

Santtu Viholainen

TYÖTAPATURMARISKIN PALKKAPREEMION EMPIIRIAA

Johtamisen ja talouden tiedekunta

Pro gradu -tutkielma

Taloustiede

Toukokuu 2022

Tiivistelmä

Santtu Viholainen : Työtaturmariskin palkkapeemion empiriaa

Pro gradu -tutkielma

Tampereen yliopisto

Kauppatieteiden maisterintutkinto, taloustiede

Toukokuu 2022

Jo *Kansojen varallisuus* -kirjassa Adam Smith ehdotti, että epämiellyttävää työtä tekevä henkilö vaatii ylimääräistä kompensointiä työnsä huonoista ominaisuuksista. Nykyaikaisen taloustieteen tutkimuksen kohteeksi nämä kompensoivat palkkaerot nousivat 1970-luvulla, kun Sherwin Rosen kehitti hedonisten hintojen teoriansa.

Yksi tärkeimmistä työhön liittyvistä epämiellyttävistä ominaisuuksista on työtaturmariski. Kompensoivien palkkaerojen teorian mukaan korkeamman työtaturmariskin kohtaavalle työntekijälle kompensoidaan rahallisesti riskin aiheuttamaa laskua työntekijän hyödyssä. Aihepiirin empiirisessä tutkimuksessa on kuitenkin vuosituhannen vaihteen jälkeen havaittu ongelmia, joiden perusteella työtaturmariskin palkkapeemion aiemmat estimaatit ovat puutteellisia.

Tässä opinnäytetyössä tarkastelen työtaturmariskin palkkapeemiota Tapaturmavakuutuskeskuksen luovuttaman suomalaisen tapaturma-aineiston sekä Tilastokeskuksen julkisten tilastojen pohjalta. Aihepiirin tarkastelu suomalaisella aineistolla on nyt mahdollista ensimmäistä kertaa vuoden 2016 tilastointimuutoksen johdosta. Käsittelen keskeisimpiä aihepiirin empiirisessä tutkimuksessa havaittuja ongelmia ja tarkastelen, kuinka ne mahdollisesti vaikuttavat aineiston pohjalta tehtyyn regressioanalyysiin.

Työtaturmariskin palkkapeemion identifiointi on erittäin hankalaa, sillä työtaturmariskin luotettava mittaaminen ei ole ongelmaton, minkä lisäksi merkittävät valikoitumisongelmat aiheuttavat harhaa empiirisissä tutkimuksissa. Palkkapeemion identifiointi ei onnistu Tapaturmavakuutuskeskuksen ja Tilastokeskuksen aineistoilla, mutta tutkielma tuo kuitenkin esille riskimuuttujan ongelmia sekä työmarkkinoilla esiintyviä ilmiöitä, jotka voidaan ottaa huomioon jatkotutkimuksessa. Tutkielman lopuksi pohdin, mitä työtaturman palkkapeemion tutkimuksessa täytyy välttää ja millaisella tutkimusasetelmalla preemio voitaisiin luotettavasti identifioida.

Avainsanat: Työtaturmat, työturvallisuus, kompensoivat palkkaerot, hedoninen palkkateoria

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

1 JOHDANTO	5
2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS	5
2.1 <i>Kompensoivat palkkaerot</i>	5
2.1.1 Työntekijöiden riskipreferenssien heterogeenisyys.....	6
2.1.2 Työnantajan työturvallisuusinvestoinnit.....	9
2.1.3 Markkinoiden palkka-riski -tasapaino.....	12
2.2 <i>Markkinoiden epätäydellisyystekijöitä</i>	14
2.2.1 Informaatio-ongelmat.....	14
2.2.2 Informaatioharhat ja prospektiteoria.....	15
2.2.3 Informaatio-ongelmat kompensoivien palkkaerojen kontekstissa.....	17
2.2.4 Tappion välttäminen.....	18
2.2.5 Moraalikato.....	18
2.3 <i>Kompensoivien palkkaerojen empiriaa</i>	20
2.3.1 Markkinatasapainokäyrän estimointi.....	20
2.3.2 Palkkamuuttuja.....	20
2.3.3 Riskimuuttujat.....	21
2.3.4 Kontrollimuuttujat.....	22
2.3.4.1 Ikä ja elinajan odote.....	22
2.3.4.2 Ammattiliittostatus.....	23
2.3.5 Tilastollinen henki ja tilastollinen tapaturma.....	24
2.3.6 Palkkapreemioiden estimaatteja.....	26
2.4 <i>Empirian haasteita</i>	26
2.4.1 Riskimuuttujien ongelmia.....	27
2.4.1.1 Mittausvirhe.....	27
2.4.1.2 Kategorisointivirheet.....	28
2.4.1.3 Riskiestimaatin aggregointiharha.....	29
2.4.2 Valikoituminen ja endogeenisyys.....	31
3 TYÖTAPATURMA- JA AMMATTITAUTILAKI JA AINEISTO	33
3.1 <i>Työtapaturma- ja ammattitautilaki</i>	33
3.2 <i>Aineiston kuvailu</i>	34
3.2.1 Vahinkojen lukumäärä.....	35
3.2.2 Vahingoittuneiden ikä ja sukupuoli.....	37
3.2.3 Tapaturmataajuudet.....	37
3.2.3.1 Tapaturmataajuudet kolmen numeron tarkkuudella.....	38
3.2.3.2 Vaarallisimmat ammattiluokat.....	40
3.2.3.3 Turvallisimmat ammattiluokat.....	42
3.2.3.4 Tapaturmataajuudet neljän numeron tarkkuudella.....	44
3.2.3.5 Taajuustasojen vertailu.....	47
3.2.4 Palkkamuuttuja.....	48
3.2.5 Puuttuvat muuttujat.....	50
3.2.6 Valikoitumisongelmat.....	51
4. LÖYDÖKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	55
4.1 <i>Graafinen tarkastelu</i>	55
4.2 <i>Regressio</i>	57
4.3 <i>Keskipalkkojen vertailu Tilastokeskuksen tilastoihin</i>	64
4.4 <i>Johtopäätökset</i>	67
4.5 <i>Jatkotutkimuksen mahdollisuudet</i>	69
5. KESKUSTELU	73
LÄHDELUETTELO	75
LIITTEET	78

KUVALUETTELO

Kuvio 1: Kompensoivien palkkaerojen teoria mukaillen Cahuc et al. (2014).....	9
Kuvio 2: Työturvallisuusinvestointien optimipiste työnantajalle mukaillen Henderson (1983)	11
Kuvio 3: Markkinatasapaino vaihtelevalla työtaturmariskillä mukaillen Pouliakas & Theodossious (2013).....	13
Kuvio 4: Tapaturmatodennäköisyyden arviointiharha mukaillen Viscusi (1993).....	17
Kuvio 5: Työpaikkatapaturmien lukumäärä Suomessa 2016–2020.....	37
Kuvio 6: Työpaikkatapaturmien lukumäärä sukupuolittain iän mukaan.....	38
Kuvio 7: Työtaturmataajuuden jakautuminen kolmen numeron tarkkuudella.....	40
Kuvio 8: Vaarallisimmat ammattiluokat kolmen numeron tarkkuudella.....	41
Kuvio 9: Turvallisimmat ammattiluokat kolmen numeron tarkkuudella.....	44
Kuvio 10: Työpaikkatapaturmataajuuden jakautuminen neljän numeron tarkkuudella.....	47
Kuvio 11: Kolmen ja neljän tason taajuuksien ero.....	48
Kuvio 12: Vahingoittuneiden päiväpalkka työkyvyttömyysryhmittäin.....	50
Kuvio 13: Työntekijöiden sukupuolijakauma vaarallisimmissa ammateissa.....	53
Kuvio 14: Päiväpalkan ja tapaturmataajuuden välinen suhde kolmen numeron tarkkuudella.....	55
Kuvio 15: Päiväpalkan ja tapaturmataajuuden välinen suhde neljän numeron tarkkuudella... ..	56
Kuvio 16: Päiväpalkka ja tapaturmataajuus epälineaarilla sovitteella.....	62
Kuvio 17: Päiväpalkka ja tapaturmataajuus epälineaarilla sovitteella sukupuolittain.....	63
Kuvio 18: Keskipalkkojen suhde selitettynä neljän numeron tapaturmataajuudella.....	65

1 JOHDANTO

Kansainvälinen työjärjestö (ILO) on arvioinut, että maailmanlaajuisesti 2 miljoonaa ihmistä kuolee vuosittain työtapaturmaisesti, ja että työtapaturmat ja ammattitaudit aiheuttavat maailmanlaajuisesti neljän prosentin vuosittaisen menetyksen bruttokansantuotteessa (International Labour Organisation, 2003, 3-15). Suomessa sattuu vuosittain noin 120 000 – 130 000 työpaikka- ja työmatkatapaturmaa ja bruttokorvauksia maksetaan yli puoli miljardia euroa vuosittain (Tapaturmavakuutuskeskus, 2019, 7). Työtapaturman sattuminen johtaa työkyvyttömyysjaksoihin ja niihin liittyviin kuluihin: merkittävä osa maksetuista korvauksista koskee ohimeneviä päivärahoja eli sairauslomakorvauksia (117 788 000 euroa vakuutusyhtiöiden toimesta vuonna 2019) sekä lopullisesti vahvistettuja eläkkeitä (140 689 000 euroa vuonna 2019). Vaikka yli neljä työkyvyttömyyspäivää aiheuttaneiden työpaikkatapaturmien tapaturmataajuus, eli työpaikkatapaturmien määrä per miljoona työtuntia, on ollut laskussa 2010-luvun alusta lukien, työtapaturmien ehkäisylle on perusteet sekä taloudellisten että inhimillisten tappioiden vähentämisen näkökulmasta (Tapaturmavakuutuskeskus, 2019, 36-37).

Työturvallisuusinvestoinnin hyötyjen ja kustannusten arviointi on haastavaa, sillä vaikka työturvallisuudelle on kysyntää, se ei ole varsinaisen kaupankäynnin kohteena. Tällöin markkinat eivät anna hintaa työturvallisuudelle, eikä investoinnista saatavia hyötyjä voida arvioida tarkasti. Tähän ongelmaan on yritetty löytää ratkaisua sekä maksuhalukkuusmalleilla (engl. willingness to pay, WTP) että työtapaturmariskin palkkavaikutuksen tilastollisella estimoinnilla työmarkkina-aineistosta (Pouliakas & Theodossiou, 2013). Näistä lähestymistavoista jälkimmäinen on tämän opinnäytetyön aiheena.

Työtapaturmariskin palkkavaikutusta tutkitaan pääasiassa kompensoivien palkkaerojen (engl. compensating wage differentials, CWD) kehyksessä, joka puolestaan pohjautuu hedonisten hintojen teoriaan. Vuonna 1974 julkaistu Sherwin Rosenin artikkeli “Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition” ja siinä kuvailtu hedonisten hintojen teoria on ollut monipuolinen työkalu usealla taloustieteen osa-alueella, kuten ympäristö-, julkis- ja työn taloustieteessä (Greenstone, 2017, 1891). Rosenin hedonisten hintojen malli mahdollistaa ominaisuuksiltaan heterogeenisten tuotteiden hintojen tarkastelun teoreettisesti. Täydellisen kilpailun vallitessa malli

kuvailee markkinat, joilla toimijoiden ostopäätökset paljastavat tuotteiden ominaisuuksien implisiittiset hinnat (Ekeland et al., 2004, 62).

Kompensoivilla palkkaeroilla tarkoitetaan työmarkkinoilla tarjottavien palkkojen vaihtelua töiden heterogeenisten positiivisten ja negatiivisten ominaisuuksien mukaan. Näiden ominaisuuksien ajatellaan olevan hedonisen teorian mukaisia, joten niiden implisiittiset hinnat voidaan päätellä markkinoilla tehdyistä työsopimuksista. Kuten usein todetaan, kompensoivien palkkaerojen ajatus ei ole uusi: jo Adam Smith pohti ilmiötä *Kansojen varallisuus* -kirjassa (Black & Kniesner, 2003, 205; Lalive, 2003, 171; Marin & Psacharopoulos, 1982, 827; Rosen, 1986, 642; Thaler & Rosen, 1976, 266).

Talusteorian hypoteesin mukaan työnantajat kompensoivat työn epämiellyttäviä ominaisuuksia, kuten korkeaa työtaturmariskiä, korkeammalla palkalla verrattuna riskittömiin töihin. Toisinaan kompensoivista palkkaeroista käytetään nimitystä "Equalizing differences". Tällä tarkoitetaan, että työnantajat tasaavat palkalla työntekijöiden rahallisten ja ei-rahallisten hyötyjen ja haittojen erotusta (Rosen, 1986, 641). Hedonisten hintojen teoriaan pohjautuvan kompensoivien palkkaerojen mallin mukaan työpaikan ominaisuuksien implisiittiset hinnat voidaan selvittää tarkastelemalla markkinoilla solmittuja työsopimuksia.

Työtaturman palkkavaikutuksen estimoinnilla saadaan selville, kuinka paljon aineiston työntekijöiden palkka muuttuu, kun työtaturmaisesti kuoleminen tai loukkaantumisen riski kasvaa yhdellä yksiköllä. Estimaatteja hyödyntämällä voidaan laskea *tilastollisen hengen hinta* (engl. value of a statistical life, VSL), joka on noussut työtaturmariskin taloustieteellisen tutkimuksen keskiöön (Pouliakas & Theodossiou, 2013, 179). Tilastollisen hengen hinnalla tarkoitetaan sitä palkan pienentymistä, jonka työntekijöiden joukko hyväksyy, kun työtaturmaisten kuolemien vuosittainen odotusarvo laskee yhdellä. (Thaler & Rosen, 1976, 292).

Tilastollisen hengen hinta on paitsi taloustieteellisessä mielessä mielenkiintoinen käsite, mutta myös oikein määriteltynä hyödyllinen työkalu työturvallisuusinvestointien hyödyn arvioinnissa. VSL on yksi tapa hinnoitella työturvallisuutta erilaisissa työntekijöiden joukoissa ja sitä voidaan käyttää työturvallisuusparannusten referenssipisteenä työturvallisuusparannusten tehokkuuden arviointiin. Mikäli investoinnin hinta per työtaturmaisten kuolemien odotusarvon pienentyminen yhdellä on pienempi kuin tilastollisen hengen hinta, investointi kannattaa tehdä. (Viscusi & Aldy, 2003, 5-6).

Työtapaturmariskin palkkapreemiota ja tilastollisen hengen hintaa on tutkittu empiirisesti 1970-luvulta lähtien pääasiassa yhdysvaltalaisella aineistolla, mutta metodologia on levinnyt myös muihin maihin (Viscusi & Aldy, 2003, 26). Keskeisiä tutkimuksia aiheen parissa ovat olleet esimerkiksi Rosen (1976, 1986), Viscusi ja Moore (1987, 1990) sekä Marin ja Psacharopoulos (1982). Yhdysvaltalaisissa tutkimuksissa tilastollisen hengen hinnaksi on saatu 3,8–9,0 miljoonaa dollaria. Muissa kehittyneissä talouksissa tilastollisen hengen hinta on samansuuntainen Iso-Britanniaa lukuunottamatta, jossa VSL:n on havaittu olevan merkittävästi suurempi (Viscusi & Aldy, 2003, 29).

Hedonisten mallien ja kompensoivien palkkaerojen empiirisessä tutkimuksessa on kuitenkin huomattu merkittäviä ongelmia mallien luotettavuuden kanssa, jotka ovat heijastuneet myös työtapaturmariskin palkkavaikutuksen tutkimukseen. Validiteettiongelmiensa johdosta Rosenin hedonisen mallin käytännöllisyys empiirisessä mielessä on ollut kritiikin kohteena. (Greenstone, 2017, 1895.) Työtapaturmariskin palkkavaikutuksen tutkijat ovat argumentoineet, että puuttuvat muuttujat, tapaturmariskin mittausrvirheet ja endogeenisuusongelmat heikentävät hedonisiin malleihin perustuvien empiiristen tarkasteluiden validiteettia (Moore, 2014, 16). Vuosituhannen vaihteen tienoilla keskeinen epäily kohdistui aiemmin arvioituihin VSL-lukuihin, joita alettiin pitää merkittävästi yliarvioituina (Lalive, 2003; Black & Kniesner, 2003).

Työtapaturmariskin aiheuttamaa palkkapreemiota ei ole tutkittu Tapaturmavakuutuskeskuksen keräämällä suomalaisella työtapaturma-aineistolla hedonisten hintojen teoriaan pohjautuvalla lähestymistavalla. Vuoden 2016 alusta voimaan tullut Työtapaturma- ja ammattitautilaki (TyTAL, 24.4.2015 (459/2015)) antoi edellytykset tarkastella työtapaturmariskin vaikutusta palkkaan suomalaisella aineistolla, sillä lakimuutoksen yhteydessä Tapaturmavakuutuskeskuksen (TVK, ent. Tapaturmavakuutuslaitosten liitto) tilastoinnissa siirryttiin käyttämään Tilastokeskuksen AML2010-ammattiluokitusta. Ennen vuotta 2016 tapaturmatilastoinnissa käytetty ammattiluokitus oli käytössä vain Tapaturmavakuutuslaitosten liitolla, joten tilastoja ei voinut yhdistää Tilastokeskuksen tilastoihin tehdyistä työtunneista.

Työtapaturman tilastotietoihin kirjataan vahingoittuneen työntekijän ammattikoodi luokituksen mukaisesti, jonka ansiosta voidaan laskea tapaturmataajuuksia suhteuttamalla ammattiluokan tapaturmien määrä esimerkiksi tehtyihin työtapaturmiin

tai työntekijöiden määrään. Tapaturmataajuuden voidaan ajatella olevan tapaturmariskin mittari, jota voidaan hyödyntää palkkayhtälön estimoinnissa.

Tapaturmataajuuden ohella TVK:n aineistosta voidaan selvittää vahingoittuneiden palkkataso, kun tapaturma on aiheuttanut vähintään kolme päivää työkyvyttömyyttä: vakuutuslaitokset maksavat sairauslomalta ansionmenetyskorvausta joko suoraan vahingoittuneelle tai työnantajalle, mikäli tämä on maksanut sairausajan palkkaa. Lisäksi vakuutuslaitokset lähettävät kustakin vahinkotapauksesta TVK:lle yksityiskohtaiset tiedot esimerkiksi aiheuttajista, olosuhteista, vamman laadusta sekä korvausmääristä.

Tässä opinnäytetyössä käsitelen kompensoivien palkkaerojen empiirisen tutkimuksen haasteita ja niiden ratkaisuja käyttäen esimerkkinä Tapaturmavakuutuskeskuksen vakuutuslaitoksilta keräämiä tilastoja palkansaajille sattuneista työpaikkatapaturmista vuosilta 2016–2020. Lisäksi hyödynnän aineistona Tilastokeskuksen tarjoamia tilastoja työntekijöiden lukumääristä ja keskiarvopalkoista ammattiluokittain. Tapaturmavakuutuskeskuksen ja Tilastokeskuksen aineistot eivät itsessään riitä luotettavan regression tai kausaalianalyysin tekemiseen, mutta niiden avulla voidaan tarkastella hedoniseen hintateoriaan pohjautuvan lähestymistavan empiirisiä haasteita ja niiden ratkaisukeinoja. Samalla voidaan harkita vaihtoehtoisia menetelmiä kompensoivien palkkaerojen perinteisen hedonisen lähestymistavan rinnalle.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on vastata seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä ongelmia aihepiirin vanhemmissa tutkimuksissa on?
2. Mitä havaintoja Tapaturmavakuutuskeskuksen aineistosta voidaan tehdä?
3. Miten kompensoivien palkkaerojen tutkimusta voisi jatkaa Suomessa?

Tapaturmavakuutuskeskuksen ja Tilastokeskuksen aineistojen pohjalta tehdyt regressiot viittaavat työtapaturmariskin ja palkan väliseen epälineaariseen yhteyteen, mutta regressioiden selitysasteet jäävät hyvin mataliksi. Aiemman kirjallisuuden pohjalta on perusteltua olettaa tutkimusasetelman kärsivän sekä endogeenisyydestä että riskimuuttujan ongelmista, mutta myös erilaisista valikoitumisongelmista. Tämä opinnäytetyö valottaa työtapaturmariskin palkkapreemion estimaatin muutosta käytetyn riskimuuttujan aggregointitarkkuuden muuttuessa, minkä lisäksi löydökset puoltavat argumenttia, jonka mukaan työturvallisuus on normaalihyödyke.

Aloitan työtaturmariskin palkkapreemion tarkastelun esittelemällä teoreettisen viitekehyksen, johon kuuluu aihepiirin keskeisen talousteorian sekä empiirisen lähestymistavan esittely. Luvussa tarkastellaan, kuinka työntekijät ja -antajat tekevät työskentely- ja palkkauspäätöksiä, kun he ottavat työtaturmariskin huomioon. Lisäksi esittelen olennaisimmat markkinoilla vallitsevat epätäydellisyystekijät. Käsittelen toisessa luvussa myös tavaonmaisen palkkapreemion tutkimisen lähestymistavan sekä sen empiiriset haasteet. Kolmannessa luvussa esitelen Tapaturmavakuutuskeskuksen aineiston sekä keskeiset käsitteet työtaturma- ja ammattitautilaista. Neljännessä luvussa tarkastelen empiirisen analyysin tuloksia, pohdin niiden luotettavuutta ja jatkotutkimusmahdollisuuksia. Viidennessä luvussa keskustelen löydöksistä ja peilaan niitä tutkimuskysymyksiin.

2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Kompensoivat palkkaerot ovat esimerkki hedonisten hintojen teorian soveltamisesta työn taloustieteen kontekstiin. Hedonisten hintojen teorian taustalla vaikuttava ajatus on, että toimijat paljastavat preferenssinsä tuotteesta ostopäätöksen aikana ja näiden päätösten avulla voidaan havaita, millaisia implisiittisiä hintoja toimijat antavat tuotteiden ominaisuuksille (Rosen, 1974).

