass</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	<i>B</i>	0
<i>v6_pois</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	<i>B</i>

Taulukko A2: Ylemmästä korkeakoulututkinnosta opintonsa aloittaneiden opiskelijoiden opintojen kulkua kuvaavan mallin regressiokertoimien keskiarvot yli estimoitujen MCMC-ketjujen. Kertoimet on raportoitu käyttäen mallia 2, johon on valittu vain ne vaikutukset, joiden 90 %:n Bayes-luottovälit eivät sisällä nollaa kaikkien vaikutusten mallissa 1. Vaikutukset, jotka eivät ole mukana mallissa 2, on kiinnitetty nolliksi. Jokaiselle muuttujalle on oma taulukkonsa, jossa on esitetty kaikkiin tilasiirtymiin liittyvät kertoimet. Taulukon rivi kertoo tilan, josta siirrytään, ja sarake tilan, johon siirrytään. Solun arvo B kertoo, että kyseinen siirtymä on vertailusiirtymä, jolloin kerroin on kiinnitetty nollassa. Siirtymä on mahdoton, jos solu on tyhjä (-). Tähti (*) kertoimen perässä tarkoittaa sitä, että mallissa 2 kertoimen 95 %:n Bayes-luottovälin sisältää nollan.

(a) Vakio.

	FM	$v1_etenee$	$v1_pass$	$v1_pois$	$v2_etenee$	$v2_pass$	$v2_pois$
FM	-	-	-	-	-	-	-
$v1_etenee$	-1.31	B	-1.75	-1.92	0.22*	-	-
$v1_pass$	-	-4.28	B	-4.19	-	-	-
$v1_pois$	-	-0.55	-0.27*	B	-2.72	-	-
$v2_etenee$	-0.10*	-	-	-	B	-2.17	-1.94
$v2_pass$	-3.08	-	-	-	-3.57	B	-2.87
$v2_pois$	-2.46	-	-	-	-1.24	-0.49*	B

(b) Muuttuja $aloit_ika_25$.

	FM	$v1_etenee$	$v1_pass$	$v1_pois$	$v2_etenee$	$v2_pass$	$v2_pois$
FM	-	-	-	-	-	-	-
$v1_etenee$	-0.55	B	0	0	-0.43	-	-
$v1_pass$	-	0	B	0	-	-	-
$v1_pois$	-	0	0	B	0	-	-
$v2_etenee$	0	-	-	-	B	0	0
$v2_pass$	0	-	-	-	0	B	0
$v2_pois$	0	-	-	-	0	0	B

(c) Muuttuja *kesto*.

	<i>FM</i>	<i>v1_etenee</i>	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v2_etenee</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>
<i>FM</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>v1_etenee</i>	0.35	<i>B</i>	0	0	0.19	–	–
<i>v1_pass</i>	–	–0.55	<i>B</i>	–0.37*	–	–	–
<i>v1_pois</i>	–	–0.66	0.16*	<i>B</i>	0	–	–
<i>v2_etenee</i>	0.29	–	–	–	<i>B</i>	0.63	0.70
<i>v2_pass</i>	0	–	–	–	0	<i>B</i>	0
<i>v2_pois</i>	0	–	–	–	0	0	<i>B</i>

(d) Muuttuja *pass*.

	<i>FM</i>	<i>v1_etenee</i>	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v2_etenee</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>
<i>FM</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>v1_etenee</i>	0	<i>B</i>	0	0	0	–	–
<i>v1_pass</i>	–	0	<i>B</i>	0	–	–	–
<i>v1_pois</i>	–	0	0	<i>B</i>	0	–	–
<i>v2_etenee</i>	0	–	–	–	<i>B</i>	0	0
<i>v2_pass</i>	0	–	–	–	0	<i>B</i>	0
<i>v2_pois</i>	0	–	–	–	0	0	<i>B</i>

(e) Muuttuja *laitosF*.