Työmarkkinoiden kontekstissa työntekijä sekä myy työntantajalle aikaansa että ostaa kyseisen työn ominaisuuksia yhtäaikaisesti. Yhden työn ominaisuudet eivät muutu, mutta eri töillä on erilaisia ominaisuuksia. Vastaavasti työntantajat ostavat työaika ja myyvät työn ominaisuuksia. Yhden työntekijän ominaisuudet ovat niin ikään muuttumattomat, mutta ominaisuudet työntekijöiden välillä ovat heterogeenisiä. Kun sekä työntekijän että työntantajan preferenssit sopivat toisiinsa, eli molemmat osapuolet pitävät toistensa ominaisuuksia parhaimpina mahdollisina, he solmivat työsopimuksen. Työstä maksettavan palkan voidaan katsoa olevan kahden transaktion summa: työntantaja maksaa työstä, työntekijä maksaa työn hyvistä ominaisuuksista. Työntekijän maksama hinta työn ominaisuuksista vähennetään työntantajan maksamasta palkasta. (Rosen, 1986, 643.)

Tässä osiossa tarkastelen, kuinka talousteoria käsittelee työmarkkinoilla esiintyviä heterogeenisiä palkkatasoja ja miten teoriaa voidaan edelleen hyödyntää tutkiessa tapaturmariskin vaikutusta palkkatasoon.

2.1 Kompensoivat palkkaerot

Kompensoivilla palkkaeroilla tarkoitetaan siis tilannetta, jossa työntantaja maksaa työntekijälle palkkapreemiota riippuen työhön liittyvistä epämiellyttävistä tekijöistä tai henkilökohtaisesta kyvykkyydestä johtuen (Cahuc et al., 2014, 170).

Työntekijä vaatii preemiota, sillä epämiellyttävät tekijät, kuten tapaturmariski, pienentävät työnteolla saavutettavaa hyötyä. Täysin informoidut työntekijät valitsevat kahdesta työstä riskittömämmän, jos työt ovat muilta osin identtisiä. Yrityksen täytyy siis kompensoida esimerkiksi korkeampaa tapaturmariskiä työntekijälle korkeamman palkan muodossa. (Ruser & Butler, 2010, 3–4.)

2.1.1 Työntekijöiden riskipreferenssien heterogeenisuus

Täysin rationaaliset, täydellisellä informaatiolla varustetut ja vapaasti liikkuvat työntekijät vaativat riskipreemiota siitä riskistä, joita vastaan heitä ei ole vakuutettu (Pouliakas & Theodossiou, 2013, 171). Jotta työntekijän odotettu hyötytaso pysyy samana riskin kasvaessa, hänelle täytyy tarjota korkeampaa palkkaa, eli vaadittu palkkataso on positiivisesti riippuvainen riskistä. Näistä palkka-riski -yhdistelmistä voidaan muodostaa indifferenssikäyrä, joista jokainen tuottaa työntekijälle yhtä paljon hyötyä.

Aloitetaan hedonisen palkkateorian tarkastelu esittelemällä yksinkertainen kompensoivien palkkaerojen malli, jossa markkinoilla tarjolla olevat työt ja työntekijöiden riskiaversiivisuuden tasot ovat heterogeenisia. Esiteltävä malli löytyy Cahuc et al. (2014, 170–171) oppikirjasta. Kyseinen malli on yksinkertainen, mutta tuo esiin teorian tärkeimmät vaikuttavat tekijät. Toinen työtaturmariskin palkkapreemion kirjallisuudessa käytetty malli on Viscusin (1993) eri tilojen odotettuihin hyötyihin pohjaava malli. Tämän ohella kiinnostunut lukija voi syventyä teoriaan Hiekkataipaleen (2015) katsauksen avulla.

Kukin työpaikka vaatii yhden työvoimayksikön, mutta työn vaatima ponnistelun taso $e > 0$ vaihtelee työpaikoittain. Ponnistelun taso sisältää työn hyvät ja huonot ominaisuudet, esimerkiksi työtuntien määrän, tapaturmariskin ja statuksen. Jos kompensoivia palkkaeroja määrittäessä halutaan ottaa kaikki työn ominaisuudet huomioon, ponnistelumuuttujan e tulisi todellisuudessa olla vektori kaikista ominaisuuksista. Esimerkinomaisesti kiinnostuksen kohteena on vain tapaturmariski, joten jätän yksinkertaisuuden vuoksi muut ominaisuudet huomiotta. Koska nyt ponnistelumuuttuja e kuvaa vain työtaturman riskitasoa, korvataan se tarkastelussa selkeyden vuoksi muuttujalla r .

Oletetaan kunkin työpaikan tuottavuuden olevan funktio riskitasosta r ja olevan kasvava ja konkaavi, eli: $y = f(r)$, $f'(r) > 0$, $f''(r) < 0$ ja $f(0) = 0$. Työntekijälle maksetaan siis suurempaa palkkaa, mitä riskisempää työtä hän tekee, jos palkan oletetaan vastaavan tuottavuutta, $w(r) = f(r)$. Tässä tapauksessa tuottavuudella tarkoitetaan nettotuottavuutta, jossa tuotoksesta vähennetään työnteon aiheuttamat kustannukset, palkkoja lukuun ottamatta. Tapaturmariskin tapauksessa riskin voidaan ajatella

pienenevän, jos työn intensiteettiä pienennetään tai työturvallisuuteen investoidaan, jolloin pieniriskisempien yritysten tuottavuus on korkeariskisempiä pienempi.

Työntekijöiden hyötyfunktiot eivät ole homogeenisiä, sillä henkilöiden riskipreferenssit ovat erilaisia (Ruser & Butler, 2010). Osa työntekijöistä voi olla luonteeltaan riskinottajia tai taustalla voi olla taloudellisia tai demografisia tekijöitä. Koska työntekijät eroavat riskiprofiileiltaan, täytyy heidän hyötyfunktionsa olla heterogeenisiä.

Cahuc et al. (2014) mallissa työntekijöiden hyötyfunktio on lineaarinen muotoa $u(R, r, \theta) = R - r\theta$, jossa R kuvaa tuloa: R on palkan w arvoinen henkilön ollessa töissä, 0 muutoin. Ponnistelumuuttuja r kuvaa yhä kunkin työpaikan tapaturmariskiä, joka on tasoa r , kun agentti on töissä, 0 muutoin. Muuttujalla θ kuvataan työntekijöiden välillä vaihtelevaa riskiaversiivisuuden tasoa.

Oletetaan työmarkkinoille täydellinen kilpailu ja liikkuvuus ja että markkinoilla on työpaikkoja kaikille riskitasoille. Työntekijät voivat siis vaihdella työpaikkoja niin kauan, kunnes löytävät hyötynsä maksivoivan tehtävän. Jos palkka vastaa tuottavuutta ja molemmat riippuvat riskitasosta, niin $w(r) = f(r)$. Työntekijän hyötyfunktioon kuuluu kuitenkin myös henkilökohtainen riskiaversiivisuuden taso θ . Ilman työntekijöiden heterogeenisen riskiaversiivisuuden huomioonottamista malli implikoisi, että kaikki työntekijät haluaisivat sen työn, jossa palkan ja riskitason välinen erotus jäisi suurimmaksi

Työntekijän hyötyfunktio on siis $u[f(r), r, \theta] = f(r) - r\theta$. Ratkaistaan maksimointiongelman ensimmäisen asteen ehto $e:n$ suhteen:

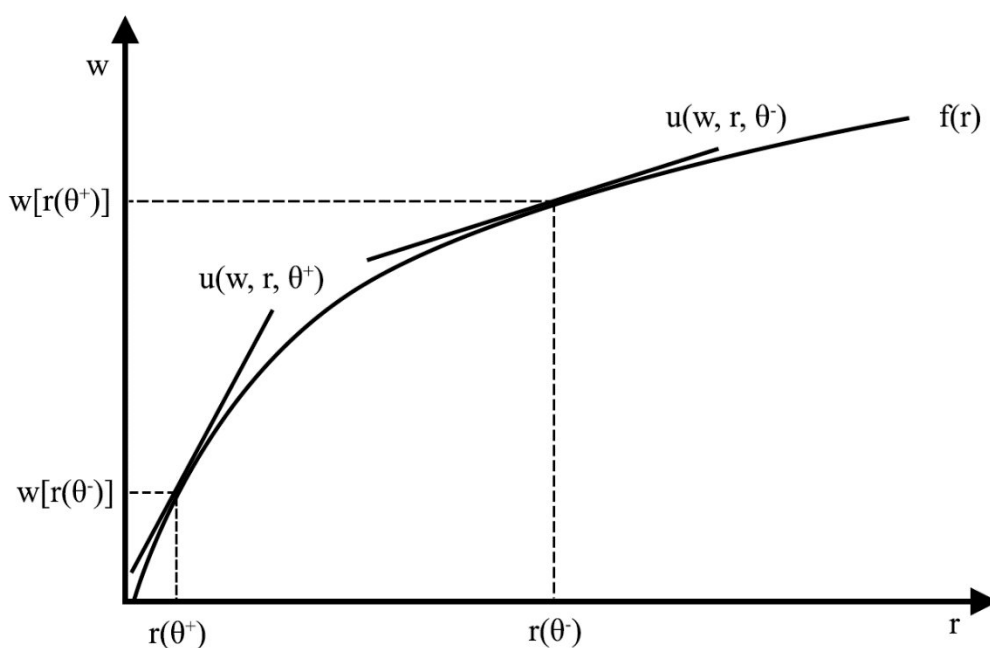
$$f'(r) = \theta \Leftrightarrow r = r(\theta) \quad (1)$$

Yhtälön (1) perusteella työntekijä valitsee työn, jonka rajatuotto vastaa hänen henkilökohtaista riskiaversiivisuuttaan. Hän siis valitsee riskinottohalukkuuden perusteella haluamansa riskimuuttujan r tason eli työpaikan tapaturmariskin. Valittu riski r on laskeva riskiaversiivisuuden suhteen: riskin kaihdamishalukkuuden kasvaessa valittu tapaturmariski pienenee. Täten työntekijän optimaalinen tapaturmariski pienenee riskiaversiivisuuden kasvaessa. Mitä suurempi työntekijän riskiaversiivisuuden taso on, sitä pieniriskisemmän työpaikan hän ottaa vastaan ja saa pienempää palkkaa, sillä palkka

on tapaturmariskin suhteen kasvava. Riskiprofiilin θ omaavan työntekijän tasapainopalkka on $w[r(\theta)] = f[r(\theta)]$.

Työntekijän osalta on huomioitava vielä osallistumisehto: työnteosta saatavan hyödyn on oltava suurempi kuin työttömyyden hyöty, eli $u(w, r, \theta) \geq u(0, 0, \theta) = 0$. Yhtälön (1) perusteella hyötyfunktio on $u(w, r, \theta) = f(r) - rf'(r)$. Henkilö osallistuu työmarkkinoille, jos hyötyfunktio on positiivinen. Funktio f on kasvava eikä voi saada negatiivisia arvoja, joten sen osalta positiivisuus täyttyy. Lisäksi tarkastellaan, millä riskiaversiivisuuden tasolla työntekijät valitsevat työn, jonka riskitaso e on positiivinen. Funktion f konkaavisuuden johdosta positiivisia arvoja $e(\theta) > 0$ saadaan, kun $\theta < f'(0)$. Tällöin ne henkilöt, joiden riskiaversiivisuuden taso on $\theta > f'(0)$ pitävät kaikkia työpaikkoja liian riskisinä, jotta palkasta saatu hyöty ylittäisi riskinottamisen haitat.

Graafisesti yksinkertainen palkkamalli voidaan esittää seuraavasti:



Kuvio 1: Kompensoivien palkkaerojen teoria mukailten Cahuc et al. (2014)

Kuviossa 1 x-akselilla on työn riskisyys ja y-akselilla palkka. Lisäksi kuvassa esiintyy työn tuottavuuden funktio f joka on hidastuvasti kasvava työn riskisyyden r suhteen. Koska palkka määräytyy työn tuottavuuden mukaan $f(r) = w(r)$, määrää funktio f myös palkan. Markkinoilla on kaksi työntekijää, riskiaversiivinen, jonka hyötyfunktio on

$u(w, r, \theta^+)$ sekä riskin rakastaja hyötyfunktiolla $u(w, r, \theta^-)$, jossa $\theta^- < \theta^+$. Kuvaan on piirretty molemmille työntekijöille palkka-riskitasossa indifferenssikäyrät, joiden kulmakertoimet vastaavat riskiaversiivisuuden tasoja θ^+ ja θ^- . Koska $u[f(r), r, \theta] = f(r) - r\theta$ ja $f'(r) = \theta$, riskiaversiivisuus θ on indifferenssikäyrän kulmakerroin. Riskiaversiivisen työntekijän indifferenssikäyrä on jyrkkä: hänelle riskin kasvua täytyy kompensoida merkittävällä palkankorotuksella. Tällainen työntekijä *voisi* työskennellä suhteellisen riskisissä töissä, mutta tällöin hänen palkkavaateensa ylittäisi tuottavuuden, eikä yritys palkkaisi häntä.

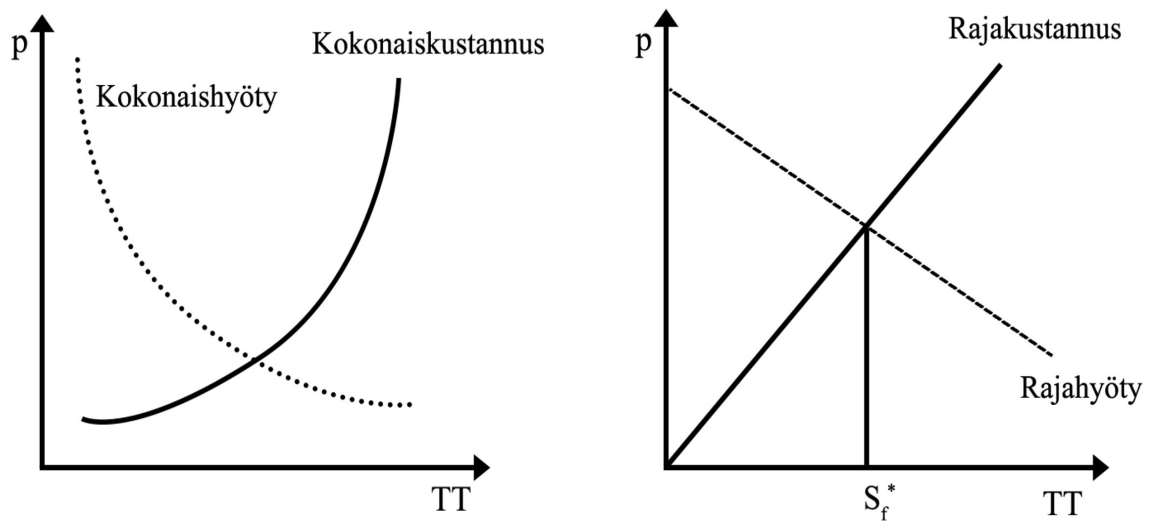
Optimaaliset palkka-riski -yhdistelmät löytyvät sieltä, missä työntekijöiden indifferenssikäyrät sivuavat tuottavuutta $f(r)$. Työntekijä valitsee mieluisen riskitason yhtälön (1) mukaisesti, esimerkiksi riskin rakastajan tapauksessa $r(\theta^-)$, jolloin palkkatasoksi muodostuu $w[r(\theta^-)]$. Voidaan huomata, että riskin kaihtaja sijoittuu matalariskiseen ja -palkkaiseen työhön, kun taas riskisempi työntekijä saa kompensatiota ottamastaan riskistä.

2.1.2 Työnantajan työturvallisuusinvestoinnit

Seuraavaksi esittelen työnantajan käyttäytymislogiikkaa, kun se valitsee sopivan palkan ja työturvallisuustason yhdistelmän. Malleissa markkinoiden oletetaan olevan täysin kilpailullisia, toimijoiden täysin rationaalisia ja informaation symmetristä. Tämä malli pohjautuu pääosin Hendersonin (1983) artikkeliin.

Markkinoiden osapuolina ovat työnantajat, jotka tekevät työn kysyntäpäätöksiä tarjotun palkan ja työturvallisuusinvestointien välillä, ja työntekijät, jotka tekevät työn tarjontapäätöksiä oman riskitasonsa mukaan aiemman osion mukaisesti. Työntekijät myös vaativat palkkاپreemiota riskisemmästä työstä (Pouliakas & Theodossiou, 2013).

Työnantajien optimointiongelmana on löytää tasapaino tarjotun palkan ja työturvallisuustason välillä. Työnantajat voivat joko tarjota työntekijöille korkeampaa palkkaa riskisemmästä työstä tai investoida työturvallisuuteen, jolloin työntekijät hyväksyvät pienempää palkkaa. Jos markkinat ovat täysin kilpailulliset ja epäsymmetristä informaatiota ei ole, työnantajan tuottaman optimaalisen työturvallisuuden tasoa voidaan havainnollistaa kuviolla 2:



Kuvio 2: Työturvallisuusinvestointien optimipiste työnantajalle mukailen Henderson (1983)

Työnantajat voivat tehdä työturvallisuusinvestointeja, kuten työturvallisuuskoulutusta tai suojavarusteita, joiden avulla voidaan pienentää työn riskiä ja työtapaturmien määrää (Pouliakas & Theodossiou, 2013). Kuviossa 2 x-akseleilla on työturvallisuustaso ja y-akseleilla hinta.

Työturvallisuusinvestointeja kutsutaan *ante-factum* -kustannuksiksi, joiden seurauksena työtapaturman riski työpaikalla laskee ja *post-factum*-kustannukset, eli tapaturman seurauksena syntyviä kuluja, kuten sairauslomakorvaukset tai tuotantokatkokset, pienenevät. Työturvallisuusinvestoinnista saatavat hyödyt ovat siis säästöt palkkakuluissa ja *post-factum*-kustannuksissa.

Yksi oletus ante- ja *post-factum*-kustannuksiin liittyen on, että tehtyjen työturvallisuusinvestointien kustannukset ja kustannukset ovat konkaaveja: investoinnin rajahyöty on laskeva ja rajakustannus nouseva. Tätä havainnollistetaan kuvion 2 oikeassa osiossa: turvallisuustason kasvaessa yhden yksikön tuottamisen hyödyt laskevat ja kustannukset nousevat.

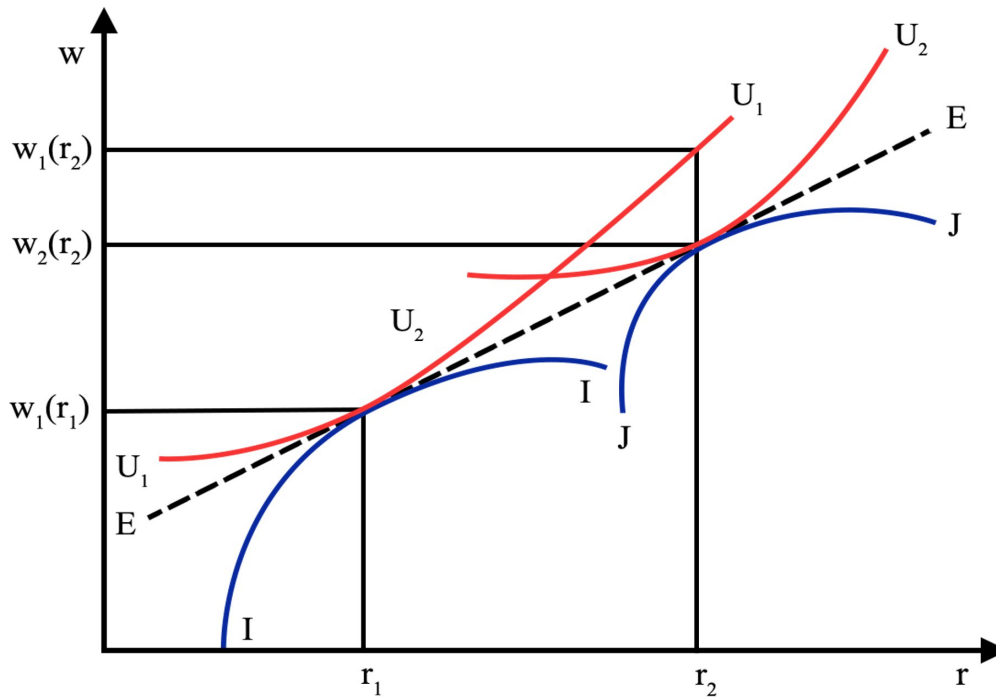
Rationaalinen työnantaja tekee investointeja työturvallisuuteen niin kauan, kun sen tuomat hyödyt pienentyneinä palkkakustannuksina ylittävät sen kustannuksen. Tämä merkitsee, että työnantajalle optimaalinen työturvallisuuden taso löytyy pisteestä S_f^* , jossa marginaalihuöty ja marginaalikustannus ovat yhtä suuret.

Tämän pisteen alapuolella marginaalihyöty ylittää kustannuksen ja työnantaja voisi tuottaa lisää työturvallisuutta palkkasäästöjen saavuttamiseksi. Vastaavasti pisteen S_f^* yläpuolella turvallisuusinvestoinnin kustannukset ovat hyötyjä suuremmat ja työnantajan kannattaa pienentää turvallisuuden tasoa.

Koska yritys ei tee työturvallisuusinvestointeja, jotka vaikuttavat negatiivisesti voittoon, se tarjoaa pienempiä palkkoja pitääkseen voitot samalla tasolla. Kun yritys on löytänyt pisteen S_f^* , se on indifferentti kaikille palkka-riski -yhdistelmille, jotka ovat tuon pisteen kanssa samalla samavoittokäyrällä (Pouliakas & Theodossiou, 2013).

Cahuc et al. (2017) yksinkertaisessa kompensoivien palkkaerojen mallissa tuotanto on nouseva työtaturmariskin suhteen, eli riskisemmät yritykset ovat tuottavampia. Samalla työntekijöille maksettava palkka on yhtäsuuri tuotannon kanssa, eli myös palkka on positiivisessa yhteydessä työtaturmariskin kanssa. Tässä kontekstissa yrityksen työturvallisuusinvestointi voisi olla tuotannon hidastaminen: yrityksen tuotanto ja tuotot pienenevät, mutta samalla kompensoivien palkkaerojen teorian mukaisesti palkkakustannukset laskevat. Mikäli yritys on pisteen S_f^* vasemmalla puolella, palkat pienenevät tuloja enemmän ja yrityksen voitot kasvavat. Yritys etsii optimaalisen tuotannon asteen, jossa menetetyn tuotannon kustannusten ja laskevien palkkojen hyötyjen erotus on nolla.

Samavoittokäyrät näkyvät kuviossa 3 janoina II ja JJ:



Kuvio 3: Markkinatasapaino vaihtelevalla työtaturmariskillä mukaillen Pouliakas & Theodossious (2013)

Kuten aiemmin todettiin, yrityksen tarjoama palkka nousee riskin kasvaessa. Jos oletetaan, että yritysten tarjoamat työt ovat riskitasoiltaan ja työturvallisuusinvestointien mahdollisuuksiltaan heterogeenisiä, täytyy kunkin yrityksen samavoittokäyrän olla erilainen. Oletus heterogeenisistä riskitasoista on luonteva: valmistavan teollisuuden yrityksessä on huomattavasti enemmän tapaturmariskejä toimistotyötä teettäviin yrityksiin verrattuna esimerkiksi huonojen työasentojen sekä vaarallisten koneiden takia (Pouliakas & Theodossious, 2013, 170–171). Tällöin erilaisten yritysten samavoittokäyrien täytyy poiketa toisistaan. Samavoittokäyrät esitetään kuviossa 3 janoilla II ja JJ.

2.1.3 Markkinoiden palkka-riski -tasapaino

Työntekijöiden riskipreferenssien heterogeenisyyttä havainnollistetaan jälleen kuviossa 3 indifferenceikäyrillä U_1U_1 ja U_2U_2 . Cahuc et al. (2014) mallista poiketen työntekijöiden indifferenceikäyrät eivät ole lineaarisia, eli palkan ja riskin välinen substituuutio ei ole vakio. Palkalla on laskeva rajahyöty, eli yhden riskiyksikön lisääminen pienentää hyötyä enemmän, kun riski on korkealla tasolla, jolloin samalla indifferenceikäyrällä pysyminen vaatii suuremman palkankorotuksen per riskiyksikkö.

Riskiaversiivisempaa työntekijää kuvataan käyrällä U1U1: hänelle täytyisi maksaa huomattavasti korkeampaa palkkiota verrattuna riskiä kaihtamattomaan työntekijään samalla riskitasolla. Koska yritys palkkaa sen, joka hyväksyy pienemmän palkan, riskiaversiivinen työntekijä ei sijoitu riskisiin töihin. Lisäksi tämä työntekijä ei edes harkitse joitain korkeariskisiä töitä, joita riskinottaja voisi ottaa vastaan.

Työn tarjonta- ja kysyntäpäätökset tehdään sellaisessa palkka-riski-pisteessä (r,w) , joka on sekä työntekijän indifferenssikäyrällä ja yrityksen samavoittokäyrällä. Optimaalisia pisteitä ovat ne, joissa käyrät sivuavat toisiaan. Kuviossa 3 optimaalisia pisteitä ovat riskiaversiiviselle työntekijälle (r_1,w_1) ja riskiä rakastavalle työntekijälle (r_2,w_2) . Tällöin riskiaversiiviset työntekijät sijoittuvat niihin yrityksiin, joille työturvallisuuden parantaminen on halvempaa ja jotka siten tarjoavat pienempää palkkaa. Riskiä kaihtamattomat työntekijät puolestaan sijoittuvat niihin yrityksiin, joissa työturvallisuusinvestoinnit ovat kalliita ja optimaalinen ratkaisu on tarjota työntekijöille palkkiota korkeammasta riskistä (Pouliakas & Theodossiou, 2013).

Kompensoivien palkkaerojen teorian perusajatus on, että kun heterogeeniset työntekijät ja yritykset tekevät palkkauspäätöksiä eri palkka-riski-yhdistelmillä, markkinoilla vallitseva palkan ja riskin välinen yhteys tulee näkyväksi janalla EE ja hedonisen hintateorian mukainen markkinatasapainokäyrä tulee näkyväksi.

Markkinatasapainokäyrän tulkinnassa on kuitenkin oltava tarkkaavainen, sillä vaikka sitä voidaan käyttää hyvinvointianalyysiin, se ei sovellu ei-marginaalisiin johtopäätöksiin (Greenstone, 2017, 1894). Kussakin markkinatasapainokäyrän pisteessä työntekijän marginaalinen maksuhalukkuus (marginal willingness to pay, MWTP) työtaturmariskin pienentämisestä vastaa työnantajan työturvallisuusinvestoinnin tuottamisen rajakustannusta.

Markkinatasapainokäyrä muodostuu yksittäisistä markkinoilla havaituista tarjonta- ja indifferenssikäyrien kohtauspisteistä. Kussakin markkinatasapainokäyrän pisteessä on toinen työntekijä, jonka preferenssit saattavat olla hyvin erilaisia. Siten markkinatasapainokäyrää voidaan hyödyntää marginaalimuutoksen hyvinvointivaikutusten arvioimiseen eri populaatiosegmenteissä tai populaation osan keskimääräisen marginaalimaksuhalukkuuden laskemiseen, mutta ei suurten muutosten aiheuttamien hyvinvointivaikutuksien arviointiin.

Toisin sanottuna työntekijöiden preferenssien vaihtelu eri kohdissa janaa EE tarkoittaa työntekijöiden valikoituvan erilaisiin töihin. Empiirisen analyysin ja erityisesti kausaalipäättelyn kannalta valikoituminen on haaste, sillä siirryttäessä janaalla EE riskitasosta toiseen siirrytään tarkastelemaan myös preferensseiltään erilaista työntekijäjoukkoa. Koska preferenssien voidaan olettaa vaikuttavan myös muihin palkkaan vaikuttavaan tekijöihin, pelkän työtaturmariskin muutoksen vaikutusta palkkaan on vaikeaa erottaa muista. Tarkastelen valikoitumista lähemmin luvussa 3.

2.2 Markkinoiden epätäydellisyystekijöitä

Täydellisten markkinoiden kompensoivien palkkaerojen malli on elegantti työtaturmariskin palkkavaikutuksen havainnollistamiseen, mutta täydellisten työmarkkinoiden oletus on epärealistinen siirryttäessä puhtaasta teoriasta empiriaan. Tässä osiossa tarkastelen epätäydellisyystekijöitä, jotka on otettava huomioon empiiristä analyysiä tehdessä.

Ensimmäiseksi työntekijöiden informaatio työpaikan tai työn riskeistä ei todennäköisesti ole täydellistä ainakaan ennen työsuhteen muodostamista. Informaation epäsymmetrisyyden takia työntekijä saattaa päätyä työhön, joka ei vastaa hänen riskiaversiivisuuden tasoaan. Lisäksi eräät systemaattiset harhat voivat vaikuttaa työntekijöiden käyttäytymiseen, jolloin työntekijä ei toimi rationaalisen toimijan oletusten mukaisesti, vaikka informaatiota olisikin saatavilla. Näiden systemaattisten harhojen tutkimuksen kulmakivi on Kahnemanin ja Tverskyn prospektiteoria, jonka perusteella tavanomainen odotetun hyödyn teoria ei ole riittävä toimijoiden käyttäytymisen mallintamiseen (Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1974, 1991).

Informaation ja sen hyödyntämiseen liittyvien vinoumien lisäksi on huomioitava työntekijöiden preferensseihin vaikuttavat vinoumat sekä käyttäytymiseen vaikuttavat kannustimet. Edeltävistä esimerkki on ihmisten taipumus pyrkiä välttämään menetyksiä, kun taas kattava vakuutus pienentää tapaturman taloudellisia vaikutuksia, jolloin työntekijöillä saattaa olla kannusteita ottaa suurempia riskejä verrattuna vakuuttamattomaan tilanteeseen. Tätä käyttäytymisen muutosta kutsutaan moraalikadoksi. (Holmstrom, 1979, 3–4.)

2.2.1 Informaatio-ongelmat

Aiemmin tässä luvussa esitellyn täydellisten markkinoiden mallin mukaan työntekijän hyötyfunktion maksimoi se työpaikka, jossa työpaikan riskitaso vastaa työntekijän riskiaversiivisuutta. Täydelliset markkinat voivat kuitenkin toimia ainoastaan tilanteessa, jossa myös informaatio osapuolten välillä on täydellistä.

Epäsymmetrisellä informaatiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa transaktion osapuolina olevilla toimijoilla on eri määrä tietoa transaktion kohteesta. Työmarkkinoilla informaation epäsymmetrisyyttä voidaan ajatella ilmaantuvan työnantajan ja työntekijän välille työpaikan ominaisuuksista. On intuitiivinen oletus, että työntekijä ei saa täydellistä tietoa työpaikan työtaturmariskistä ennen työhön astumista, jos silloinkaan. Hyvin harvinaisten tapaturmien tai pitkän ajan päästä ilmenevien ammattitautien tapauksessa riskin arvioimisen voidaan ajatella olevan jopa mahdotonta. (Henderson, 1983, 79; Pouliakas & Theodossiou, 2013, 186.)

2.2.2 Informaatioharhat ja prospektiteoria

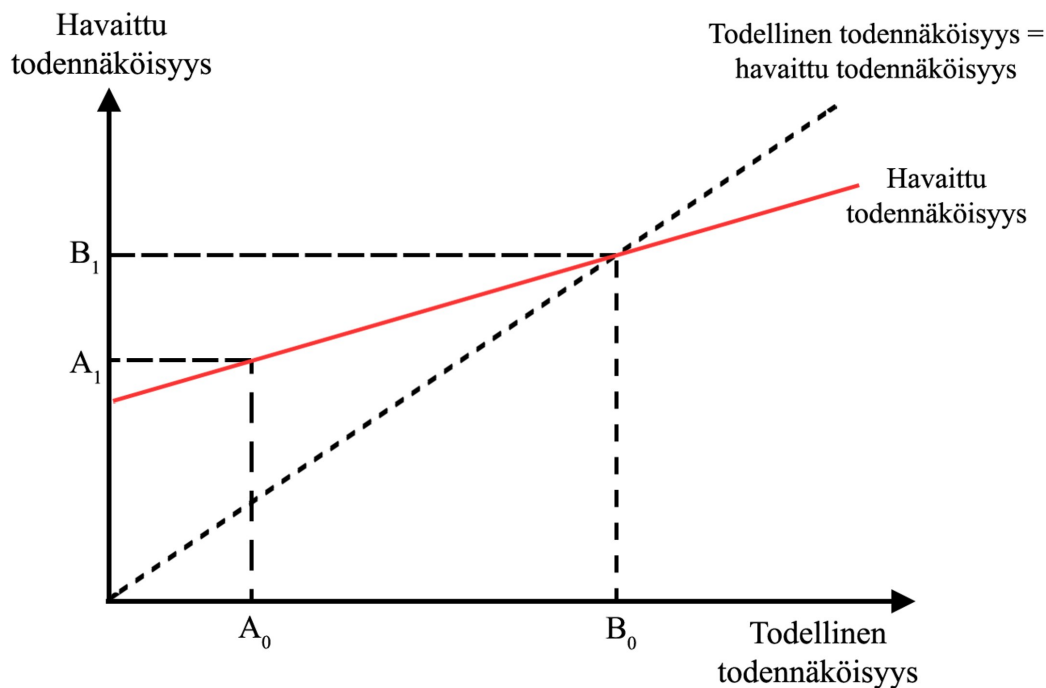
Informaation puuttumisen tai epäsymmetrisyyden lisäksi ihmisillä on todettu järjestelmällisiä riskeihin liittyviä käyttäytymisvinoumia, jotka heikentävät entisestään perusteita täydellisten markkinoiden oletukselle. Eräät keskeisimmät prospektiteoriasta nousevat vinoumat ovat ihmisten taipumus arvioida väärin tapahtumien todennäköisyyksiä sekä halu välttää menetyksiä (engl. loss aversion). (Kahneman & Tversky, 1979; Tversky & Kahneman, 1974, 1991; Viscusi, 1993.)

Todennäköisyyksien väärinarviointia ilmenee, kun toimija joko yli- tai aliarvioi tapahtuman todennäköisyyden, vaikka tietäisi tai voisi helposti selvittää tapahtuman todellisen todennäköisyyden. Ihmiset eivät siis prosessoi informaatiota todennäköisyyksistä rationaalisen toimijan oletusten mukaisesti (Pouliakas & Theodossiou, 2013, 187).

Yksi todennäköisyyden arviointiin vaikuttava tekijä on edustavuusharha (engl. representativeness), jolloin toimijan tekemään todennäköisyysarvioon vaikuttaa kysymyksen kohteen ja mahdollisen lopputuloksen ajateltu yhteensopivuus (Tversky & Kahneman, 1974, 3). Kahnemanin ja Tverskyn (1974) esimerkissä koehenkilöiden mielestä tarkka introvertti oli todennäköisemmin kirjastonhoitaja kuin maanviljelijä, vaikka maanviljelijöiden osuus työvoimasta oli tuolloin suurempi. He osoittivat edustavuusharhan olevan hyvin voimakas: toimijat arvioivat todennäköisyydet väärin, vaikka heille olisi aiemmin erikseen kerrottu todelliset todennäköisyydet.

Toinen todennäköisyyksien arvioinnin tarkkuutta heikentävä harha on saatavuusharha (engl. Availability). Saatavuusharha tarkoittaa, että toimijan tekemään arvioon todennäköisyydestä vaikuttaa, kuinka usein toimija muistaa kyseisen tapahtuman sattuneen ja kuinka tuttu hänelle tapahtuma on. Harhan johdosta toimija yliarvioi tuttujen ja aliarvioi tuntemattomien tapahtumien todennäköisyyksiä (Tversky & Kahneman, 1974, 15). Saatavuusharha voi johtaa harvinaisten tapahtumien todennäköisyyden yliarviointiin esimerkiksi uutisoinnin kautta.

Riskin arviointiharha voidaan esittää seuraavasti:



Kuvio 4: Tapaturmatodennäköisyyden arviointiharha mukailen Viscusi (1993)

Kuviossa 4 katkoviiva kuvaa todellista todennäköisyyttä, joka nousee tasaisesti origosta lähtien. Jatkuvalle punaisella viivalla kuvataan koettua todennäköisyyttä. Jos henkilöllä on taipumus yliarvioida matalia todennäköisyyksiä, viiva on aluksi todellisen todennäköisyyden yläpuolella. Tällainen tilanne on janojen A_0 ja A_1 risteyskohdassa, jossa henkilön tekemän todennäköisyyden yliarvioinnin suuruus on $A_1 - A_0$. Todennäköisyyden kasvaessa yliarvioinnin osuus laskee, kunnes henkilön kokema todennäköisyys vastaa todellisuutta, eli $B_1 = B_0$. Kahnemanin ja Tverskyn (1974) mukaan ihmiset aliarvioivat suuria todennäköisyyksiä, joten tuon pisteen jälkeen havaitun todennäköisyyden jana siirtyy todellisen todennäköisyyden janan alapuolelle.

Tilastokeskuksen työvoimatutkimuksen mukaan vuonna 2019 Suomessa tehtiin työllisten toimesta 4 141 593 000 työtuntia. Samana vuonna Tapaturmavakuutuskeskus arvioi tapahtuneen 23 kuolemaan johtanutta työpaikkatapaturmaa (TVK, 2020, 35). Täten valtakunnallisesti vuonna 2019 sattui yksi työpaikkakuolema per 180 069 261 työtuntia. Työtapaturmaisesti kuoleminen on siis erittäin epätodennäköistä, jolloin sen voidaan ajatella sijoittuvan lähelle kuvion 4 origoa. Lisäksi vuonna 2019 kaikkien toimialojen työpaikkatapaturmien taajuuden keskiarvo oli 35,6 työpaikkatapaturmaa per miljoona työtuntia. On siis perusteltua olettaa työpaikalla loukkaantumisen ja kuoleamisen todennäköisyyksien olevan pieniä, jolloin ne ovat alttiita järjestelmälliselle yliarvioimiselle.

2.2.3 Informaatio-ongelmat kompensoivien palkkaerojen kontekstissa

Oletetaan, että työpaikan k todellinen riskitaso on r_k , mutta osapuolten välillä on informaation epäsymmetria tai työntekijän käyttäytymiseen vaikuttaa systemaattinen harha. Tällöin työntekijä tekee tapaturmariskistä arvion $r_k^* = r_k + r_a$, jossa r_k^* on työntekijän arvioima riskitaso työpaikalle k ja r_a on työntekijän tekemän ali- tai yliarvioinnin suuruus. Jos työntekijän arvioima riskitaso vastaa hänen riskiaversiivisuutensa tasoa, tämä ottaa työn vastaan. Palkka määräytyy kuitenkin yhä todellisen riskitason mukaan eli $w(r_k)$.

Mikäli työntekijä ottaa vastaan työn, jolle hän on yliarvioinut työtapaturmariskin eli $r_k^* > r_k$, hän sijoittuu optimaalista valintaa pieniriskisempään ja -palkkaisempaan valintaan. Jos toimija on rationaalinen, vastaanotettu työ paljastaa työntekijälle optimaalisen riskin tason olevan r_k^* , koska hän tekee optimaalisen ratkaisun saatavilla olevan informaation mukaisesti. Tässä tapauksessa epätäydellisen informaation takia hän on sijoittunut epäoptimaaliseen työhön: koska palkka kasvaa riskitason kasvaessa, työntekijän palkka optimaalisen riskitason työpaikassa on $w(r_k^*) > w(r_k)$.

Viscusi (1993, 1920) toteaa, että epäsymmetrisen informaation johdosta työntekijä irtisanoutuu helpommin, kun työn epämiellyttävät ominaisuudet selviävät hänelle. Epäsymmetrinen informaatio siis hidastaa optimaalisten työsuhteiden muodostumista tai estää niiden syntyminen kokonaan, mikäli työntekijä ei saa tarpeeksi informaatiota työssä aloittamisen jälkeen.

Jos työntekijän informaatio täydentyisi myöhemmin, hän siirtyisi toiseen työpaikkaan, jonka riskitason työntekijä arvioi olevan hänelle optimaalinen, eli $r_k^* = r_k$. Mikäli työntekijä arvioi riskitason toistuvasti väärin, työpaikan vaihtaminen jatkuu, kunnes työntekijä tekee oikean arvion. Toisaalta jos työntekijän tekemän väärinarvioinnin taustalla on systemaattinen harha, työntekijän käyttäytyminen ei välttämättä muutu informaation täytyessä, koska hän ei prosessoisi informaatiota rationaalisella tavalla.

2.2.4 Tappion välttäminen

Todennäköisyyksien arviointiharhan lisäksi behavioraalisen taloustieteen tutkimuksessa on huomattu, että oletus ihmisten vakaista ja hyvin määritellyistä riskipreferensseistä saattaa olla yliampuva (Pouliakas & Theodossiou, 2013, 187).

Kahnemanin ja Tverskyn (1979) havaitsivat, että negatiivisen riskin tapauksessa koehenkilöt valitsivat mielummin pienen, mutta varman tappion kuin hyvin epätodennäköisen mutta merkittävästi suuremman tappion. Käytännössä henkilöt olisivat halunneet maksaa eräänlaisesta vakuutuksesta, jotta heidän ei tarvitsisi altistua suuremman tappion aiheuttavalle riskille.

Tappion välttämisen on havaittu olevan merkittävä ihmisten käyttäytymiseen vaikuttava tekijä: menettämisestä aiheutuva havaittu tappio on suurempi kuin saman summan saamisesta aiheutuva hyöty. Vinoumaa on havaittu esimerkiksi kaupankäyntikokeissa, joissa henkilö arvotti tuotetta erillä tavalla riippuen oliko hän ostamassa vai myymässä sitä. Koska menetystä painotetaan saamista enemmän, koehenkilöiden vaatima hinta oli merkittävästi suurempi kuin mitä muut olivat valmiita maksamaan saadakseen tuotteen. (Tversky & Kahneman, 1991, 1054–5.)

Tappion välttämällä voi olla implikaatioita myös kompensoiviin palkkaeroihin, sillä työntekijät saattavat reagoida työturvallisuuden lisääntymiseen ja pienentymiseen eri tavoilla. Tällöin muutokset palkassa ovat erisuuruiset riippuen työturvallisuuden muutoksen suunnasta. Jos työturvallisuutta vähennetään, tappion välttämisen vinouman johdosta työntekijöiden palkkaa täytyisi korottaa enemmän kuin täydellisten markkinoiden mallin perusteella voisi odottaa. Vastaavasti työturvallisuuden lisääminen ei ole työntekijöille kovin mieleistä, joten he eivät hyväksy täydellisten markkinoiden mallin mukaista palkan pienentymistä.

2.2.5 Moraalikato

Useimmissa teollisuusmaissa on voimassa jonkinlainen työtaturmavakuutusjärjestelmä, jossa työnantajien tulee maksaa työntekijöilleen tapaturmavakuutus. Esimerkiksi Suomessa työnantajalla on vakuuttamisvelvollisuus, kun tämä maksaa teettämästään työstä työntekijälle yli 1200 euroa vuodessa (TyTAL 1:3.2 §). Suomessa työtaturmavakuuttaminen on lakisäätöistä, mutta sen käytännön toimeenpanoa hoitavat viranomaisien hyväksymät vakuutusyhtiöt, joilta työnantajan on hankittava vakuutus työntekijöilleen. Valtion virkahenkilöstön työtaturmat käsittelee Valtiokonttori, minkä lisäksi Tapaturmavakuutuskeskus käsittelee vahinkotapaukset, joissa työnantaja on laiminlyönyt vakuuttamisvelvollisuutensa.

Työntekijän vakuuttaminen voi kuitenkin aiheuttaa epätoivottavaa käytöstä moraalikadon takia. Moraalikadolla¹ (engl. moral hazard) tarkoitetaan tilannetta, jossa vakuutettu voi riskin jakamisen ja epäsymmetrisen informaation ansiosta toimia tavalla, joka muuttaa epäsuotuisan tapahtuman sattumisen todennäköisyyttä (Holmstrom, 1979, 74).

Moraalikato on epäsymmetrisen informaation ja vakuutuksen aiheuttama ilmiö, sillä vakuutusyhtiön on mahdotonta saada täydellistä tietoa vakuutettujen käyttäytymisestä. Lisäksi vakuutuksen ansiosta työntekijä ei joudu kantamaan kaikkia toimintansa taloudellisia vaikutuksia, eli tämän opinnäytteen kontekstissa työtaturmasta aiheutuneita kustannuksia. Nämä kaksi seikkaa luovat kannustinongelman: työntekijän kannustimet riskien välttämiseen pienenevät vakuutusmäärien kasvaessa, sillä mitä kattavampi vakuutus hänellä on, sitä pienempi osa aiheutuvista kuluista hänen täytyy maksaa itse. (Stiglitz, 1983, 5–6).