	<i>FM</i>	<i>v1_etenee</i>	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v2_etenee</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>
<i>FM</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>v1_etenee</i>	0	<i>B</i>	0	0	0	–	–
<i>v1_pass</i>	–	0	<i>B</i>	0	–	–	–
<i>v1_pois</i>	–	0	0	<i>B</i>	0	–	–
<i>v2_etenee</i>	0.40*	–	–	–	<i>B</i>	0	0
<i>v2_pass</i>	0	–	–	–	0	<i>B</i>	0
<i>v2_pois</i>	0	–	–	–	0	0	<i>B</i>

(f) Muuttuja *laitosK*.

	<i>FM</i>	<i>v1_etenee</i>	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v2_etenee</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>
<i>FM</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>v1_etenee</i>	0	<i>B</i>	0	0	0	–	–
<i>v1_pass</i>	–	0	<i>B</i>	0	–	–	–
<i>v1_pois</i>	–	0	0.70	<i>B</i>	0	–	–
<i>v2_etenee</i>	0	–	–	–	<i>B</i>	0	0
<i>v2_pass</i>	0	–	–	–	0	<i>B</i>	0
<i>v2_pois</i>	0	–	–	–	0	0	<i>B</i>

(g) Muuttuja *laitosM*.

	<i>FM</i>	<i>v1_etenee</i>	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v2_etenee</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>
<i>FM</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>v1_etenee</i>	0	<i>B</i>	0	0	0	–	–
<i>v1_pass</i>	–	0	<i>B</i>	0	–	–	–
<i>v1_pois</i>	–	–0.56*	0	<i>B</i>	0	–	–
<i>v2_etenee</i>	–0.74	–	–	–	<i>B</i>	0	0
<i>v2_pass</i>	0	–	–	–	0	<i>B</i>	0
<i>v2_pois</i>	0	–	–	–	0	0	<i>B</i>

(h) Muuttuja *aloit_ika_25:kesto*.

	<i>FM</i>	<i>v1_etenee</i>	<i>v1_pass</i>	<i>v1_pois</i>	<i>v2_etenee</i>	<i>v2_pass</i>	<i>v2_pois</i>
<i>FM</i>	–	–	–	–	–	–	–
<i>v1_etenee</i>	0	<i>B</i>	0	0	0	–	–
<i>v1_pass</i>	–	0	<i>B</i>	0	–	–	–
<i>v1_pois</i>	–	0	0	<i>B</i>	0	–	–
<i>v2_etenee</i>	0	–	–	–	<i>B</i>	0	0
<i>v2_pass</i>	0	–	–	–	0	<i>B</i>	0
<i>v2_pois</i>	0	–	–	–	0	0	<i>B</i>