Moraalikato ilmenee siis tilanteissa, joissa on riskiä, vakuutus sekä epäsymmetristä informaatiota (Stiglitz, 1983, 6). Suomessa ja useimmissa muissa korkean elintason maissa työtaturmat täyttävät kaikki nämä ehdot: työssä vahingoittumisen riski on aina olemassa, vakuuttaminen joko yleistä tai pakollista sekä työntekijöiden täydellinen valvonta on mahdotonta. Ruserin ja Butlerin (2010, 25–32) empiirisen katsauksen mukaan vakuutuskorvausten määrän kasvulla on positiivinen yhteys sekä tehtyjen työtaturmailmoitusten että sairauspoissaolojen määrään yhdysvaltalaisissa aineistoissa. Suomessa työtaturmavakuutus korvaa 100 % tapaturman aiheuttamasta

¹ Bakerin (1996, 244-245) mukaan moraalikadon käsitteen kehittymisen aikaan sanalla "hazard" viitattiin sattumaan, joka puolestaan juontaa 1800-luvulla suosiossa olleeseen Hazard-noppapeliin. Alkujaan käsite oli rinnastus vakuustustoiminnan ja todennäköisyyteen pohjaavien pelien välillä.

ansionmenetyksestä ensimmäisen vuoden ajan, jonka jälkeen tapaturmaeläkkeenä maksetaan 85 % vuosityöansiosta (TyTAL, 66 §).

2.3 Kompensoivien palkkaerojen empiriaa

Esittelen tässä osiossa yleisimmin käytetyn työtaturmariskin palkkapreemion tutkimuksen empiirisen lähestymistavan, joka pohjautuu kuviossa 3 esitetyn janan EE estimointipyrkimyksiin.

2.3.1 Markkinatasapainokäyrän estimointi

Kompensoivien palkkaerojen empiirisen tarkastelun kulmakivi on hedonisen palkkayhtälön estimointi (Pouliakas & Theodossiou, 2013, 179). Käytännössä tällä tarkoitetaan yritystä estimoida kuvion 3 janaa EE, josta paljastuu markkinoilla vallitseva palkan ja riskin välinen yhteys.

Tavanomaisessa palkkayhtälössä palkkaa tai sen luonnollista logaritmia selitetään riskimuuttujilla sekä työntekijän ja työpaikan ominaisuuksilla (Pouliakas & Theodossiou, 2013, 179):

$$\ln(w_i) = \beta_0 + \beta_1 f_i + \beta_2 r_i + x' y + u_i \quad (1)$$

Jossa w_i on yksilön ($i = 1, \dots, N$) ansiot, f_i kuolettavan tapaturman riski, r_i ei-kuolettavan tapaturman riski ja x' sisältää muut työpaikan ja työntekijän ominaisuudet, joita käytetään kontrollimuuttujina. Tavalliseen tapaan u_i on regression virhetermi.

Yksinkertaisimmillaan palkkayhtälön selittäjät ovat eksogeenisia, eli $Cov(f_i, u_i) = 0$, $Cov(r_i, u_i) = 0$ ja $Cov(x', u_i) = 0$. Kun kaikki selittävät muuttujat ovat eksogeenisia, β_1 ja β_2 voidaan tulkita työssä kuoleamisen ja loukkaantumisen implisiittisiksi hinnoiksi (Black & Kniesner, 2003, 207).

Vaihtoehtoisen tulkinnan mukaan kertoimien β_1 ja β_2 ajatellaan olevan harhattomia estimaatteja työntekijöiden vaatimasta palkkapreemiosta, kun kuoleman tai loukkaantumisen riski kasvaa yhdellä yksiköllä (Pouliakas & Theodossiou, 2013).

2.3.2 Palkkamuuttuja

Palkkayhtälön selitettävänä muuttujana on työntekijän palkka. Kompensoivien palkkaerojen tutkimuksen alkuaikoina palkkamuuttuja saattoi olla ilman logaritmia,

mutta myöhemmin selitettäväksi muuttujaksi vakiintui palkan logaritmi. Viscusi (1993, 1917) argumentoi, että palkkamuuttujan tulisi parhaassa olla työntekijän tuntipalkka, mutta toteaa tämän olevan usein mahdotonta.

Erilaisia palkkamuuttujia on lähes yhtä monta kuin tutkimuksiakin: esimerkiksi Thaler & Rosen (1976) käyttivät viikkopalkkaa ilman logaritmia, Marin ja Psacharopoulos (1982) vuoden ansioiden logaritmia. Tässä opinnäytetyössä käytetään päiväpalkkaa, joka on mahdollista laskea suomalaisten vakuutuslaitosten maksamista ansionmenetykskorvaussummista.

Viscusi (1993) jatkaa palkkamuuttujasta, että sen tulisi mieluiten olla nettopalkan muodossa, sillä palkasta käteen jäävä osuus on työntekijöille olennaisin. Tämä vaatimus ei Viscusin mukaan ole pakottava, paitsi jos palkkayhtälöön lisätään ansionmenetykskorvausten määrä. Tällöin palkan ja ansionmenetykskorvauksen tulisi olla nettomuodossa, jotta ansionmenetykskorvausten palkkavaikutus lasketaan oikein.

Käytän tässä opinnäytetyössä palkkamuuttujana ansionmenetykskorvausten summista johdettuja päiväpalkkoja. Lähestymistapa ei ole täysin tarkka, mutta sillä saadaan vaivattomasti arvioitua kymmenien tuhansien työntekijöiden palkat. Esittelen palkkamuuttujan tarkemmin luvussa 3.

2.3.3 Riskimuuttujat

Työn kuoleman tai tapaturman riskitasoa arvioidaan yleensä käyttämällä valtion tai muun julkisen tilastoijan keräämiä tilastoja: esimerkiksi Yhdysvalloissa hyödynnetään usein Bureau of Labour Statisticsin (BLS) keräämiä työtapaturmatilastoja. Tällaisissa lähteissä tapaukseen liitetään yleensä vahingoittuneen toimiala- tai ammattikoodi vaihtelevalla tarkkuudella, jolloin voidaan laskea tapaturmien määrä toimialoittain tai ammattiteittain. Esimerkiksi BLS esittää vuoden 1971 jälkeen kerätyissä tilastoissa toimialan yhden numeron tarkkuudella (Viscusi, 1993). Tapaturmariskiä voidaan mitata myös yritystasolla, jota voidaan pitää tarkempana riskimittarina, sillä siihen sisältyy myös alalla toimivien yritysten riskin heterogeenisuus (Lalive, 2003).

Joissain tapauksissa riskitason mittarina on käytetty työntekijän omaa arviota työtapaturmaisesti kuolemista. Tämän lähestymistavan ongelmana on kuitenkin luvussa 2 esitelty ihmisten taipumus yliarvioida pieniä todennäköisyyksiä. Eräässä

tutkimuksessa valkokaulustyöntekijät arvioivat vuosittaiseksi kuolinriskikseen 1/2000, vaikka Yhdysvalloissa kuolinriski tuolloin oli keskimäärin 1/10000.

Suomessa toimialakohtaisen tapaturmariskin mittarina voidaan käyttää Tapaturmavakuutuskeskuksen laskemaa työpaikkatapaturmien tapaturmataajuutta toimialoittain ja ammateittain. TVK laskee tapaturmataajuuden suhteuttamalla ammattiluokassa tai toimialalla sattuneet työpaikkatapaturmat Tilastokeskuksen työvoimatutkimuksessa keräämiin tehtyihin työtunteihin. Tapaturmavakuutuskeskuksen käyttämä tapaturmataajuus on vahinkojen lukumäärä per miljoona työtuntia.

TVK laskee tapaturmataajuusluvut toimialoittain ja ammateittain kahden numeron tarkkuudella. Näin lasketut taajuudet eivät kuitenkaan ole välttämättä perusteltu vaihtoehto tämän opinnäytetyön käyttötarkoitukseen, sillä ne ovat alttiita aggregointiharhalle. Koska vahinkojen tiedoissa vahingoittuneen ammattiluokka on useimmiten merkitty kahta numeroa tarkemmin, on järkevää pyrkiä tarkastelemaan tapaturmataajuutta kahta numeroa tarkemmalla luokittelulla. Tilastokeskus ei valitettavasti tarjoa julkisesti saataville riittävän tarkkoja tietoja ammattiluokittain tehdyistä työtunneista, joten Tapaturmavakuutuskeskuksen laskutavan tarkentaminen ei ole mahdollista tämän opinnäytetyön puitteissa.

Työtatapaturmien määrää voidaan suhteuttaa myös esimerkiksi alalla työskentelevien määrään (Moore, 2014, 73). Koska Tilastokeskuksesta on julkisesti saatavilla työntekijöiden lukumäärä ammattiluokittain viiden numeron tarkkuudella vuosina 2016-2019, on luontevaa suhteuttaa sattuneiden työpaikkatapaturmien lukumäärä alalla työskentelevien lukumäärään kunakin vuonna.

2.3.4 Kontrollimuuttujat

Vektori x' sisältää tavanomaisia kontrollimuuttujia työntekijöistä, esimerkiksi iän, sukupuolen, työkokemuksen, koulutuksen ja ammattiliittostatuksen. Lisäksi vektoriin voidaan sisällyttää ansionmenetykskorvauksen (engl. workers' compensation) määrä tapaturman sattuessa sekä kontrollimuuttujien yhteisvaikutuskertoimia tapaturmariskimuuttujien kanssa (Moore, 1990; Thaler & Rosen, 1976; Viscusi, 1993, 1916).

2.3.4.1 Ikä ja elinajan odote

Palkkayhtälössä ikä täytyy ottaa erityisesti huomioon, sillä vaikka yhtälö (2) ottaa kuoleman todennäköisyyden huomioon, se ei huomioi mahdollisen menetetyn elämän pituutta ja laatua, joka vaihtelee työntekijöiden välillä. Nuoremmalla työntekijällä on enemmän elinvuosia menetettävänä kuin vanhemmalla työntekijällä, joten iällä saattaa olla vaikutusta markkinatasapainokäyrän EE sijaintiin (Viscusi, 1993, 1920).

Viscusin (1993, 1920–1921) mukaan yksinkertaisin tapa huomioida henkilön elinaika on lisätä palkkayhtälöön iän ja riskimuuttujan yhdysvaikutus. Tätä lähestymistapaa käytettiin 70-luvun tutkimuksissa, joissa tämän yhdysvaikutuksen havaittiin olevan negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä (Thaler & Rosen, 1976). Iän ja riskimuuttujan yhdysvaikutuksen kehittyneempi versio on elinajan odotteen ja riskimuuttujan yhdysvaikutus. Tällä selittäjällä saadaan huomioitua, että nuorempien työntekijöiden mahdollinen menetys on vanhempia suurempi.

Yhdysvaikutukset ovat käyttökelpoisia iän huomioonottamisen tapoja, mutta ne eivät huomioi jäljellä olevien elinvuosien diskonttausta. Toisin sanottuna henkilö ei anna päätöksenteossaan samaa painoarvoa lähitulevaisuuden elinvuodelle kuin kaukaiselle elinvuodelle. Viscusin (1993, 1921) esittämässä lähestymistavassa diskonttaus otetaan huomioon muuttamalla riskimuuttuja muotoon $p(1 - e^{-rT})/r$, jossa r on diskonttaustahti ja T jäljellä oleva elinodote. Mikäli työntekijän ikä vaikuttaa vain hänen omiin preferensseihinsä, tällainen malli tuottaa estimaatit implisiittisestä hengen hinnasta, menetetyn diskontatun elinvuoden hinnasta sekä työntekijöiden käyttämästä aikapreferenssistä, jota he käyttävät diskonttaukseen.

2.3.4.2 Ammattiliittostatus

Marinin ja Psacharopouloksen (1982, 834) mukaan estimoitavaan palkkayhtälöön on hyödyllistä sisällyttää sekä ammattiliittostatus että ammattiliittostatuksen ja työtaturmariskin yhdysvaikutus. Ammattiliittoon kuulumisen vaikutus on järkevää kontrolloida varsinkin maissa, joissa liitoilla on paljon vaikutusvaltaa työmarkkinoilla.

Yhdysvaikutuksen sisällyttämisellä voidaan havaita, jos ammattiliitot suurentavat tai pienentävät palkan ja riskin välistä yhteyttä. Tämän estimaatin on havaittu esimerkiksi Yhdistyneessä kuningaskunnassa olevan negatiivinen, eli ammattiliitot pienentävät työtaturmariskin kasvusta saatavaa kompensatiota. (Marin & Psacharopoulos, 1982, 834.)

Mooren ja Viscusin (1990, 119-120) analyysin mukaan yhdysvaltalaiset ammattiliittojen jäsenet puolestaan saavat ei-jäseneneen verrattuna suurempaa kompensatiota otetusta riskistä. Lisäksi liittoon kuuluvien palkka pienenee vähemmän, kun ansionmenetykskorvaukset tapaturman sattuessa kasvavat.

2.3.5 Tilastollinen henki ja tilastollinen tapaturma

Palkkapreemioiden estimaatteja käyttäen voidaan pyrkiä arvioimaan yhden työturvallisuustoimilla vähennetyt kuoleman implisiittinen hinta. *Tilastollisen hengen hinnan* arviointi on yleinen käytäntö tapaturmariskin palkkavaikutuksia arvioitaessa (Pouliakas & Theodossiou, 2013, s. 179).

Kuten johdannossa todettiin, tilastollisen hengen hinta on se palkanvähennys, jonka työntekijät hyväksyvät, jotta työssä tapahtuvien kuolemien määrän odotusarvo vähenee yhdellä. Täten tilastollisen hengen hintaa voidaan käyttää antamaan osviittaa yksilöiden maksuhalukkuudesta riskin vähentämiseen myös muissa tilanteissa, jolloin se olisi hyödyllinen työkalu myös poliittisessa mielessä (Black & Kniesner, 2003, s. 205).

Avataan tilastollisen hengen hinnan käsitettä Thalerin ja Rosenin (1976, 292) esimerkillä: eräs heidän arvioimistaan β_1 -estimaateista oli 0,0352, kun selitettävänä muuttujana oli henkilön viikkopalkka dollareina. Täten kuolemaan johtavan tapaturman riskin kasvu yhdellä yksiköllä kasvattaa viikkopalkkaa 0,0352 dollaria. Koska kuolettavan tapaturman riski on erittäin pieni, järkevän esimerkin muodostamiseksi Thaler ja Rosen skaalasivat riskimuuttujaa ja totesivat, että riskin kasvaessa yhdellä tuhannesosalla palkka kasvaa 3,52 dollaria viikossa eli vuositasolla noin 176 dollaria.

Thaler ja Rosen kehottavat pohtimaan työntekijöiden joukkoa, jossa on 1000 henkilöä ja joiden vuotuinen kuolettavan työtapaturman sattumisen riski kasvaa yhden tuhannesosan. Tällöin vuosittain työtapaturmaisesti kuolevien lukumäärä kasvaa yhdellä. Koska työntekijät vaativat tuhannesosan riskin kasvusta 176 dollaria preemiota palkkaansa, se implikoi heidän olevan valmiita maksamaan saman summan palkan pienennyksenä, jos riskiä pienennettäisiin tuhannesosalla. Tällöin työntekijät maksavat yhteensä 176 000 dollaria ja yksi henkilö pysyy hengissä eli tuon hengen implisiittinen arvo työntekijöille on 176 000 dollaria.

Tilastollisen hengen arvo implikoi myös, että työnantajalle tuon tuhannesosan riskin poistaminen maksaa yli 176 000 dollaria: mikäli riskin vähentäminen olisi tätä

halvempaa, työnantaja maksaisi riskin vähennyksestä ja tarjoaisi työntekijöilleen 176 dollaria vähemmän palkkaa vuodessa.

Jos työturvallisuuden hinta työntekijöille on vakio, eli jos työtapaturmariskin vähentäminen yhdellä tuhannesosalla pienentää työntekijän palkkaa 176 dollaria millä tahansa riskitasolla, rationaaliset työntekijät ovat vastaavasti valmiita 176 dollarin palkankorotukseen, tapaturmariskin kasvaessa tuhannesosalla. On kuitenkin havaittu, että VSL on negatiivisesti yhteydessä riskitasoon. Tämän on ajateltu johtuvan töihin valikoitumisesta: riskiaversiiviset työntekijät valikoituvat turvallisiin töihin, ja vaativat merkittävää palkankorotusta työtapaturmariskin kasvaessa, kun taas riskiä rakastavat työntekijät eivät pidä työtapaturmariskin muutosta niin merkittävänä. Lisäksi joissain tapauksissa palkkayhtälöön on lisätty tapaturmariskimuuttujan neliö, joka on ollut negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä. Tällöin palkan ja tapaturmariskin yhteys on konkaavi, eli VSL ei olisi maksimissaan riskitason ollessa pienimmillään. Molemmat havainnot implikoivat, että VSL vaihtelee riskitason vaihdellessa, mutta muutoksen lineaarisuus ei ole varmaa. (Viscusi & Aldy, 2003, 22–23.)

VSL on käytännöllinen työkalu työturvallisuusinvestointien kustannus-hyötyanalyysiin ja sitä käytetään laajalti OECD-maissa (OECD, 2012, 18). VSL auttaa siis arvioimaan työturvallisuusinvestoinnin tehokkuutta: yksinkertaistettuna jos tilastollisen hengen hinnaksi on arvioitu edellisen esimerkin 176 000 dollaria per säästetty henki ja työturvallisuusinvestoinnin hinta samalle riskitason pienentämiselle on 150 000 dollaria, investointi kannattaa tehdä. Toisin sanottuna investointi tuottaa 26 000 dollarin arvosta nettohyötyä per säästetty henki.

Samalla menetelmällä voidaan arvioida myös *tilastollisen loukkaantumisen hintaa* (engl. value of a statistical injury, VSI), eli implisiittistä hintaa, jonka työntekijät olisivat palkan vähennyksenä valmiita maksamaan työn loukkaantumisriskin vähentämisestä yhdellä loukkaantumisella. Suomessa työtapaturmaisesti kuoleminen on erittäin harvinaista, joten tilastollisen loukkaantumisen hinnan estimointi on luontevampi lähestymistapa tämän opinnäytetyön kontekstissa.

Tilastollisen hengen ja loukkaantumisen hintojen estimointi voi kuulostaa tunteettomalta, mutta ihmishengen rahamääräisen arvioinnin sijaan tavoitteena on laskea tapaturmariskin tason muutoksen arvo. Turvallisuusinvestoinneissa on huomattavaa myös, että jokainen investointi sisältää implisiittisen arvion VSL:stä tai VSI:stä, vaikka sitä ei explisiittisesti

estimoitaisikaan: jos hyväksytyt investoinnin kustannus on 5 miljoonaa dollaria, implisiittinen VSL on ainakin 5 miljoonaa dollaria (OECD, 2012, 13).

2.3.6 Palkkapreemioiden estimaatteja

Tilastollisen hengen hinnan estimointi kompensoivien palkkaerojen teoriaan pohjautuen on keskittynyt Yhdysvaltoihin, jossa VSL:n on arvioitu tavanomaisesti sijaitsevan neljän ja yhdeksän miljoonan dollarin välillä per säästetty henki (Viscusi & Aldy, 2003, 18). Suuren vaihteluvälin pääasiallisiksi syiksi on esitetty tulotaso, sukupuoli, ikää, ammattiliittostatusta ja muita työmarkkinoiden institutionaalisia ominaisuuksia (Ruser & Butler, 2010, 6).

Työturvallisuuden tason oletetaan usein olevan normaalihyödyke, eli sen kulutuksen taso kasvaa tulotason kasvaessa (Viscusi, 1978, 410). Viscusin ja Aldyn (2003, 36–43) meta-analyysi tukee tätä ajatusta: kehittyvissä maissa VSL-estimaatit ovat kehittyneitä maita matalampia, ja he toteavat, että työturvallisuuden tulojousto on 0,49–0,60 välillä.

Jos työturvallisuus on normaalihyödyke, se kuitenkin viittaisi aiemmin käsitellyn teorian vastaisesti palkan ja tapaturmariskin negatiiviseen yhteyteen. Toinen mahdollisuus on Viscusin ja Aldyn (2003, 22-23) mainitsema epälineaarinen yhteys. Jos sekä työturvallisuuden normaalius että työtaturmariskin kompensointi vaikuttavat työmarkkinoilla solmittaviin sopimuksiin, palkan ja tapaturmariskin välinen yhteys voisi olla ylöspäin aukeava paraabeli.

Työntekijän iän on havaittu toimivan tulotason kanssa vastakkaiseen suuntaan: vanhempien työntekijöiden keskuudessa VSL on nuorempia matalampi. Esimerkiksi Rosen (1988) on havainnut, että tilastollisen hengen hinta 48-vuotiaalle on 10% pienempi kuin 36-vuotiaalla. Viscusin ja Aldyn (2003, 50–53) mukaan ikä vaikuttaa VSL:ään negatiivisesti, sillä se vaikuttaa riskin kohteena olevaan elinikään, mutta myös työntekijän preferensseihin ja niiden kautta työntekijän riskikäyttäytymiseen. Tapaturmavakuutuskeskukselta saatu aineisto tukee ajatusta, että riskitaso vaihtelee iän kanssa: sekä naisten että miesten joukossa noin 20-vuotiaiden ja yli 50-vuotiaiden osuudet ovat 30–50-vuotiaita korkeampia.

2.4 Empirian haasteita

Rosenin hedonisten hintojen teoria on laajalti arvostettu ja viitattu, sillä sen kehikko on sovellettavissa moniin taloustieteen osa-alueisiin. Se kuvailee menetelmän, jolla voidaan

tutkia yksilöiden maksuhalukkuutta sellaisille ominaisuuksille, joille virallisia markkinoita ei ole olemassa. Täten hedonisia hintoja voidaan hyödyntää optimaalisten poliittisten valintojen löytämisessä. (Greenstone, 2017, 1891.)