Liitekoodi

```
## Vastematriisi y sisältää kaikki havaitut siirtymät:
## ensimmäisellä sarakkeella on tila, johon
## siirrytään, toisella sarakkeella tila, josta on siirrytty,
## kolmannella sarakkeella indikaattori onko opiskelijalla
## LuK-tutkinto uuden siirtymän jälkeen ja neljännellä
## sarakkeella oliko opiskelijalla LuK jo ennen siirtymää.
> y[498:502,]
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,]   11    7    0    0
[2,]   15   11    0    0
[3,]   19   15    1    0
[4,]   21   19    1    1
[5,]   21   21    1    1

## Prediktorimatriisi X sisältää kutakin siirtymää selittävien
## prediktoreiden arvot (huomaa että muuttuja kesto oli
## keskistesty aina opiskelijan tilan perusteella):
> head(X[,1:7])
(Intercept) aloit_ika_21 kesto pass ope luk aloit_ennen_2011
1           1           0      -1    0  0  0           1
2           1           0       1    0  0  0           1
3           1           0       0    0  0  0           1
4           1           0       1    0  0  0           1
5           1           0       1    0  0  0           1
6           1           0       0    1    0  0           1
```

```

#####
## Yhdestä tilasta tehtäviin siirtymiin liittyvien      ##
## regressiokertoimien estimointiin käytettävä jags-koodi ##
#####

model {
  ## nrow = montako siirtymää
  ## ncat = moneenko tilaan voidaan siirtyä
  for (i in 1:nrow) {
    y[i] ~ dcat(p[i,])
    for (j in 1:ncat) {
      p[i,j] <- phi[i,j]/sum(phi[i,])
      log(phi[i,j]) <- inprod(beta[j,], x[i,])
    }
  }

  ## ncov = prediktoreiden lukumäärä
  ## mu = regressiokertoimien odotusarvovektori
  ## omega = diagonaalimatriisi, jonka alkiot ovat
  ##      regressiokertoimien hajonnat (1/var)
  ## baseline = tila, johon tehtävä siirtymä on vertailusiirtymä
  for (j in 1:ncat) {
    for (k in 1:ncov) {
      beta_tmp[j,k] ~ dnorm(mu[j,k], omega[j,k,k])
      beta[j,k] <- ifelse(j == baseline || valitut.pred[j,k] ==
        0, 0, beta_tmp[j,k])
    }
  }
}

#####
## jags-mallia kutsuva R-koodi ##
#####

## Laskee regressiokertoimet kaikkien tilojen kaikille siirtymille
## y[,1] = uusi tila
## y[,2] = edellinen tila
## X = prediktorimatriisi
## a,b = prioriparametrit, mallin baseline vs. tila i
## prioritodennäköisyys beta(a[k,i],b[k,i])-jakautunut,
## kun siirrytään tilasta k
## baseline = vector(n.tilat), baseline[k] kertoo käytettävän
## vertailutilan kun siirrytään tilasta k
## mahd.siirt = indikaattorimatriisi(n.tilat x n.tilat),
##      mahd.siirt[i,j] kertoo onko mahdollista siirtyä
##      tilasta i tilaan j
## valitut.pred = array(n.tilat x n.tilat x prediktoreja),
##      valitut.pred[i,j,k] kertoo käytetäänkö
##      mallissa baseline vs. tila j
##      prediktoria k kun siirrytään tilasta i
## tilat.omit = vector(), mille tiloille jätetään estimoimatta
laske_regressiokertoimet = function(y, X, a = array(1, dim = c(23,23)),
  b = array(1, dim = c(23,23)), sd = array(1, dim = c(23,23)),
  baseline, mahd.siirt, tilat.omit = NA, valitut.pred, n.adapt = 500,
  n.update = 1000, n.sample = 1000, thin = 1, n.chain = 3) {

```

```

beta = array(NA, dim = c(dim(mahd.siirt), ncol(X), n.sample,
  n.chain), dimnames = list(tilat,tilat,colnames(X)))
n.tilat = dim(mahd.siirt)[1]
for (i in which(!(1:n.tilat %in% tilat.omit))) {
  cat(sprintf('\n#####\nSiirtymät tilasta %s\n', i
  ))
  ind = which(y[,2] == i) # Valitaan kaikki tilasta i tehdyt
  siirtymät
  y_tmp = y[ind,1]
  x_tmp = X[ind,, drop = F]
  beta[i,,,,] = sovita_multi_log_reg(y = y_tmp, X = x_tmp,
  baseline = baseline[i], mahd.siirt = which(mahd.siirt[i,]
  == 1), valitut.pred = valitut.pred[i,,], a = a[i,], b = b[i
  ,], sd = sd[i,], n.adapt = n.adapt, n.update = n.update,
  n.sample = n.sample, thin = thin, n.chain = n.chain,
  n.tilat = n.tilat)
}

return(beta)
}

## Sovittaa multinomiaalisen regressionmallin yhdestä tilasta
## tehdyille siirtymille
## y = 16,16,17,... havaitut siirtymät
## X = prediktorimatriisi
## baseline = tila, johon muita siirtymiä verrataan
## mahd.siirt = vektori, esim. 15,16,17, mahdolliset siirtymät
## (voi olla myös sellaisia, joita ei ole havaittu y-vektorissa)
## valitut.pred = array(tilat x prediktoreja), rivi i kertoo,
## mitä muuttujia käytetään baseline vs. tila i -mallissa
## a,b = vector(n.tilat), prioriparametrit,
## mallin baseline vs. tila i prioritodennäköisyys,
## beta(a[i],b[i])-jakautunut.
sovita_multi_log_reg = function(y, X, baseline, mahd.siirt,
  valitut.pred, n.tilat, a, b, sd, n.sample = 1000, n.chain = 3,
  n.adapt = 500, n.update = 1000, thin = 1) {
  cat('#####\n#####\n')
  cat(sprintf('Baseline: %s, siirtymät: ', baseline))

  ## Regressiokertoimien odotusarvot, mu[i,] sisältää mallin
  ## baseline vs. tila i kertoimien odotusarvot
  mu = array(0, dim = c(n.tilat, ncol(X)))

  ## Regressiokertoimien "tarkkuusmatriisit"
  ## (kovarianssimatriisin käänteismatriisi),
  ## omega[i,,] sisältää mallin baseline vs. tila i kertoimien
  ## tarkkuusmatriisin.
  omega = array(dim = c(n.tilat, ncol(X), ncol(X)))

  ## Regressiokertoimet, beta[i,k,,] sisältää mallin
  ## baseline vs. tila i regressiokertoimet muuttujalle k
  beta = array(NA, dim = c(n.tilat, ncol(X), n.sample, n.chain))

  ## Lasketaan regressiokertoimien jakaumille prioriparametrit
  ## mu ja omega, vektoreiden a ja b perusteella
  for (i in mahd.siirt) {

```

```

cat(sprintf('%s ', i))
if (i == baseline) {
  ## Baseline-tilan kertoimet ovat nolla.
  ## Omega on nyt yksikkömatriisi, mutta
  ## regressiokertoimet kiinnitetään jags-puolella
  ## nolliksi.
  mu[i,] = 0
  omega[i,,] = diag(ncol(X))
} else {
  ## Otetaan prediktorimatriisista osajoukko,
  ## joko sisältää vain siirtymät baseline-tilaan
  ## tai tilaan i.
  ## Lisäksi otetaan vain halutut prediktorit,
  ## loput kiinnitetään jags-puolella nolliksi.
  x_tmp = X[which(y %in% c(baseline,i)), which(valitut.pred[i
    ,, drop = F] == 1), drop = F]

  ## Lasketaan informatiiviset prioriparametrit
  ## mu ja omega
  g_param = g_priors(X = x_tmp, a = a[i], b = b[i], sd = sd[i
    ])
  mu[i,which(valitut.pred[i,, drop = F] == 1)] = g_param$mu

  ## Prediktorit joita ei oteta malliin
  ## baseline vs. tila i mukaan ovat nyt riippumattomia
  ## varianssilla 1.
  ## Jags-puolella ne kiinnitetään nolllaan.
  omega[i,,] = diag(ncol(X))
  omega[i, which(valitut.pred[i,, drop = F] == 1), which(
    valitut.pred[i,, drop = F] == 1)] = g_param$omega
  solve(omega[i,,])
}
}
cat('\n')

## Muunnetaan y-vektori jags-mallille ystävälliseen muotoon.
## Jos on siis tiloja 10-14, ne muutetaan 1-5.
y_ = recode(y, mahd.siirt)

## Karsitaan turhat tilat pois
mu = mu[mahd.siirt,, drop = F]
omega = omega[mahd.siirt,,, drop = F]

## Jags-ajon aloitusarvot
inits = list()
RNG = rep_len(c('base::Wichmann-Hill', 'base::Marsaglia-Multicarry
  ', 'base::Super-Duper', 'base::Mersenne-Twister'), n.chain)
for (l in 1:n.chain) {
  beta_tmp = array(NA, dim = dim(mu))
  for (i in 1:dim(mu)[1]) {
    beta_tmp[i,] = mvrnorm(1, mu[i,], solve(omega[i,,]))
  }
  inits[[l]] = list('.RNG.name' = RNG[l], '.RNG.seed' = sample
    (1:123456,1), 'beta_tmp' = beta_tmp)
}