Greenstonen (2017, 1895–1896) mukaan Rosen ja ensimmäiset hedonisten hintojen jatkotutkijat eivät kuitenkaan osanneet huomioida luotettavan empiirisen tutkimuksen haasteita: sekä markkinatasapainokäyrän että tarjous- ja indifferenssikäyrien estimointi on ollut epäluotettavaa. Kompensoivien palkkerojen tapauksessa työtaturmariskin palkkavaikutuksen tutkimuksen löydökset ovat olleet vaihtelevia: estimoiduista parametreista lasketuissa tilastollisen hengen hinnoissa on ollut merkittävää vaihtelua, minkä lisäksi joissain tapauksissa palkkapreemion kertoimen on huomattu olevan joko hyvin heikko tai odotusten vastaisesti negatiivinen (Black & Kniesner, 2003, s. 215; Brown, 1980, s. 114-116).

Erityisesti viime vuosituhaten puolella tehtyjä tutkimuksia vaivaavat riskimuuttujien ongelmat, jotka aiheuttavat harhaisuutta estimointien tuloksissa. Tarkastelen tässä osiossa aihepiirin aiemmassa tutkimuksissa vaikuttavia ongelmia, joihin lukeutuvat mittaus- ja kategorisointivirheet sekä aggregointiharha. Näiden ongelmien takia aiemmin estimoituihin palkkapreemioihin on syytä suhtautua varauksella.

Toinen harhaisuutta aiheuttava ongelma on valikoituminen. Valikoitumisella tarkoitetaan tilannetta, jossa koeasetelman kiinnostuksen kohteena olevat ryhmät eivät ole täysin satunnaisia, vaan jostain syystä tietynlaisten henkilöiden osuus tutkittavista korostuu (Angrist & Pischke, 2015, 8-11). Työtaturmariskin palkkapreemiota on tutkittu useilla erilaisilla ryhmillä ja käytännössä kaikki tutkimukset perustuvat julkisiin työmarkkina-aineistoihin (Viscusi & Aldy, 2003, 18).

Kuitenkin jos työntekijät sijoittuvat töihin teorian mukaisesti työtaturmariskinsä perusteella, julkiset aineistot sisältävät tuon vinouman, jolloin työtaturmariskin estimaattiin sisältyy myös muita vaikutuksia. Aiemmin käytetyt aineistot eivät siis ole satunnaisia, jolloin ne sisältävät valikoitumista.

2.4.1 Riskimuuttujien ongelmia

2.4.1.1 Mittausvirhe

Black ja Kniesner (2003, 208–9) argumentoivat, että sattuneiden työtaturmien toteuma on satunnaismuuttuja, joka aiheuttaa aina mittausvirhettä riskimuuttujiin. Jos alalla k

työskentelee N_k henkilöä, ja työtaturman riski on r_{k^*} , työtaturmien lukumäärän odotusarvo on $N_k r_{k^*}$.

Työtaturmien tilastoija havaitsee kuitenkin toteuman D_k , joka on satunnaismuuttuja. Tällöin työtaturmariskiksi voidaan estimoida $r_k = \frac{D_k}{N_k}$. Vaikka $E(r_k) = r_{k^*}$, lopputulema ei lähes varmasti ole $r_k = r_{k^*}$, vaan $r_k = r_{k^*} + b_k$, jossa b_k on mittausvirheen suuruus. Blackin ja Kniesnerin mukaan erityisesti pienet ammattiluokat ovat alttiita tapaturmien satunnaisen luonteen aiheuttamalle mittausvirheelle, sillä näissä ryhmissä lukumäärällisesti pienikin muutos havaittujen tapaturmien määrässä saattaa muuttaa riskimuuttujaa merkittävästi.

Toinen mittausvirheen ilmentymä työtaturmatilastoissa koskee työntekijän henkilökohtaista riskitasoa r_{i^*} . Työntekijöiden riskitasot vaihtelevat esimerkiksi yritysten koon, maantieteellisen alueen tai henkilökohtaisten ominaisuuksien mukaan (Black & Kniesner, 2003, 209). Tällöin jos ammattikohtaista, tilastoijan havaitsemaa riskitasoa r_k käytetään henkilökohtaisen riskitason proxynä, se peittää muiden ominaisuuden vaihtelut, sillä:

$$R_k = r_{i^*} + b_{ik} \quad (3)$$

Jossa b_{ik} on mittausvirheen suuruus. Ammattiluokakohtaisen keskiarvoriskin käyttäminen jättää siis huomiotta muut ominaisuudet, joiden johdosta yksilökohtaiset riskitasot voivat olla keskiarvoa suurempia tai pienempiä.

Blackin ja Kniesnerin (2003) havaitsivat, että käytettyjen riskimuuttujien mittausvirheet korreloivat palkkayhtälön selittäjien kanssa, jolloin sen aiheuttamaa harhaa estimaateissa on hankala identifioida. Esimerkkinä Black ja Kniesner antavat lähikaupan, jossa riskisemmät iltavuorot annetaan vanhemmille tai fyysisesti vahvemille työntekijöille. Jos kyseiselle kaupalle arvioidaan työntekijöiden yhteinen tapaturmariski, se yliarvioidaan nuorille ja aliarvioidaan vanhoille, eli syntyy mittausvirhettä. Tällöin mittausvirhe on iän kanssa korreloitunut, joka on myös tavanomainen osa estimoitavaa palkkayhtälöä.

2.4.1.2 Kategorisointivirheet

Yksi erityinen mittausvirhettä aiheuttava tekijä on vahingoittuneen kategorisoinnissa tehtävä virhe. Ammattiluokan määrittäminen ei välttämättä ole suoraviivaista, minkä lisäksi työntekijän ja -antajan mielipiteet määrittelystä saattavat erota. Tämän ohella joissain tapauksissa määritelmän saattaa tehdä jokin muu taho, kuten vakuutuslaitoksen käsittelijä kirjatessaan vahingon tilastotietoja.

Aggregoitua ammattiluokitusta käytettäessä vahingoittuneen tarkalla ammatilla ei ole niin suurta merkitystä, sillä se kerätään suurempaan ryhmään. Hienompaa jaottelua käytettäessä oikean luokituksen käyttämisen tärkeys korostuu, sillä luokat pienenevät ja siten yhden väärinkategorisoinnin aiheuttama mittausvirheen määrä kasvaa.

Tarkkojen ammattiluokitusten ongelmallisuudesta on esimerkki neljän numeron taajuusanalyysissä esiintunut luokka “Yhdistetyn maanviljelyn ja karjankasvatuksen avustavat työntekijät”. Kyseisen luokan työpaikkatapaturmataajuuden laskeminen ei onnistunut, sillä vaikka Tapaturmavakuutuskeskuksen aineiston perusteella vuonna 2016 luokan työntekijöille sattui viisi vahinkoa, Tilastokeskuksen mukaan luokassa ei tuolloin ollut työntekijöitä. Koska vahinkojen sattuminen olemattomille ihmisille on epätodennäköistä, on joko TVK:n ja/tai Tilastokeskuksen aineistossa mittausvirhettä.

Muita taajuusluvun laskemisen epäonnistumiseen johtaneita luokkia ei löytynyt, mutta esimerkin perusteella aineistossa on todennäköisesti myös muita väärinluokiteltuja vahingoittuneita. Jos vahingoittunut kategorisoidaan väärään ammattiluokkaan, kyseisen luokan tapaturmataajuus on todellista suurempi, sillä $\frac{v_{k+1}}{t_k} > \frac{v_k}{t_k}$. Vastaavasti vahingoittuneen todellisen ammattiluokan tapaturmataajuus jää pienemmäksi.

Koska jokaisella vahingoittuneella on mahdollisuus tulla väärinkategorisoiduksi, on harhan suuruutta ja suuntaa hankala arvioida. Harhaisuuden mahdollisuus on kuitenkin otettava huomioon havaintoja tulkitessa.

2.4.1.3 Riskiestimaatin aggregointiharha

Yksi harhaisuuden lähde työtapaturmariskin palkkapreemion estimoinnissa on riskin aggregointi ammattiluokittain tai toimialoittain. Aihepiirin tutkimuksessa tämä lähestymistapa on ollut tavanomainen: mikrotason palkka-aineistoon on yhdistetty julkisen toimijan julkaisemaan ammattiluokakohtaiseen riskitasoon (Viscusi, 1993, 1925). Seuraava havainnollistus mahdollisesta aggregointiharhasta perustuu Laliven (2003, 174) esimerkkiin.

Jos yksilötason riskitaso olisi mahdollista havaita, työtaturmariskin aiheuttama palkkaero työntekijöiden 1 ja 2 välillä olisi:

$$\left. \frac{dw}{dp} \right|_{12} = \frac{w_2 - w_1}{p_2 - p_1}$$

Vastaavasti työntekijöiden 2 ja 3 välillä ero olisi:

$$\left. \frac{dw}{dp} \right|_{23} = \frac{w_3 - w_2}{p_3 - p_2}$$

Oletetaan seuraavaksi työntekijöiden 1 ja 3 olevan toimialalla 1 ja työntekijän 2 olevan alalla 2. Aggregoituna palkkaero olisi:

$$\left. \frac{dw}{dp} \right|_{I_{12}} = \frac{w_2 - 0,5(w_1 + w_3)}{p_2 - 0,5(p_1 + p_3)} \quad (4)$$

Oletetaan työtaturmariskin olevan hieman korkeampi alalla 1, eli $0,5(p_1 + p_3) > p_2$. Tällöin yhtälössä (4) jakaja on negatiivinen. Jos palkan ja työtaturmariskin välinen suhde on ei-lineaarinen ja konkaavi, (mikä on perusteltu oletama (Viscusi & Aldy, 2003, 23)), alan 1 keskiarvopalkka ($0,5(w_1 + w_3)$) saattaa olla pienempi kuin alalla 2 (w_2). Tällöin yhtälön (4) nimittäjä on positiivinen. Lopputuloksena yhtälö (4) implikoisi palkka-riski-differentiaalinen olevan aggregoinnin vuoksi negatiivinen, vaikka yhteys olisi todellisuudessa positiivinen.

Laliven intuitio on, että aggregointi poistaa niin paljon alan tai ammattiluokan sisäistä variaatiota, että identifikaatio ei onnistu. Myös Viscusi (1993, 1928) toteaa, että toimialakohtaisen riskiaineiston heikkous on sen kykenemättömyys erottaa alan sisäistä vaihtelua. Aggregoinnin taakse piiloutuu myös edellisessä osiossa mainittu Blackin ja Kniesnerin (2003, 208) esittämä työpaikan sisäinen, mahdollisesti ei-satunnainen riskin heterogeenisyys. Tarkinkaan työtaturmissa vahingoittuneiden ammattien luokitus ei tuo esille tällaista riskitason variaatiota. Jos käytettävissä on ainoastaan institutionaalisista lähteistä saatua aineistoa, saadut riskiestimaatit ovat todennäköisesti harhaisia, riippuen käytetystä ammattiluokituksen tarkkuudesta.

Laliven empiiriset tulokset tukevat aggregointiharhan olemassaoloa: itävaltalaisella aineistolla tehdyssä tutkimuksessa oli käytössä sekä toimialakohtainen, että yritysکوhtainen riskiaineisto. Lopputuloksena havaittiin tilastollisen loukkaantumisen

hinnan laskevan 18 800 dollarista 11 259 dollariin, kun toimialakohtainen riskimuuttuja korvattiin yritystason aineistolla. Tällöin aggregointiharhan voidaan ajatella harhaa ylöspäin tilastollista henkeä ja loukkaantumista arvioitaessa. Lalive kuitenkin huomauttaa, ettei aggregoinnin vaikutuksesta ole täyttä selvyttä (2003, 175).

Ratkaisu sekä aggregointiharhan että aggregoinnin aiheuttaman mittausvirheen vähentämiseen on suoraviivainen: tapaturmataajuuksien laskemisessa tulee käyttää tarkempia luokitteluja, esimerkiksi kolmen tai neljän numeron tarkkuudella, jolloin suurempien kategorioiden kadottama riskitaso vaihtelu ammattiluokkien välillä saadaan esille. Aggregoinnin aiheuttamaa ongelmaa ei kuitenkaan voida täysin poistaa ilman pääsyä yksilötason aineistoon. Yllä esitelty ero kahden ja kolmen numeron taso pätee myös esimerkiksi neljän ja viiden numeron tasojen välillä. Tapaturmataajuutta voidaan tarkastella myös yritystasolla, mutta tällöin kaikille yrityksen työntekijöille määriteltäisiin sama riskitaso työtehtävästä riippumatta.

2.4.2 Valikoituminen ja endogeenisyys

Luvussa 2 havaittiin, että hedonisten hintojen teoriaan pohjautuva työtapaturmariskin palkkapreemion malli selittää työntekijöiden sijoittumisen työmarkkinoille henkilökohtaisen riskiaversiivisuuden suhteen valikoitumalla. Valikoitumisen johdosta ammattiluokkien työtapaturmien toteumaan sekoittuu sekä itse ammattin todellinen työtapaturmariski, että ammattiin valikoituneiden henkilökohtainen työtapaturmariski:

$$R_k = r_k + r_{vt}$$

Jossa R_k on havaittu työtapaturmariski, r_k ammattiluokan todellinen tapaturmariski ja r_{vt} ammattiin valikoituneiden työntekijöiden aiheuttama valikoitumisharha. Matalariskisillä aloilla riskiaversiivisten työntekijöiden varovaisuuden takia havaitun työtapaturmariskin voidaan olettaa olevan todellista pienempi. Vastaavasti korkeariskisillä aloilla havainto on todennäköisesti todellista riskitasoa suurempi. Jos työntekijät sijoittuisivat ilman riskiaversiivisuuden mukaan valikoitumista, korkea- ja matalariskisten työntekijöiden vaikutukset havaittuun työtapaturmarisktiin kumoaisivat toisensa ja jäljelle jäisi vain ammatin todellinen tapaturmariski.

Koska todellisuudessa työntekijöiden riskiaversiivisuuden voidaan olettaa korreloivan muiden henkilökohtaisten ominaisuuksien kanssa, riskiaversiivisuuden mukaan valikoituminen saattaa johtaa valikoitumiseen myös muiden ominaisuuksien perusteella.

Tällöin havaittuun työtaturmariskiin saattaa sekoittua monen valikoituneen ominaisuuden aiheuttamaa harhaa.

Jos osa riskimuuttujan kanssa korreloivista havaitsemattomista tekijöistä korreloi myös palkan kanssa, työtaturmariski ja palkka ovat endogeenisiä, eli $E(w_i u_i) \neq 0$ ja $E(r_i u_i) \neq 0$. Tällöin mallin virhetermissä on jokin havaitsematon tekijä joka vaikuttaa sekä palkkaan että työtaturmariskiin. Jos palkkayhtälössä on endogeenisyyttä, mallin tuottamat estimaatit ovat harhaisia. Endogeenisyyden ajatellaan juontavan yksilöllisiin ominaisuuksiin, jotka vaikuttavat sekä palkkaan että uravalintaan, jota kautta ominaisuudet vaikuttavat myös työtaturmariskiin. (Hintermann et al., 2010, 1089.)

Endogeenisyyden aiheuttamaa harhaa voidaan vähentää kontrolloimalla palkkaan ja tapaturmariskiin vaikuttavia henkilökohtaisia ominaisuuksia mahdollisimman tarkasti, jolloin niiden vaikutus virhetermistä poistuu. Ongelmaksi muodostuvat kuitenkin sellaiset henkilökohtaiset ominaisuudet, kuten riskipreferenssit, joita ei voida luotettavasti havaita.

Yksi tapa havaitsemattoman henkilökohtaisen ominaisuuden aiheuttaman endogeenisyyden poistamiseen on riskimuuttujan korvaaminen instrumentilla, joka korreloi työtaturmariskin, mutta ei virhetermin kanssa (Wooldridge, 2016, 462). Työtaturmariskin tapauksessa sopivia instrumentteja ei kuitenkaan ole löytynyt, ja yritykset instrumentoinnissa ovat johtaneet pääasiassa kollineaarisuusongelmiin (Hintermann et al., 2010, 1089).

Havaitsemattomien muuttujien vaikutuksen poistamisessa tehokkain menetelmä vaikuttaa olevan paneelimuotoisen aineiston ja FE-mallien hyödyntäminen (Hintermann et al., 2010; Lavetti, 2020). Tällöin aikainvarianteiksi ajateltujen havaitsemattomien ominaisuuksien vaikutukset saadaan poistettua. Käsittelen endogeenisyyden poistamista FE-malleilla tarkemmin, kun pohdin työtaturmariskin palkkavaikutuksen jatkotutkimuksen mahdollisuuksia luvussa 4.

Valikoitumisen aiheuttama endogeenisyys on todennäköisesti suurin haaste työtaturmariskin palkkapremion tutkimisessa, sillä riskin mittaamista voidaan kehittää välttämään edellä mainittuja ongelmia, mutta tutkittavien työntekijöiden valikoituminen vaikuttaa jokaisen mittaustavan alla.

3 TYÖTAPATURMA- JA AMMATTITAUTILAKI JA AINEISTO

Tässä osiossa esittelen Tapaturmavakuutuskeskukselta saadun aineiston, jota käytän opinnäytetyön empiirisessä osiossa. Ennen aineiston kuvailua käyn lyhyesti läpi Suomessa voimassa olevan työtapaturmalainsäädännön keskeiset osat, jotta aineistossa ilmenevät käsitteet ovat selkeitä.

3.1 Työtapaturma- ja ammattitautilaki

Suomessa työtapaturmalainsäädännöllä on pitkä historia, sillä työnantajan korvausvelvollisuudesta työtapaturman sattuessa tietyillä aloilla määrättiin ensimmäisen kerran vuonna 1895. Itsenäisyyden alkuvuosikymmeninä lakia päivitettiin useammin, mutta vuonna 1948 voimaan astuneen tapaturmavakuutuslain (608/1948) jälkeen kokonaisvaltaista uudistusta työtapaturmalainsäädäntöön ei tehty ennen vuotta 2015. Tuolloin vuoden 1948 lakiin oli tehty vuosikymmenten aikana lukuisia lisäyksiä ja päivityksiä, mikä oli johtanut tulkinnan epäselvyyteen. Vanhassa laissa ei esimerkiksi ollut lainkaan tarkkaa tapaturman määritelmää. Lisäksi saman lain alle haluttiin yhdistää myös ammattitautilaki ja kuntoutuslaki. (Juujärvi, 2018.)

Vuoden 2016 alusta voimaan astuneessa työtapaturma- ja ammattitautilaissa (459/2015) työtapaturma on määritelty tarkasti. Lain mukainen työtapaturma vaatii kolme asiaa: sen täytyy täyttää tapaturman määritelmä, sen täytyy tapahtua lain mukaisissa olosuhteissa ja vahinkotapahtumalla ja vammalla täytyy olla todennäköinen lääketieteellinen syy-yhteys.

Lain 17 § määrittelee tapaturman seuraavasti: “Tapaturmalla tarkoitetaan ulkoisesta tekijästä johtuvaa äkillistä ja odottamatonta tapahtumaa, joka aiheuttaa työntekijälle vamman tai sairauden.”

Työtapaturmalla tarkoitetaan niitä tapaturmia, jotka sattuvat työtapaturma- ja ammattitautilain 21–24 §:n mukaisissa olosuhteissa, eli työnteon yhteydessä, työntekopaikan alueella ja sen ulkopuolella tavanomaisessa toiminnassa tai joissain erityisissä olosuhteissa, kuten koulutustilaisuuksissa. Tavanomaiseen toimintaan työntekopaikalla ja sen ulkopuolella lasketaan esimerkiksi työmatkat ja lounastauot.

Työpaikkatapaturmalla tarkoitetaan kaikkia muita työtaturmia, paitsi työmatkalla sattuneita vahinkoja. Tapaturmavakuutuskeskukselta saadussa aineistossa ei ole mukana työmatkatapaturmia, eli aineisto koostuu vuosien 2016–2020 työpaikkatapaturmista.

TVK:n aineistosta voidaan johtaa vahingoittuneen palkka, sillä yli kolmen päivän työkyvyttömyydestä maksetaan ansionmenetykskorvauksia. Ensimmäisen 28 päivän ajalta korvaussumma on samansuuruinen kuin työntekijälle maksettu sairausajan palkka ja se maksetaan työnantajalle. Mikäli sairausajan palkkaa ei ole maksettu, ansionmenetykskorvauksen perustana on työntekijän neljän edellisen viikon ansiot. (TyTAL 459/2015, 58 §.) Täten 3–28 päivän työkyvyttömyyttä sisältävissä vahingoissa ansionmenetykskorvaus vastaa suoraan vahingoittuneelle maksettua palkkaa.

Yli 28 päivän vahingoissa ansionmenetykskorvaus perustuu vakuutuslaitoksen laskemaan vuosityöansioon (VTA). Vuosityöansion laskemisessa tarkastellaan vahingoittuneen työansioita vahinkoa edeltävän vuoden ajalta ja verrataan kolmen edellisen kalenterivuoden, eli vertailuajan, työansioiden keskiarvoon. Vuosityöansion laskemisessa otetaan huomioon myös vahingoittuneelle maksetut lomarahat ja luontoisedut. Jos vahinkoa edeltävän vuoden ja vertailuajan palkat eroavat toisistaan yli 20 %, vuosityöansiona käytetään edeltävän vuoden ja vertailuvuoden ansioiden keskiarvoa. Muutoin vuosityöansiona käytetään edeltävän vuoden ansioita. (TyTAL 459/2015, 71 §.) Vuosityöansion mukainen päiväraha on 1/360 vuosityöansiosta.

3.2 Aineiston kuvailu

Tapaturmavakuutuskeskus luovutti opinnäytetyötäni varten tiedon jokaisesta Suomessa työtaturma- ja ammattitautilain mukaan korvatusta työpaikkatapaturmasta vuosina 2016–2020. Aineistossa on 857 201 riviä ja 510 281 uniikkia työpaikkatapaturmaa. Aineistosta löytyi 11 virheellistä vahinkoriviä, joissa korvaussumma oli negatiivinen ja sukupuolimuuttujaa ei oltu merkitty. Jätin nämä rivit tarkastelun ulkopuolelle, jolloin uniikkeja vahinkoja on 510 270. Aineiston loput rivit erottavat samasta vahingosta korvatut eri maksulajit, kuten sairaanhoidon, lääkekulut ja ansionmenetykskorvaukset. Aineistoon otettiin mukaan vain palkansaajat, eli ulos rajattiin ne työssäkäyvät, jotka saavat tuloa myös yritystoiminnasta.