```

```

model = jags.model(file = 'model2.bug', data = list('y' = y_, 'x' =
  X[, , drop = F], 'ncov' = ncol(X), 'nrow' = nrow(X), 'ncat' =
  length(mahd.siirt), 'mu' = mu, 'omega' = omega, 'baseline' =
  which(mahd.siirt == baseline), 'valitut.pred' = valitut.pred[
  mahd.siirt, , drop = F]), inits = inits, n.chains = n.chain,
  n.adapt = n.adapt)
if (n.update > 0) update(model, n.update)
samps = jags.samples(model, 'beta', n.iter = n.sample*thin, thin =
  thin)
beta[mahd.siirt, , ] = samps$beta

return(beta)
}

## Laskee vakion regressiokertoimen odotusarvon ja varianssin
## parametrien a ja b perusteella. Loppujen regressiokertoimien
## hajonnat asetetaan sd. X on prediktorimatriisi.
g_priors = function(X, a = 1, b = 1, sd = 1) {
  b_ = digamma(a) - digamma(b)
  g = (trigamma(a) + trigamma(b))

  mu = c(1, rep(0, ncol(X)-1)) * b_
  sigma = diag(sd^2, ncol(X), ncol(X))
  sigma[1,1] = g
  omega = solve(sigma)

  return(list(mu = mu, omega = omega))
}

## Muuntaa tilavektorin jags-mallia varten ystävälliseen muotoon.
## Esim 19,20,21 -> 1,2,3
## Values on kaikki mahdolliset arvot.
recode = function(y, values) {
  y_ = NULL
  values.ordered = order(values)
  for (i in 1:length(y)) {
    for (j in 1:length(values))
      if (y[i] == values[j])
        y_[i] = values.ordered[j]
  }
  return(y_)
}

#####
## LuK-kertoimien estimointiin käytettävä jags-koodi ##
#####

model {
  for (i in 1:nrow) {
    y[i] ~ dbern(p[i])
    logit(p[i]) <- inprod(beta[, ], x[i,])
  }

  for (i in 1:ncov) {beta[i] ~ dnorm(mu[i], omega[i,i])}
}

```

```

#####
## LuK-kertoimien estimointi ##
#####

## Lasketaan luk-kertoimet
## valitut.pred = array(n.tilat x prediktoreja),
##                 valitut.pred[i,k] kertoo käytetäänkö
##                 muuttujaa k selittämään tilan i LuK-
##                 todennäköisyyttä
## a,b = prioritodennäköisyyksien beta-parametrit
## sd = mikä on muiden muuttujien kuin vakioiden
##     regressiokertoimien hajonnat
laske_luk_kertoimet = function(y, X, valitut.pred, a = rep(1,23), b =
rep(1,23), sd = rep(1,23), n.adapt = 500, n.update = 1000, n.sample
= 1000, thin = 1, n.chain = 3, file = 'model.bug') {
luk_kert = array(NA, dim = c(23, ncol(X), n.sample, n.chain))
mu = array(NA, dim = c(23, ncol(X)))
omega = array(NA, dim = c(23, ncol(X), ncol(X)))

for (i in c(11:20,22,23)) {
cat(sprintf('\n\n#####\nTila %s\n', i))
ind = which(y[,1] == i & y[,4] == 0)
x_tmp = X[ind, which(valitut.pred[i,] == 1), drop = F]

g_param = g_priors(x_tmp, a = a[i], b = b[i], sd = sd[i])

mu[i,] = NA
mu[i, which(valitut.pred[i,] == 1)] = g_param$mu

omega[i,,] = NA
omega[i, which(valitut.pred[i,] == 1), which(valitut.pred[i,]
== 1)] = g_param$omega

luk_kert[i,which(valitut.pred[i,] == 0),,] = 0
luk_kert[i,which(valitut.pred[i,] == 1),,] = sovita_log_reg(y =
y[ind,3], X = X[ind, which(valitut.pred[i,] == 1), drop =
F], mu = mu[i,which(valitut.pred[i,] == 1)], omega = omega[
i,which(valitut.pred[i,] == 1),which(valitut.pred[i,] == 1)
], n.adapt = n.adapt, n.update = n.update, n.sample =
n.sample, thin = thin, n.chain = n.chain, file = file)
}
return(luk_kert)
}

## Sovittaa logistisen regression MCMC-menetelmällä
sovita_log_reg = function(y, X, mu, omega, n.adapt = 500, n.update =
1000, n.sample = 1000,
thin = 1, n.chain = 3, file = 'model.bug') {

omega = array(omega, dim = c(ncol(X), ncol(X)))
## Laitetaan ketjujen aloitusarvot
inits = list()
RNG = rep_len(c('base::Wichmann-Hill', 'base::Marsaglia-Multicarry
', 'base::Super-Duper', 'base::Mersenne-Twister'), n.chain)
for (i in 1:n.chain) {