Tapaturmavakuutuskeskuksen aineistoa ei ole aiemmin käytetty kompensoivien palkkaerojen tutkimuksessa, ja sen vahvuutena on sen laajuus, sillä vakuutuslaitokset toimittavat tiedot käytännössä jokaisesta työtaturmasta TVK:lle. Lisäksi

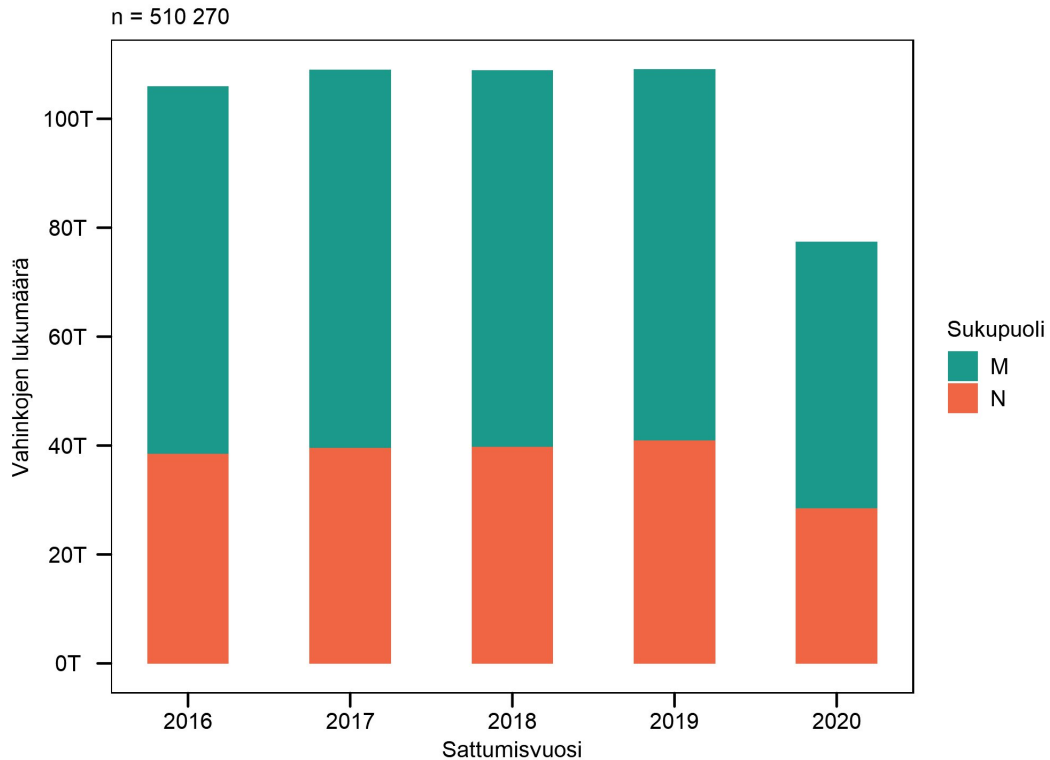
ansionmenetykskorvausten ja vahingoittuneen palkan välillä oleva yhteys antaa mahdollisuuden arvioida kunkin vahingoittuneen päiväpalkan, joskin täysin tarkkaa palkkamuuttujaa ei voida muodostaa.

Aineiston muuttujina on vahingon numero alkaen yhdestä, vahingon sattumisvuosi, vuosityöansio, vahingoittuneen ammattikoodi viiden numeron tarkkuudella, vahingoittuneen sukupuoli ja ikä, korvauslaji, työkyvyttömyysjakson pituus sekä maksetun korvauksen määrä.

Vahingon numero on pelkästään uniikkien vahinkojen erottamiseen toisistaan aineiston sisällä, eikä pohjaudu tosiasiallisiin tunnistetietoihin. Vuosityöansiomuuttuja puuttuu lähes kaikista vahingoista, sillä se on merkitty vain vahinkoihin, jossa ensimmäiset ansionmenetykskorvaukset on maksettu vuosityöansioon perustuen. Aineistoon merkityt ammattikoodit ovat Tilastokeskuksen 2010 ammattiluokituksen mukaisia.

3.2.1 Vahinkojen lukumäärä

Aloitan aineiston tarkastelun tutkimalla vuosittain sattuneiden työpaikkatapaturmien lukumääriä. Kuviossa 5 kuvataan Suomessa sattuneita työpaikkatapaturmia vuosina 2016–2020. Kukin pylväs vastaa yhtä vuotta ja y-akselilla on vahinkojen lukumäärä kymmenissä tuhansissa. Pylväät on lisäksi jaettu miehille ja naisille sattuneisiin vahinkoihin. Kuvioista nähdään, että Suomessa palkansaajille sattuu tavanomaisena vuonna hieman yli 100 000 työpaikkavahinkoa, joista noin 60 % sattuu miehille. TVK:n oma selvitys vahvistaa, että työpaikkatapaturmien lukumäärä on pysytellyt 100 000 vuosittaisen vahingon ympärillä 2010-luvun alkupuolelta lähtien (Tapaturmavakuutuskeskus, 2019, 31).



Kuvio 5: Työpaikkatapaturmien lukumäärä Suomessa 2016–2020

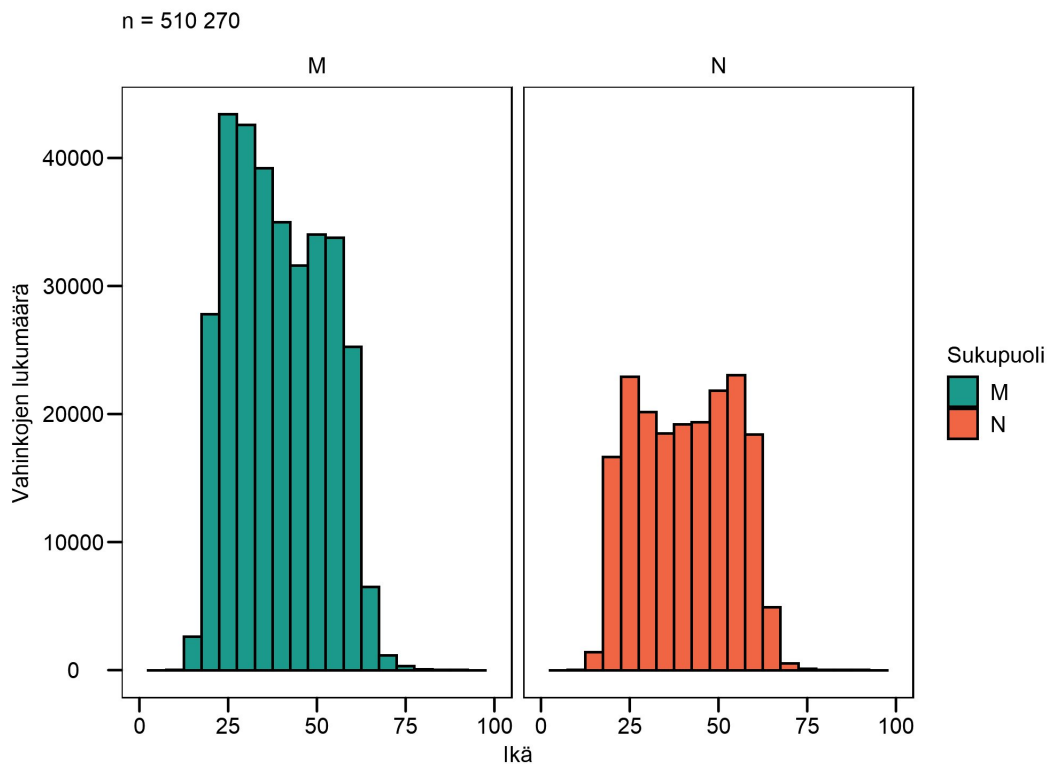
Kuviosta 5 nähdään myös vuoden 2020 olevan poikkeuksellinen korvattujen työpaikkatapaturmien lukumäärän valossa. Tämä johtuu vuonna 2020 alkaneen pandemian aiheuttamasta etätyöskentelyn kasvusta: työtaturma- ja ammattitautilain (459/2015) 25 §:n mukaan työtaturmina ei korvata työntekopaikan alueella tai ruokailu- ja virkistystauoilla tapahtuneita tapaturmia, kun työntekijä tekee työtä asunnossaan tai muualla kuin työnantajan järjestämissä tiloissa. Tapaturmien todellinen määrä ei siis välttämättä laskenut, mutta kotoa työskennellessä lain perusteella korvataan vain aktiivisessa työnteossa sattuneet tapaturmat.

Koronapandemian aiheuttama shokki työpaikkatapaturmien määrään tekee vuodesta 2020 tämän työn näkökulmasta ongelmallisen, sillä muutos tapaturmien määrässä ei välttämättä johdu etätyöskentelyn turvallisuudesta, vaan laissa määritellyn korvauskattavuuden rajauksesta. Korvattujen työpaikkatapaturmien lukumäärän laskiessa myös merkittävästi etätyöhön vuonna 2020 siirtyneiden ammattiluokkien tapaturmataajuus laskee edellisiin vuosiin verrattuna, vaikka todellisuudessa vahinkoja sattuisikin aiempaan tahtiin.

Vuoden 2020 jättäminen tarkastelun ulkopuolelle voi olla perusteltu ratkaisu epäselvyyttä aiheuttavan ulkoisen shokin vuoksi. Tilastokeskuksen työntekijöiden lukumäärän aineisto ylittää kuitenkin vain vuoteen 2019 saakka, joten vuosi 2020 täytyy rajata aineiston ulkopuolelle myös tästä syystä.

3.2.2 Vahingoittuneiden ikä ja sukupuoli

Tarkastelen seuraavaksi työpaikkatapaturmissa vahingoittuneiden ikää sukupuolittain kuviossa 6:



Kuvio 6: Työpaikkatapaturmien lukumäärä sukupuolittain iän mukaan

Kuviossa 6 nähdään sattuneet työpaikkatapaturmat sukupuolittain vuosina 2016-2020. X-akselilla on vahinkojen lukumäärä ja y-akselilla vahingoittuneen ikä. Kukin kuvion pylväistä vastaa viittä ikävuotta. Kuvioista nähdään, että sekä miehille että naisille vahinkoja sattui eniten noin 20–30 vuotiaina. Miehillä suurempi osuus vahinkojen kokonaismäärästä sattui nuorille, joskin laskevalla trendillä noin 25–30 vuotiaiden jälkeen. Naisissa nuorten lisäksi yli 50-vuotiaiden vahingot korostuvat. Lukumäärissä mitattuna miehille sattuu kaikissa ikäluokissa enemmän työpaikkatapaturmia kuin naisille.

3.2.3 Tapaturmataajuudet

Tarkastellaan seuraavaksi Tapaturmavakuutuskeskuksen ja Tilastokeskuksen aineistoista laskettuja tapaturmataajuuksia. Lasken tapaturmataajuuden jakamalla ammattiluokan vuosittainen työpaikkatapaturmien määrä saman luokan työntekijöiden lukumäärällä. Tämän suhdeluvun voidaan ajatella kertovan, kuinka suurelle osalle ammattiluokan työntekijöistä sattui työpaikkatapaturma kyseisenä vuonna. Määritelmä ei ole täysin aukoton, sillä TVK:n aineistosta ei voi erotella, sattuiiko yhdelle työntekijälle enemmän kuin yksi vahinko vuodessa. Taajuuden ajattelemisen työpaikkatapaturman kärsineiden työntekijöiden osuutena työvoimasta on kuitenkin selkeä lähestymistapa suhteellisen abstraktiin käsitteeseen. Tapaturmataajuus lasketaan siis:

$$\frac{v_k}{t_k} \quad (5)$$

Jossa v_k on ammattiluokan k vahingoittuneiden lukumäärä ja t_k saman ammattiluokan työntekijöiden lukumäärä. Vahingoittuneiden ammattiluokkia lähemmin tarkastellessa havaittiin analyysiä vaikuttava ongelma: vaikka jokaisessa vahingossa ammattiluokkasolu on viiden numeron pituinen, monissa tapauksissa yksi tai useampi viimeisistä luvuista ovat nollia. Virallisessa ammattiluokituksessa nollaan päättyviä luokkia ei ole, mikä tarkoittaa, että kyseiset vahingot on tilastoitu epätarkemmin ja niihin on lisätty nollia tilastointistandardin täyttämiseksi. Tämä rajaa epätarkemmin tilastoituja vahinkoja ja ammattiluokkia pois tarkasteluista, jotta taajuusluvut pysyvät verrannollisina luokkien välillä. Esimerkiksi toimistotyöntekijöiden luokan vahingoittuneiden ammattikoodi on tilastoitu koodilla 41000. Kyseinen luokka sisältää kolme alaluokkaa, joita ei aineistosta havaita. Tätä luokkaa ei voida käyttää kahta numeroa tarkemmissa taajuusanalyseissä.

Poikkeuksen ylläolevaan tekevät ne ammattiluokat, jotka sisältävät vain yhden alaluokan. Esimerkiksi upseerien luokka 01 sisältää vain toisen samannimisen luokan 011. Tällöin kahden ja kolmen numeron taajuudet ovat identtiset ja luokka voidaan ottaa mukaan tarkempaan analyysiin.

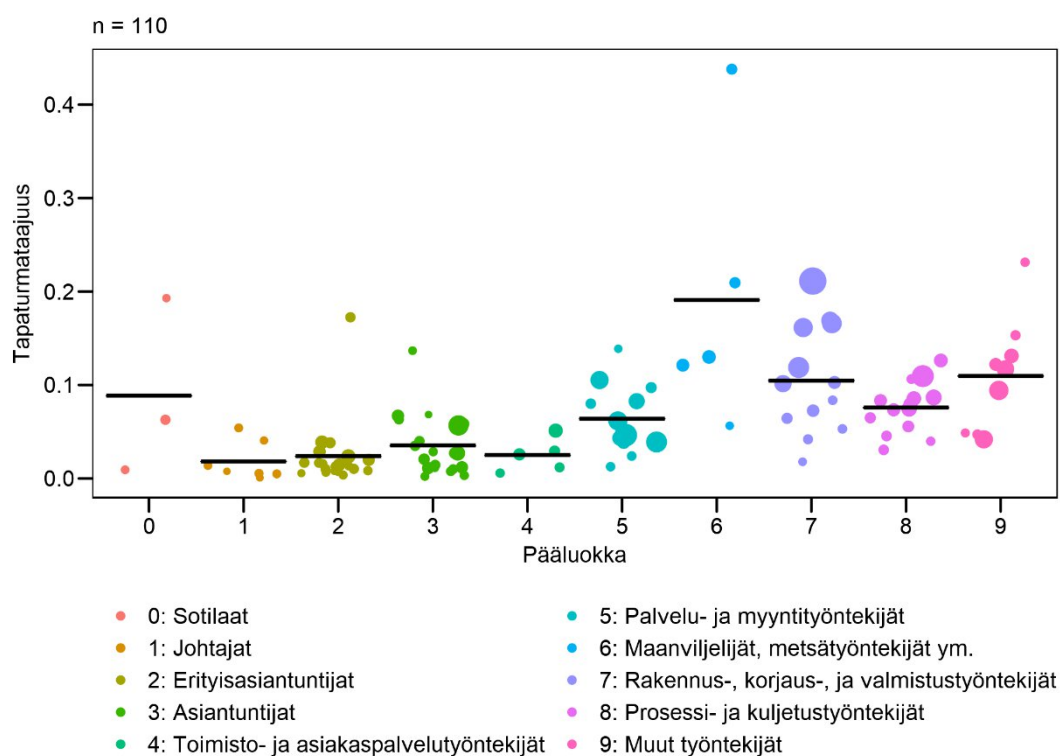
3.2.3.1 Tapaturmataajuudet kolmen numeron tarkkuudella

Koska ammattiluokkia ja siten myös taajuuslukuja on kolmen numeron tarkkuudella yli sata ja neljän numeron tarkkuudella huomattavasti enemmän, on kaikkien taajuuslukujen läpikäynti hankalaa. Lisäksi taajuuksia on kullekin ammattiluokalle vuosille 2016–2019. Tästä syystä yleiskuvan saamiseksi aloitan tapaturmataajuuksien tarkastelun selvittämällä

vuosien 2016–2019 keskimääräisen tapaturmataajuuden ammattiluokittain kolmen numeron tarkkuudella.

Tarkasteluun rajautui 110 ammattiluokkaa, kun tuntemattomien ryhmä rajattiin pois. Kuten edellisessä luvussa todettiin, joitain luokkia jätettiin tarkastelun ulkopuolelle ammattiluokituksen epätarkkuuden vuoksi. Nämä luokat ovat 11, 12, 24, 25, 41 ja 95.

Kuviosta 7 nähdään kuinka ammattiluokkakohtaisten tapaturmataajuuksien keskiarvot jakautuvat:



Kuvio 7: Työtapaturmataajuuden jakautuminen kolmen numeron tarkkuudella

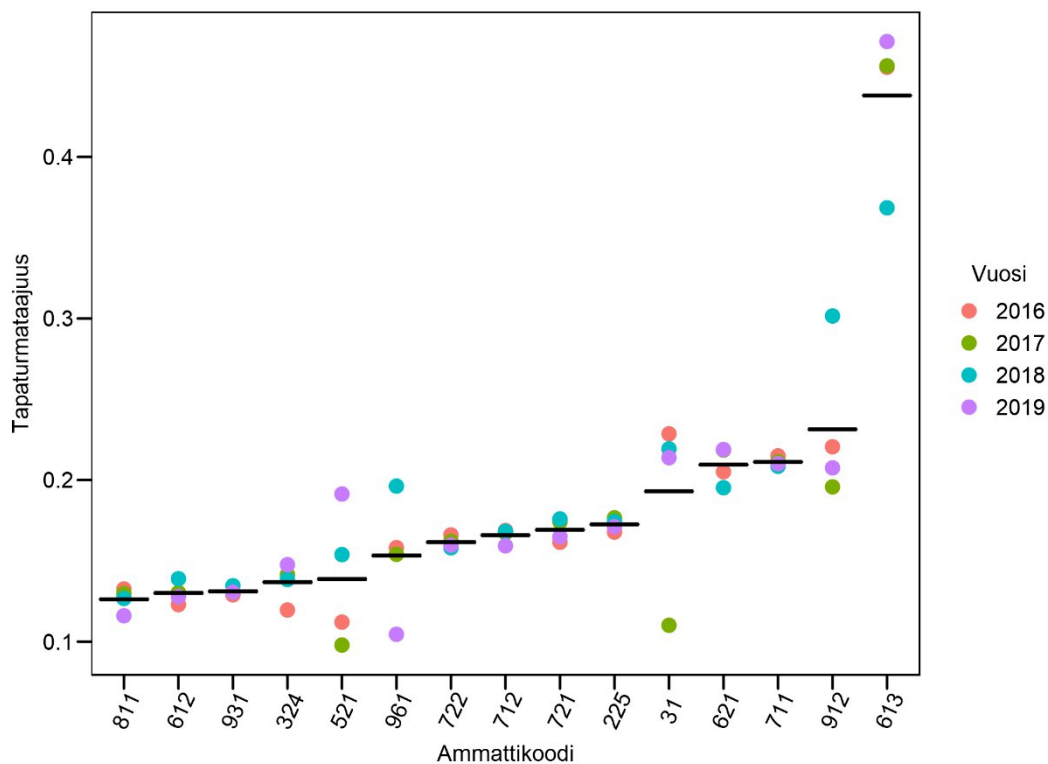
Kuviossa 7 kolmen numeron tarkkuudella olevat ammattiluokat on ryhmitelty pääluokkansa mukaan. Pääluokat jakautuvat x-akselille ammattiluokan mukaisessa järjestyksessä. X-akselin numerot ovat siis diskreettejä luokkia, eikä kyseessä ole jatkuva muuttuja. Y-akselilla nähdään kunkin ammattiluokan työpaikkatapaturmataajuus. Havaintoja on heilutettu (jitter) x-akselin suuntaisesti, jotta niiden lukumäärä olisi helpommin havaittavissa, minkä lisäksi pallojen koko on suhteutettu luokassa sattuneiden vahinkojen lukumäärään. Mustat viivat ryhmässä näyttävät kunkin pääluokan taajuuksien keskiarvon.

Lähes kaikissa ammattiluokissa tapaturmataajuus jää alle 0,2. Ainoa merkittävä poikkeus tähän on pääluokassa 6 oleva “Yhdistetyn maanviljelyn ja eläintenkasvatuksen harjoittajat”, joka on taajuudeltaan tarkastelun vaarallisin luokka. Kuvion 10 perusteella ammattiluokituksen alkupään johtajien, asiantuntijoiden ja toimistotyöntekijöiden pääluokissa 1-4 taajuudet jäävät kahta poikkeavaa havaintoa lukuunottamatta 0,1 alle. Lisäksi pääluokkien sisällä vaihtelu on suhteellisen pientä. Muissa pääluokissa havaitaan sekä korkeampia tapaturmataajuuksia että suurempaa vaihtelua luokan sisällä.

Katsotaan seuraavaksi aineiston perusteella vaarallisimpia ja turvallisimpia ammatteja. Rajataan ammateista 15 suurimman ja pienimmän tapaturmataajuuden ammattiluokkaa. Intuitiivisesti ajateltuna vaarallisimpien töiden voisi odottaa olevan perinteiseen valmistavaan teollisuuteen tai rakentamiseen painottuvia. Turvallisimmat työt painottuvat todennäköisesti asiantuntija- ja toimistotöihin. Tarkempia tietoja lasketuista taajuusluvusta löytyy liitteestä A.

3.2.3.2 Vaarallisimmat ammattiluokat

Otan ensin tarkasteluun vaarallisimmat ammatit, jotka löytyvät kuviosta 8:



Kuvio 8: Vaarallisimmat ammattiluokat kolmen numeron tarkkuudella

Kuviossa on suuruusjärjestyksessä 15 tapaturmataajuuden mukaan vaarallisinta ammattiluokkaa kolmen numeron tarkkuudella. Kuviossa x-akselilla on 15 keskiarvotaajuuden valossa vaarallisinta ammattiluokkaa vaarallisuusjärjestyksessä. Y-akselilla on aineistosta laskettu tapaturmataajuus. Kuvion pisteet ovat kunkin ammattiluokan vuosittaiset taajuushavainnot vuosilta 2016-2019 ja mustat vaakaviivat näyttävät havaintojen keskiarvon.