```



```

    beta_init = mvrnorm(1, mu, 10*solve(drop(omega)))
    inits[[i]] = list('.RNG.name' = RNG[i], '.RNG.seed' = sample
      (1:123456,1), 'beta' = beta_init)
  }

model = jags.model(file = file, data = list('y' = y, 'x' = X, 'mu'
  = mu, 'omega' = omega, 'nrow' = nrow(X), 'ncov' = ncol(X)),
  inits = inits, n.adapt = n.adapt, n.chains = n.chain)
if (n.update != 0) update(model, n.update)
samps = jags.samples(model, 'beta', n.iter = n.sample*thin, thin =
  thin)
return(samps$beta)
}

#####
## Opintojen etenemisen ennustaminen ##
#####

## Ennustetaan opiskelijoiden opintoja vuosille 2016, 2017
## ja 2018. Ennustus ottaa huomioon vuoden 2016 tutkinnot.
## x = jokaiselle opiskelijalle on kolme prediktoririviä
## selittämään vuosien 2016, 2017 ja 2018 siirtymiä
## tilat2015 = opiskelijoiden tilat vuosina 2015
## luk2016 = suorittiko opiskelija LuK-tutkinnon vuoden
## 2016 loppuun mennessä
## fm2016 = suorittiko opiskelija FM-tutkinnon vuoden
## 2016 loppuun mennessä
## siirt_kert = array(tiloja x tiloja x predikoreita
## x iteraatiota x ketjuja),
## siirt_kert[i,j,p,k,l] on siirtymää tilasta
## i tilaan j selittävän muuttujan p regressio-
## kertoimen arvo iteraatiolla k ketjussa l
## luk_kert = array(tiloja x prediktoreita x iteraatioita
## x ketjuja)
## luk_kert[i,p,k,l] on tilassa i selittävän
## muuttujan p regressiokertoimen arvo
## iteraatiolla k ketjussa l
## kesk = opintojen keston keskistysarvo jokaiselle tilalle
ennusta_opintoja = function(x, tilat2015, luk2016, fm2016, siirt_kert,
  luk_kert, kesk) {

  ## Arpoo opiskelijan siirtymän
  arvo_siirtyma = function(tila, x, siirt_kert, tilat.omit = NA) {
    if (tila == 21) {
      p = c(rep(0,20),1,0,0)
    } else {
      kert_tmp = siirt_kert[tila,,]
      lin.komb = drop(kert_tmp %*% as.numeric(x))
      p = exp(lin.komb)/sum(exp(lin.komb), na.rm = T)
      p[is.na(p)] = 0
    }
  }

  ## Jos tiedetään varmasti,
  ## että opiskelija ei voi siirtyä joihinkin tiloihin
  p[tilat.omit] = 0
}

```

```

    return(which(rmultinom(1,1,p)==1))
}

## Arpoo LuK-tutkinnon
arvo_luk = function(x, luk_kert, tila) {
  invlogit = function(x) exp(x)/(1+exp(x))
  if (tila == 21) p = 1
  else if (tila < 11) p = 0
  else p = invlogit(luk_kert[tila,] ** as.numeric(x))

  return(rbinom(1,1,p))
}

nchain = dim(siirt_kert)[5] # Ketjuja
nsim = dim(siirt_kert)[4] # Iteraatioita ketjussa
nopp = nrow(x)/3 # Opiskelijoiden lukumäärä

luk2017 = array(0, dim = c(nopp,nsim,nchain))
luk2018 = array(0, dim = c(nopp,nsim,nchain))

tilat2016 = array(dim = c(nopp, nsim, nchain))
tilat2017 = array(dim = c(nopp, nsim, nchain))
tilat2018 = array(dim = c(nopp, nsim, nchain))

x = as.data.frame(x)

for (l in 1:nchain) {
  cat(sprintf('\n#####\nKetju %s/%s\n',l,nchain))
  pb = txtProgressBar(min = 1, max = nopp, style = 3)
  for (i in 1:nopp) {
    setTxtProgressBar(pb, i)

    for (k in 1:nsim) {
      x_tmp = x[(3*i-2):(3*i),,]

      ## 2016
      # Keskistysarvo määräytyy aina sen tilan
      # perusteella, josta ollaan siirtymässä
      x_tmp$kesto[1] = x_tmp$kesto[1] - kesk[tilat2015[i]]
      x_tmp$'aloit_ika_21:kesto'[1] = x_tmp$kesto[1]*x_tmp$
        aloit_ika_21[1]

      if (fm2016[i] == 1) {
        ## Jos opiskelijalla oli havaittu maisteri
        ## vuonna 2016
        tilat2016[i,k,l] = 21
      } else if (luk2016[i] == 0) {
        ## Jos ei lukkia vuoteen 2016 mennessä,
        ## arvotaan siirtymä vapaasti.
        tilat2016[i,k,l] = arvo_siirtyma(tilat2015[i],
          x_tmp[1,], siirt_kert[, ,k,l], tilat.omit = 21)
      } else {
        ## Muuten arvotaan siten, että uusi
        ## tila 11-23

```

```

        tilat2016[i,k,l] = arvo_siirtyma(tilat2015[i],
            x_tmp[1,], siirt_kert[, ,k,l], tilat.omit = c
            (1:10,21))
    }

## 2017
## Päivitetään prediktoreja
x_tmp$luk[2] = luk2016[i] # Saatiinko luk
x_tmp$'luk:aloit_ennen_2011'[2] = x_tmp$luk[2]*x_tmp$
    aloit_ennen_2011[2]
if (tilat2016[i,k,l] %in% c(1,5,9,13,17,22)) x_tmp$pass
    = 1 # Passivoiduttiinko
x_tmp$kesto[2] = x_tmp$kesto[2] - kesk[tilat2016[i,k,l]
    ] # Keskistetään
x_tmp$'aloit_ika_21:kesto'[2] = x_tmp$kesto[2]*x_tmp$
    aloit_ika_21[2]

## Arvotaan siirtymän vuodelle 2017
tilat2017[i,k,l] = arvo_siirtyma(tilat2016[i,k,l],
    x_tmp[2,], siirt_kert[, ,k,l])

## Arvotaan lukit vuodelle 2017
if (luk2016[i] == 0) {
    # Jos lukkia ei ollut ennestään
    luk2017[i,k,l] = arvo_luk(x_tmp[2,], luk_kert[, ,k,l]
        ], tilat2017[i,k,l])
}
else luk2017[i,k,l] = 1

## 2018
## Päivitetään prediktoreja
x_tmp$luk[3] = luk2017[i,k,l] # Saatiinko luk
x_tmp$'luk:aloit_ennen_2011'[3] = x_tmp$luk[3]*x_tmp$
    aloit_ennen_2011[3]
if (tilat2017[i,k,l] %in% c(1,5,9,13,17,22)) x_tmp$pass
    = 1 # Passivoiduttiinko
x_tmp$kesto[3] = x_tmp$kesto[3] - kesk[tilat2017[i,k,l]
    ] # Keskistetään
x_tmp$'aloit_ika_21:kesto'[3] = x_tmp$kesto[3]*x_tmp$
    aloit_ika_21[3]

## Arvotaan siirtymät vuodelle 2018
tilat2018[i,k,l] = arvo_siirtyma(tilat2017[i,k,l],
    x_tmp[3,], siirt_kert[, ,k,l])

## Arvotaan lukit vuodelle 2018
if (luk2017[i,k,l] == 0) {
    # Jos lukkia ei ollut ennestään
    luk2018[i,k,l] = arvo_luk(x_tmp[3,], luk_kert[, ,k,l]
        ], tilat2018[i,k,l])
} else luk2018[i,k,l] = 1
}

```

```
    }  
    close(pb)  
  }  
  return(list('tilat2016' = tilat2016, 'tilat2017' = tilat2017, '  
    tilat2018' = tilat2018, 'luk2016' = luk2016, 'luk2017' =  
    luk2017, 'luk2018' = luk2018))  
}
```