Jotta vaarallisimmista ammateista saadaan parempi näkemys, taulukosta 1 nähdään ammattikoodien lisäksi myös varsinainen nimike:

Ammattikoodi	Ammattinimike	Taajuuksien keskiarvo	Vahinkojen keskiarvo	Ammattiluokan työntekijöiden lukumäärän keskiarvo
613	Yhdistetyn maanviljelyn ja eläintenkasvatuksen harjoittajat	0.437918	326.75	754.25
912	Ajoneuvojen puhdistajat, ikkunanpesijät ym.	0.231362	96.75	422.25
711	Rakennustyöntekijät ym.	0.211235	9892.25	46853.25
621	Metsurit ja metsätyöntekijät	0.209436	365.75	1752.50
31	Sotilasammattihenkilöstö	0.192949	23.75	121.75
225	Eläinlääkärit	0.172464	212.25	1230.50
721	Valimotyöntekijät, hitsaajat, levysepät ym	0.169102	2603.25	15391.25
712	Rakennusten viimeistelytyöntekijät	0.165889	3757.50	22656.75
722	Sepät, työkaluntekijät ja koneenasettajat	0.16144	3456.75	21421.75
961	Jätehuoltotyöntekijät	0.15323	192.50	1279.75
521	Katu- ja torikauppiat	0.138786	27.50	206.00
324	Seminologit ym.	0.136763	41.50	305.25
931	Avustavat kaivos- ja rakennustyöntekijät	0.131165	1246.75	9506.00
612	Eläintenkasvattajat	0.130007	952.50	7339.75
811	Kaivos- ja louhintatyön koneenkäyttäjät	0.126252	1004.00	7961.50

Taulukossa 1 on listattuna kuvion 8 vaarallisimmat ammattiluokat tapaturmataajuuden mukaan lajiteltuna. Tämän lisäksi taulukkoon on merkitty luvut, joista tapaturmataajuus on johdettu: ammattiluokassa sattuneiden vahinkojen keskiarvot vuosina 2016-2019 sekä ammattiluokan työntekijöiden lukumäärien keskiarvot samalta ajanjaksolta. Taulukon havainnot ovat linjassa intuitiivisten odotusten kanssa: suurimmat tapaturmataajuudet löytyvät manuaalisista töistä, kuten rakennus-, kaivos ja metallityöskentelyammateissa.

Toinen merkittävä kategoria on eläinten kanssa työskentelevät maanviljelijät, eläinlääkärit, eläintenkasvattajat ja seminologit.

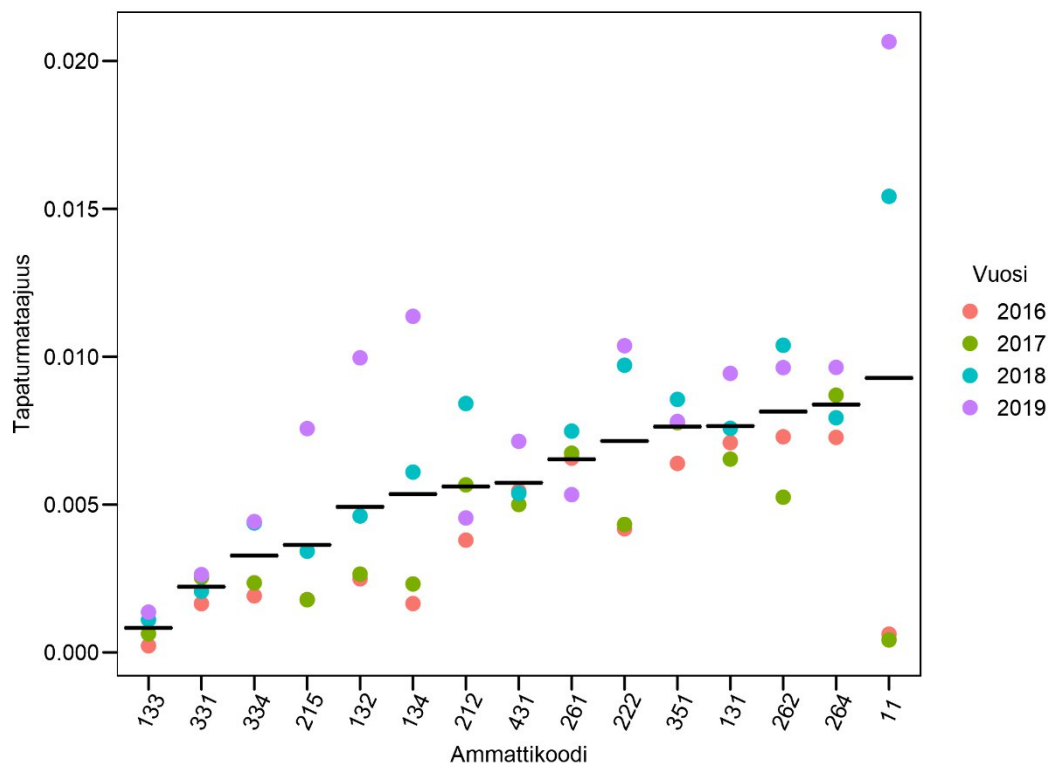
Yhdistetyn maanviljelyn ja eläintenkasvatuksen työntekijät ovat tapaturmataajuuksien valossa vaarallisin ammatti, sillä keskimäärin 43,8 %:lle ammattiluokan työntekijöistä sattuu työpaikkatapaturma joka vuosi. Alan työntekijä voi täten odottaa, että hänelle sattuu keskimäärin työpaikkatapaturma karkeasti ottaen joka toinen vuosi. Yhdistetyn maanviljelyn ja eläintenkasvatuksen ammattiluokka on lisäksi merkittävästi vaarallisempi kuin muut vaaralliset ammatit: ero toiseksi vaarallisimpaan ammattiin on noin 20 prosenttiyksikköä, eli tapaturmataajuus puolittuu siirryttäessä toiseksi vaarallisimpaan ammattiluokkaan.

Vuosikohtaisten taajuuslukujen perusteella moni lasketuista keskitaajuuksista on lähellä todellista tapaturmataajuutta. Esimerkiksi valimo- ja rakennustyöntekijöiden sekä seppiä ammattiluokissa vuosittaiset havaintojen poikkeama keskiarvosta on hyvin vähäistä. Tämä johtuu luokkien suuruudesta sekä tapaturmien että työntekijöiden määrissä mitattuna. Suurten lukujen lain perusteella estimaatti lähestyy todellista arvoaan kun havaintojen lukumäärä kasvaa. Esimerkiksi rakennusten viimeistelytyöntekijöiden luokassa vahinkoja sattui keskimäärin 3758 vuodessa ja työntekijöitä oli keskimäärin 22 657. Havaintojen lukumäärää voidaan pitää riittävänä keskitaajuuden luotettavaan estimointiin. Kuvio 8 havaitaan, että työntekijöiden lukumäärällisesti suurissa ammattiluokissa vuosittaisten havaintojen hajonta on minimaalista.

Vaarallisimpien töiden listalla on kuitenkin myös työntekijöiden ja vahinkojen lukumäärällä mitattuna pienempiä ammattiluokkia, joissa vuosittainen tapaturmataajuuden vaihtelu on suurempaa. Esimerkiksi katu- ja torikauppiaiden ammattiluokassa työntekijöitä on keskimäärin vuosittain noin 200 ja vahinkoja 27,5. Havaintoja on niin vähän, että vuosittainen taajuus on herkkä muutoksiin sekä työntekijöiden että työpaikkatapaturmien määrässä. Kuvio 8 näyttää katu- ja torikauppiaiden luokan vuosittaisten havaintojen vaihtelevan merkittävästi. Tällaisessa tilanteessa saattaa esiintyä Blackin ja Kniesnerin (2003) ehdottamaa satunnaista mittausvirhettä, jonka aiheuttaa työpaikkatapaturmien toteuman satunnaisuus. Täten on mahdollista, että pienempien luokkien sisältyminen vaarallisimpien ammattien listaan on vain sattumaa.

3.2.3.3 Turvallisimmat ammattiluokat

Seuraavaksi tarkastelen tapaturmataajuuksien keskiarvon valossa turvallisimmat ammattiluokat kolmen numeron tarkkuudella. Näiden ammattiluokkien vuosittaiset tapaturmataajuudet sekä keskiarvotaajuudet nähdään kuvioista 9:



Kuvio 9: Turvallisimmat ammattiluokat kolmen numeron tarkkuudella

Kuvio 9 vastaa vaarallisista ammateista tehtyä kuviota: pisteet ovat kunkin vuoden tapaturmataajuuksien havaintoja, mustat poikkiviivat kuvaavat havaintojen keskiarvoa. Koska turvallisten ammattien taajuudet ovat erittäin pieniä, kuvion 9 y-akselin asteikko eroaa aiemmasta kuvioista. Taulukossa 2 nähdään ammattikoodien selitykset sekä vahinkojen ja työntekijöiden lukumäärän keskiarvot:

Ammattikoodi	Ammattinimike	Tapaturmataajuuden keskiarvo	Vahinkojen keskiarvo	Ammattiluokan työntekijöiden lukumäärän keskiarvo
133	Tieto- ja viestintäteknologiajohtajat	0.0008	3.50	4364.75
331	Rahoitus-, vakuutus- ja laskentatoimen asiantuntijat	0.0022	53.25	24012.25
334	Hallinnolliset ja erikoistuneet sihteeri	0.0033	84.00	25851.25
215	Sähkötekniikan erityisasiantuntijat	0.0036	65.75	17589.50
132	Teollisuuden tuotantojohtajat sekä kaivos-, rakennus- ja jakelujohtajat	0.0049	55.25	11707.75
134	Yhteiskunnan peruspalvelujen sekä rahoitus- ja vakuutuspalvelujen johtajat	0.0054	72.75	13725.25

212	Matematiikan ja tilastotieteen erityisasiantuntijat	0.0056	11.50	2031.25
431	Palkanlaskijat, vakuutuskesittelijät ym	0.0057	97.25	16901.25
261	Lainopilliset erityisasiantuntijat	0.0065	58.75	9007.00
222	Hoitotyön erityisasiantuntijat	0.0072	36.75	5151.50
351	Informaatio- ja tietoliikenneteknologian teknikot sekä käyttäjätukihenkilöt	0.0076	115.25	15056.50
131	Maa-, metsä- ja kalatalouden johtajat	0.0077	1.00	133.00
262	Kirjaston- ja arkistonhoitajat sekä museoalan erityisasiantuntijat	0.0081	31.50	3852.00
264	Toimittajat, kirjailijat ja kielitieteilijät	0.0084	91.00	10882.50
11	Upseerit	0.0092	43.75	4762.25

Myös turvallisten ammattien joukosta tehtävät havainnot ovat linjassa intuitiivisten odotusten kanssa: turvallisimpien ammattiluokkien ryhmä koostuu pääasiassa tieto- ja toimistotyötä tekevästä johtajista, asiantuntijoista ja erityisasiantuntijoista. Huomattavaa on, että jokaisen listan ammatin tapaturmataajuus on erittäin pieni. Kussakin ammatissa työpaikkatapaturma sattuu vuosittain alle prosentille ammattiluokan työntekijöistä. Sattumalta 15 turvallisimman ammattiluokan listaus koostuu kaikista ammattiluokista, joissa työpaikkatapaturmataajuus on alle 1 %.

Turvallisin ammattiluokka taajuuslukujen valossa on tieto- ja viestintäteknologiajohtajat, jossa työpaikkatapaturma sattuu vuosittain vain 0,0083 % työntekijöistä. Keskimääräiselle tieto- ja viestintäteknologiajohtajalle ei siis satu työuran aikana yhtään työpaikkatapaturmaa. Turvallisimman ja toiseksi turvallisimman ammattiluokan välinen ero on periaatteessa merkittävä, sillä toiseksi turvallisimman ammatin tapaturmataajuus on 2,6-kertainen edelliseen nähden. Tosiasiallinen ero on kuitenkin niin häviävän pieni, ettei tällainen vertailu ole mielekäästä.

Merkittävin ero vaarallisten ammattien kuvioon nähdään vuosihavaintojen hajonnassa. Tapaturmataajuuksien vuosittaisesta vaihtelusta voidaan havaita yksi työturvallisuuden mittaamisen haasteista: turvallisissa ammateissa sattuu määritelmällisesti vähän vahinkoja, jolloin erityisesti tapaturmahavaintojen määrä ei todennäköisesti riitä luotettavan keskimääräisen taajuuden estimointiin. Täten havaittu tapaturmataajuus ei välttämättä tarkennu samalla tavalla kuin vaarallisten ammattien listauksessa. Koska vaihteluvälit ovat verrattain suuria ja havaintovuosien lukumäärä pieni, havaittu turvallisimpien ammattiluokkien listaus saattaa olla vain sattumaa.

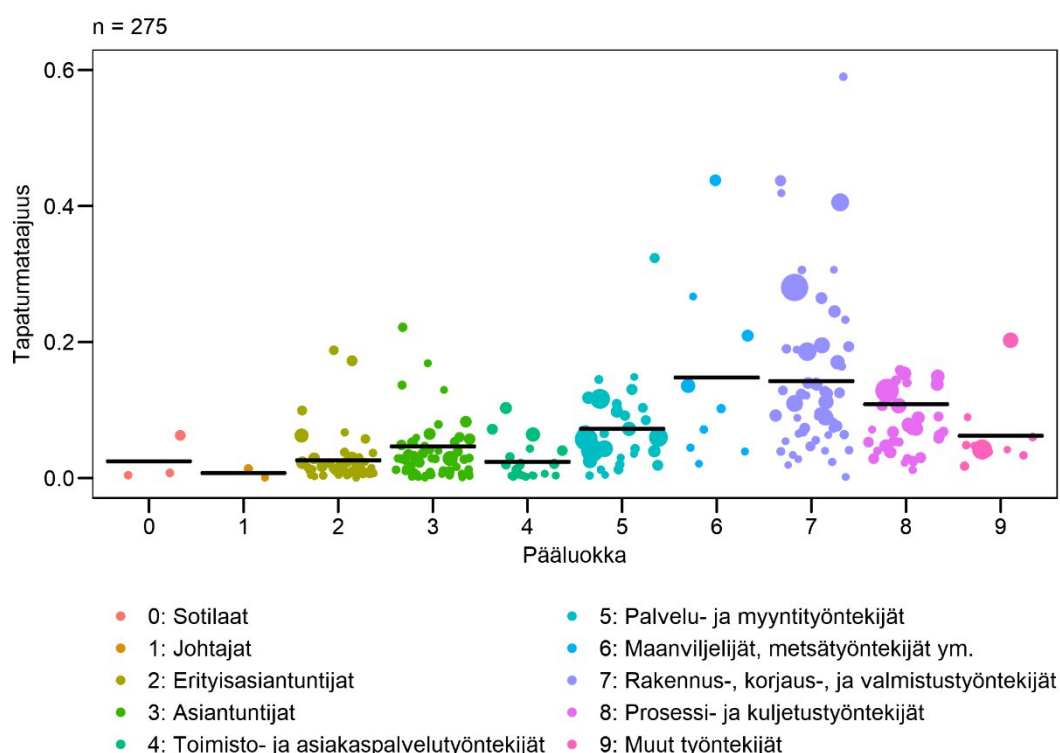
3.2.3.4 Tapaturmataajuudet neljän numeron tarkkuudella

Neljän numeron tarkkuudella Tilastokeskuksen ammattiluokitus sisältää 419 luokkaa, poislukien tuntemattomien luokan. Tapaturmavakuutuskeskuksen aineisto kuitenkin sisältää vain 262 neljän numeron tarkkuudella käytettävää luokkaa. Täten merkittävä osa Tapaturmavakuutuskeskukselle toimitetuista vahingoista on luokiteltu enintään kolmen numeron tarkkuudella. Merkittäviä puuttuvia ammattiluokkia ovat esimerkiksi lähes kaikki 1-luokkaan kuuluvat johtajat, useat erityisasiantuntijat, IT-ammattilaiset ja sairaanhoitajat. Vuosien 2016-2020 työpaikkatapaturmista 28,9 % sattui henkilöille, joiden ammattiluokka oli tilastoitu alle neljän numeron tarkkuudella.

Epätarkemmin tilastoiduissa ammattiluokissa korostuvat johtajat, tieto- ja toimistotyöläiset, erityisesti informaatioteknologiaan ja finanssisektoriin liittyvät tehtävät. Neljän numeron tarkasteluun jäljelle jäävät ammattiluokat ovat täten painottuneita esimerkiksi rakentamiseen ja teollisuuteen. Ammattiluokkien merkittävä painottuminen vaikeuttaa ammattien tapaturmataajuuksia luotettavaa vertailua sekä heikentää sen käytettävyyttä riskimuuttujana palkkayhtälössä.

Tarkastelen kolmen numeron taajuuslukujen tapaan ammattikohtaisia taajuuksien keskiarvoja vuosilta 2016-2019. Ilman tuntemattomien kategorioita ammattiluokkia on 276, joista luokka “Yhdistetyn maanviljelyn ja karjankasvatuksen avustavat työntekijät” (9213) rajataan pois: kyseisessä luokassa sattui TVK:n aineiston mukaan viisi vahinkoa mutta Tilastokeskuksen mukaan luokassa ei ollut kyseisenä vuonna ainuttakaan työntekijää. Täten vuoden 2016 taajuus sekä taajuuksien keskiarvo on määrittelemätön.

Lopulliseen tarkasteluun jää 275 ammattiluokkaa. Ammattiluokkien taajuuksien keskiarvoja neljän numeron tarkkuudella voidaan tarkastella kuvioista 10:



Kuvio 10: Työpaikkatapaturmataajuuden jakautuminen neljän numeron tarkkuudella

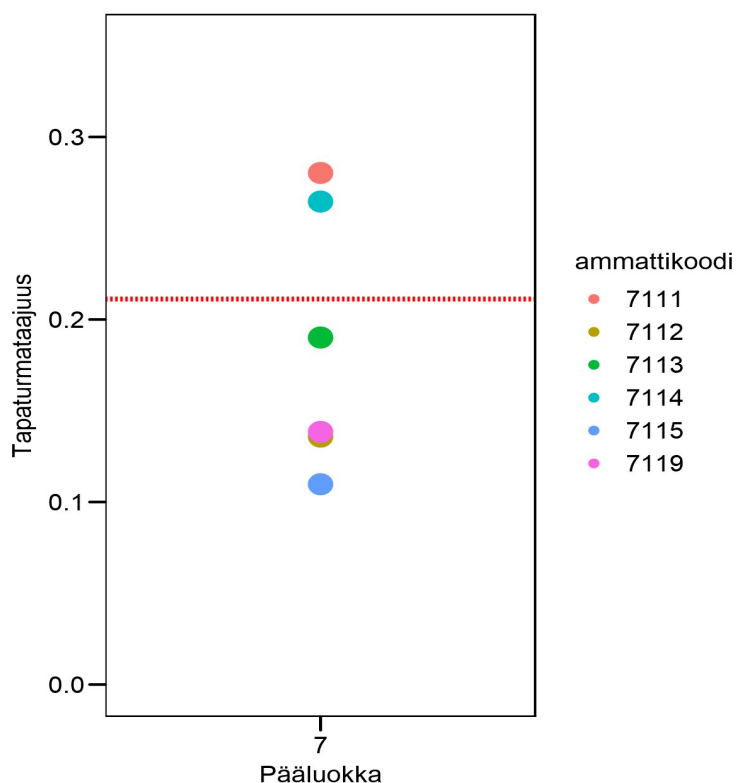
Kukin kuvion 10 pisteistä edustaa yhden ammattiluokan tapaturmataajuutta. Kuvion 9 tapaan ammatit on jälleen x-akselilla pääluokittain kategorisoituna ja y-akselilla on ammatin työpaikkatapaturmataajuus. Havaintoja on ravisteltu x-akselin suuntaisesti luettavuuden parantamiseksi. Kunkin luokan taajuuksista on otettu keskiarvo, jotka näkyvät mustina poikkiviivoina. Pistekuvion ulkopuolelle on luettavuuden vuoksi jätetty poikkeavat luokat kemianteollisuuden prosessinhoitajat (3133) sekä moottoripyörälähetit yms. (8321), joiden keskiarvotaajuudet ovat 0.749 ja 1,358.

Kuviosta voidaan havaita valtaosan taajuuksista jäävän 0,25 alle, eli alle yksi neljästä ammattiluokan työntekijästä vahingoittuu vuosittain. Kuten tämän osion alussa todettiin, johtajien pääluokkaan 1 kuuluvat ammatit ovat tarkastelun ulkopuolella. Kuvio tukee kolmen numeron taajuudella tehtyä taajuusanalyysiä: luokituksen alkupään asiantuntija-ammattiluokat ovat turvallisimpia, kun taas rakennus-, korjaus- ja valmistustyöntekijöiden pääluokassa sekä taajuudet että hajonta ovat suurempia.

Myöhempää regressiota varten pyrin pienentämään merkittävästi poikkeavien havaintojen vaikutusta winsoroimalla ääriarvot 1. ja 99. persentiilin tasoon. Tällöin kolmen numeron tasoisten taajuuksien vaihteluväli on 0,0112 – 0,2112. Neljän numeron tasolla vaihteluväli on 0,0122 – 0,4054.

3.2.3.5 Taajuustasojen vertailu

Havainnollistan aggregoinnin aiheuttamaa harhaa valitsemalla yhden kolmen numeron tasoisen ammattiluokan, kuten rakennustyöntekijät, ja vertaan sille laskettua tapaturmataajuutta sen alaluokkien taajuuksiin:



Kuvio 11: Kolmen ja neljän tason taajuuksien ero

Kuviosta 11 nähdään pisteinä “Rakennustyöntekijät ym.” luokan 711 alaluokkien neljän numeron tasoiset tapaturmataajuudet, sekä 711-luokan kolmen numeron tasoinen taajuus (0,211) punaisena katkoviivana. Kuvio havainnollistaa Blackin ja Kniesnerin (2003), Laliven (2003) sekä Viscusin (1993) mainitsemaa variaation peittymistä.

Aggregoidun riskimuuttujan käyttäminen palkan estimoinnissa johtaa harhaisiin lopputuloksiin, sillä kuviosta 5 voidaan havaita kolmen numeron tasaisen tapaturmataajuuden poikkeavan merkittävästi sen alaluokkien taajuuksista. Jos regressioyhtälössä (1) työssä loukkaantumisen estimaatti β_2 olisi harhaton, käytettävä riskimuuttuja yliarvioisi useammalla yksiköllä esimerkiksi muurareiden (7112) tapaturmataajuuden ja siten myös regression estimoiman palkan.

On huomattava myös, että myös kuvion 11 tarkemmat havainnot ovat aggregoituja, ja jakautuvat osaltaan pienempiin ja pienempiin alaluokkiin sekä esimerkiksi yritystasolle. Käytettävän ammattiluokituksen tarkentaminen kuitenkin altistaa aineiston kategorisointivirheelle. Täydellisessä tarkastelussa käytössä olisi tarkka havainto jokaisen työntekijän yksilöllisestä riskitasosta, mutta sen havaitseminen on joko hankalaa tai mahdotonta.

3.2.4 Palkkamuuttuja

Vahingoittuneen päiväpalkka voidaan havaita vahinkotilastoista kahdella tapaa: 3–28 päivän työkyvyttömyyden aiheuttaneissa vahingoissa korvatusta sairausajan palkasta ja yli 28 päivän vahingoissa vuosityöansiosta. Kumpikaan tavoista ei ole täysin harhaton, mikä tulee ottaa huomioon tuloksia tulkitessa.

Lyhyen ajan päiväraha korvauksista johdettujen palkkojen laskemisessa hyödynnän Tapaturmavakuutuskeskukselta saatua tarkennettua aineistoa, jossa työkyvyttömyysjakson pituudesta on vähennetty sille osuneet viikonloput. Tämän jälkeen sairausajan palkkoina maksetun korvauksen määrä jaetaan niillä työkyvyttömyyspäivillä, jotka eivät ole viikonloppuna. Pyhäpäivät ovat mukana työkyvyttömyyspäivissä. Tapaturmavakuutuskeskuksen tilastoimat korvaussummat ovat bruttomääräisiä.

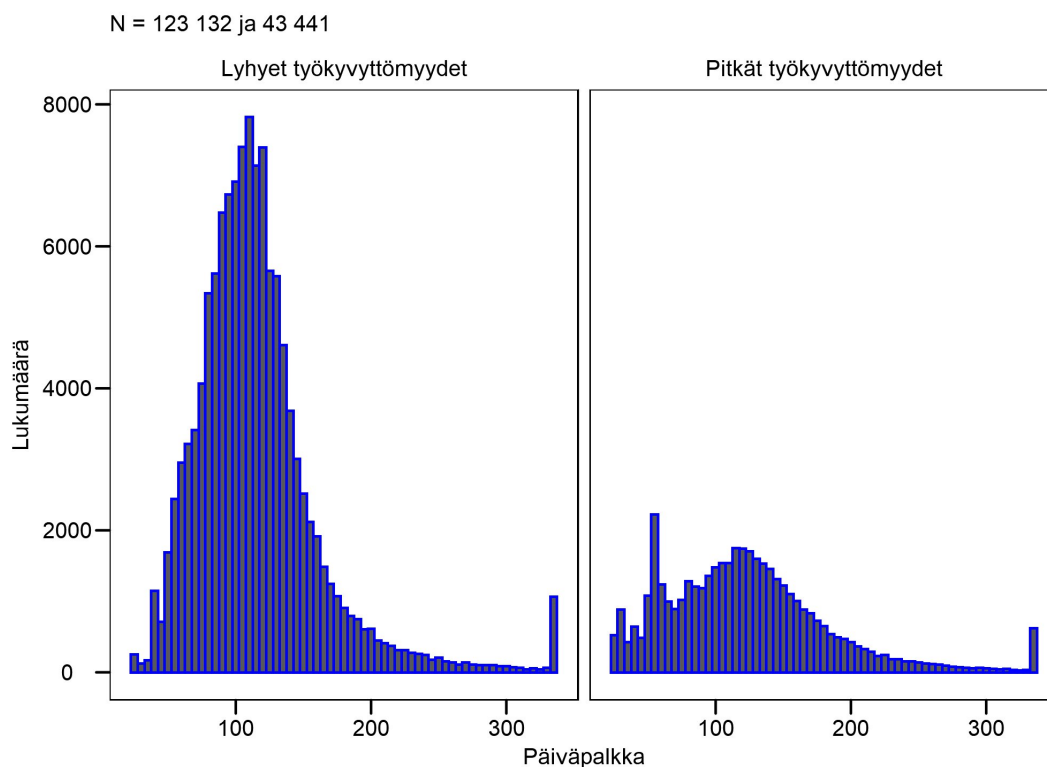
Lähestymistapa olettaa kaikkien työntekijöiden työskentelevän vain arkipäivisin, mikä ei luonnollisesti pidä paikkaansa. Lisäksi esimerkiksi Viscusi (1993) pitää tuntipalkkaa parhaana vaihtoehtona palkkamuuttujalle, sillä päiväpalkasta ei erota tehtyjen työtuntien lukumäärää. Käytetyllä tavalla saadaan kuitenkin sujuvasti arvio vahingoittuneen yhtenä

työpäivänä ansaitsemasta palkasta jokaiselle vahingolle, josta on maksettu ansionmenetykskorvauksia.

Käytän samaa lähestymistapaa yli 28 päivän työkyvyttömyyden vahingoissa. Vuosityöansio on kuitenkin erilainen laskennallinen kokonaisuus, johon sisällytetään esimerkiksi lomarahat ja luontoisedut, jolloin se on tavanomaisesti hieman korkeampi kuin lyhyen ajan päivärahan maksuperusteena oleva palkka. Lyhyiden työkyvyttömyysjaksojen tapaan yhden työpäivän palkka saadaan jakamalla vahingoittuneelle maksettu korvaus työkyvyttömyyspäivillä ilman viikonloppuja. Mikäli yhdelle vahingoittuneelle on maksettu sekä sairausajan palkkoihin että vuosityöansioon perustuvaa päivärahaa, palkkamuuttuja laskettiin vuosityöansion mukaisesta korvaussummasta.

Vahingoittuneiden palkkoja tarkastellessa havaitsin useita virheellisiä rivejä, joissa laskettu päiväpalkka oli nolla tai jopa negatiivinen. Nämä rivit rajasin tarkastelun ulkopuolelle. Päiväpalkkojen vaihteluväli oli silti merkittävän suuri, 0,000417 – 5880,76 euroa. Jotta poikkeavia havaintoja ei poistettaisi aineistosta kokonaan, winsoroin jakauman ääriarvot 1. ja 99. persentiilin tasolle. Tämän jälkeen päiväpalkkojen vaihteluväli on 25,77 – 332,97.

Tarkastellaan päiväpalkkojen jakautumista kuviossa 12:



Kuvio 12: Vahingoittuneiden päiväpalkka työkyvyttömyysryhmittäin

Kuviossa 12 nähdään lyhyen aikavälin työkyvyttömyyden korvauksista johdetut palkat ovat vasemmalla ja vuosityöansiosta johdetut palkat oikealla. X-akselilla on vahingoittuneiden päiväpalkka ja y-akselilla vahingoittuneiden lukumäärä. Pylväät on aseteltu viiden euron välein. Päiväpalkkojen keskiarvot ovat 115,43 ja 122,98 euroa vastaavasti. Palkkamuuttujat ovat suhteellisen samalla tavalla jakautuneita, joskin vuosityöansiosta johdetuissa palkoissa on poikkeava ryhmä noin 55 euron päiväpalkan kohdalla. Lisäksi molemmissa ryhmissä havaitaan winsoroinnin aiheuttama piikki jakauman yläpäässä.

3.2.5 Puuttuvat muuttujat

Tapaturmavakuutuskeskuksen aineiston on taustamuuttujiltaan suppea, joten on syytä ottaa huomioon todennäköinen puuttuvien muuttujien aiheuttama harha. Mahdollisista kontrollimuuttujista käytössä on vain ikä ja sukupuoli, jotka todennäköisesti kuuluvat todelliseen palkkayhtälöön, mutta eivät ole riittäviä luotettavaan regressioon. Esimerkiksi Mincerin (1974) kehittämään palkkayhtälöön kuuluvat koulutus ja työkokemus puuttuvat aineistosta kokonaan. Lisäksi Viscusi (1993, 1918) ehdottaa sisällytettäväksi

kontrollimuuttujiksi muun muassa asuinpaikkaa, terveydentilaa, ammattiliittostatusta ja yrityksen toimialaa.

Jos estimoidaan malli, josta puuttuu siihen todellisuudessa kuuluvia muuttujia, mallista saataviin kertoimiin sisältyy epäsuoraa vaikutusta, jonka suunta voi olla positiivinen tai negatiivinen. Tällöin malli on väärin spesifioitu ja mallin estimaatit harhaisia. (Wooldridge, 2016, 79–80).

Koska käytössä olevassa aineistossa olevien kontrollimuuttujien määrä on vähäinen, estimoitaviin malleihin on syytä suhtautua varauksella. Joidenkin puuttuvien muuttujien aiheuttaman harhan suunnasta voidaan tehdä arvioita, mutta harhan suuruutta on mahdotonta selvittää. Lisäksi tässä tapauksessa malliin todellisuudessa kuuluvien puuttuvien muuttujien lukumäärän voidaan olettaa olevan merkittävä, joten lopullista arviota työtapaturmariskin kertoimesta on mahdotonta tehdä.

3.2.6 Valikoitumisongelmat

Aiemmin käsitellyn työntekijöiden riskiaversiivisuuden mukaan töihin valikoitumisen lisäksi Tapaturmavakuutuskeskuksen aineistossa saattaa vaikuttaa myös aineistoon valikoituminen. Koska havaitsemme vain työtapaturman kärsineet henkilöt, on mahdollista että TVK:n aineistoon on sisältynyt vain riskialtteimmat työntekijät kustakin ammattiluokasta. Tällöin kaikki havaitut tapaturmataajuudet saattavat olla yliarvioituja valikoitumisharhan johdosta, minkä lisäksi ei-vahingoittuneiden palkkoja ei havaita. Tämän valikoitumisen tutkimiseksi tarkastelen seuraavassa luvussa aineiston vahingoittuneiden ammattiluokkakohtaisia keskipalkkoja ja vertaan niitä Tilastokeskuksen julkaisemiin tilastoihin ammattikohtaisista keskipalkoista.

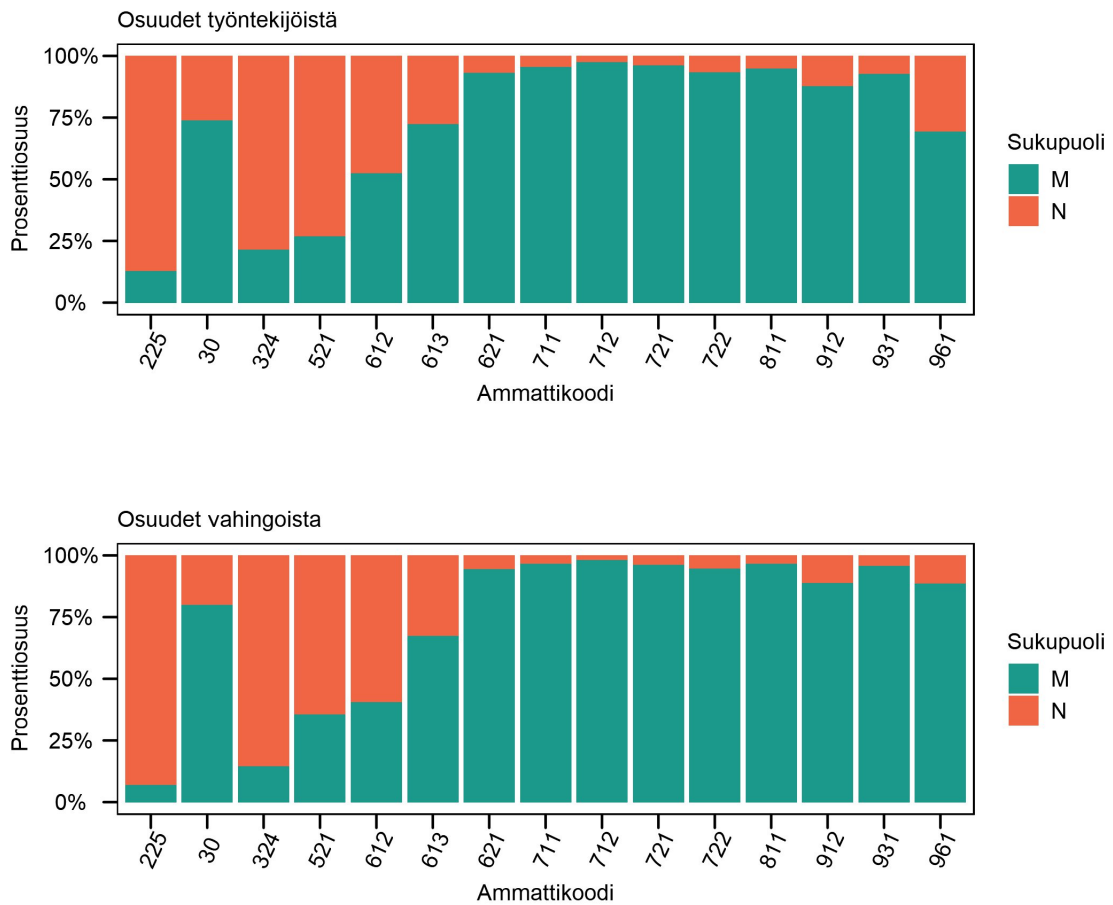
Toinen erityistä huomiota vaativa valikoitumisen muoto on sukupuolittainen ammatteihin valikoituminen. Leethin ja Ruserin (2003) mukaan kompensoivien palkkaerojen empiirisessä tutkimuksessa on havaittu erilaisia tuloksia sukupuolittain tarkasteltuna. Esimerkiksi miesten on huomattu saavan palkkakompensaatiota työtapaturmariskin kasvaessa, kun taas naisilla samaa vaikutusta ei ole havaittu. Ruserin ja Butlerin (2010) mukaan kyseessä on kuitenkin ammattiin valikoituminen sukupuolten välillä: Leethin ja Ruserin tutkimuksessa ammateittain jaoteltuna tapaturmariskin palkkavaikutus havaittiin sekä miehillä että naisilla vaarallisimmissa sinikaulustöissä. Vastaavaa palkkavaikutusta ei löytynyt valkokaulusammateissa. Heidän mukaansa miehet siis syystä tai toisesta sijoittuvat naisia useammin riskialttiimpiin töihin, joissa heikosta työturvallisuudesta

kompensoidaan työntekijöille merkittävämmiin. Tapaturmariskin palkkakompensaatiovaikutus havaitaan sekä miehistä että sinikaulustyöntekijöistä, koska ne ovat valikoitumisen johdosta lähes sama ryhmä.

Koska valikoitumista on havaittu aiemmassa tutkimuksessa, on se syytä ottaa huomioon myös tässä työssä. Ruserin ja Butlerin (2010) esimerkin mukainen sukupuolen mukainen valikoituminen implikoi, että työpaikkatapaturmien valossa vaaralliset ammatit olisivat poikkeuksellisen miesvaltaisia. Selvitetään seuraavaksi mahdollista valikoitumista sekä Tapaturmavakuutuskeskuksen että Tilastokeskuksen aineistoista tutkimalla miesten osuutta sekä työvoimasta että sattuneista työpaikkatapaturmista yleisesti sekä rajaamalla vain vaarallisimpiin ammatteihin.

Tarkastellaan ensin miesten osuutta ammattiluokkien työntekijöistä kolmen numeron tarkkuudella. Tilastokeskuksen työntekijöiden lukumäärien tilaston perusteella miesten osuus ammattiluokan työntekijöistä on keskimäärin 55,8 % ja mediaani 52,9 %. Keskihajonta on kuitenkin melko suuri 28,4 %, mikä viittaa alojen olevan usein sukupuolittain painottuneita. Ammattiluokkia analyysissä on 125, joista vain 15:ssä luokassa miesten osuus sijoittui 45-55 % välille, jolloin miehiä ja naisia on ammatissa lähes tulkoon yhtä paljon. Kuviossa 8 voidaan havaita, että miehille sattuu enemmän työtapaturmia vuosittain, noin 60 % vuotuisista työpaikkatapaturmista. Koska vahinkohavaintoja on niin merkittävä määrä, sukupuolten välisiä osuuksia voidaan pitää luotettavina.

Tarkempaa analyysiä varten palataan luvussa 3 esiteltyihin tapaturmataajuuden valossa vaarallisimpiin ammattiluokkiin. Kuviossa 13 nähdään ammattiluokan työntekijöiden sukupuolen suhteelliset osuudet:



Kuvio 13: Työntekijöiden sukupuolijakauma vaarallisimmissa ammateissa

Kuvion 13 yläosa näyttää, kuinka suuri osuus kunkin vaarallisen ammattiluokan työntekijöistä oli naisia ja miehiä keskimäärin vuosina 2016-2019. X-akseleilla on merkitty luvussa 3 esiteltyt vaarallisimmat ammattiluokat kolmen numeron tarkkuudella. Y-akselilla on sukupuolten väliset prosenttiosuudet: yläosassa miesten ja naisten osuudet kunkin ammattiluokan työntekijöistä, alaosassa osuudet samoissa ammattiluokissa sattuneista vahingoista.

Kuviosta voidaan todeta, että useimmat tapaturmataajuuden valossa vaaralliset ammatit ovat miesvaltaisia. Erityisesti miesvaltaisia aloja ovat rakennustyöntekijät (711), rakennusten viimeistelytyöntekijät (712), valimotyöntekijät ja hitsaajat (721) sekä sepät ja työkaluntekijät (722). Naisvaltaisia ammatteja listauksessa ovat eläinlääkärit (225), seminologit (324) sekä katu- ja torikauppiat (521). Eläintenkasvattajien (612) ammattiluokka on ryhmän ainoa, jossa on lähes yhtä paljon mies- ja naistyöntekijöitä.

Työntekijöiden sukupuolijakauma antaa viitteitä valikoitumisesta: jos minkäänlaista ammatteihin valikoitumista ei olisi, kussakin ammatissa sukupuolten osuudet ovat samoja. Tarkastellaan vaarallisimmissa lisäksi ammateissa sattuneiden työpaikkatapaturmien lukumäärää ja sukupuolijakaumaa. Kuvion yläosan perusteella myös vahingonkäräsinen ryhmässä on odotettavissa sukupuolittaista vinoumaa. Kuvion 13 alaosassa on nähtävillä samoille ammattiluokille sattuneiden sukupuolijakaumat keskimäärin vuosina 2016-2020.

Viiden vuoden aikana vaarallisimmissa ammattiluokissa sattui 113 875 työpaikkatapaturmaa. Näistä selvästi suurin on rakennustyöntekijöiden luokka, jossa sattui 46 805 työpaikkatapaturmaa tarkasteluajanjaksolla. Näistä 1489 vahinkoa sattui naisille. Muita lukumäärällisesti merkittäviä luokkia ovat aiemmin havaitut rakennus- ja metallityöläiset, mutta myös kaivos- ja louhintakoneiden kuljettajat (811) sekä avustavat kaivos- ja rakennustyöläiset (931). Työpaikkatapaturmien jakautuminen sukupuolittain noudattaa kuvion 13 yläosan linjaa: miesvaltaisilla aloilla myös suurin osa vahingoista sattuu miehille. Vastaavasti naisvaltaisilla aloilla naisille sattuneet vahingot korostuvat.

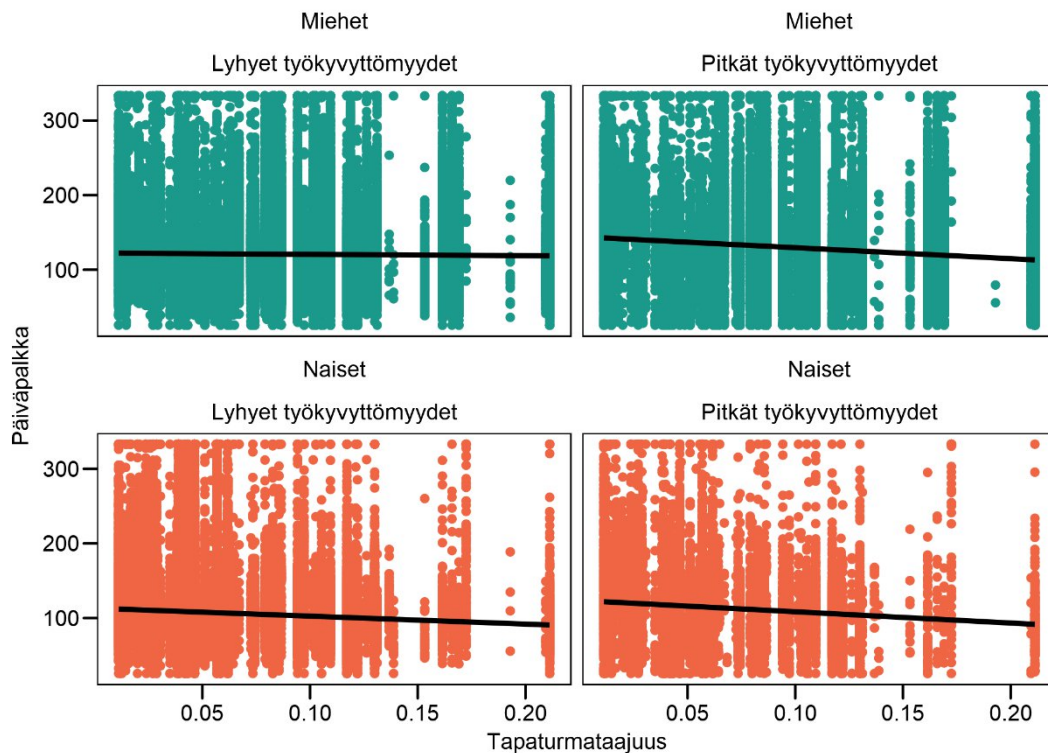
Valikoitumisongelmien poistaminen on haastavaa, sillä työntekijöiden ammatinvalinta on monimutkainen prosessi, jonka vaikuttavia tekijöitä on vaikeaa erottaa toisistaan. Valikoitumisesta vapaan luonnollisen koeasetelman muodostaminen voi siten olla vaikeaa. Valikoitumisen poistaminen vaatisi siis tilanteen, jossa työntekijät sijoittuvat töihin täysin satunnaisesti. Mikäli sama henkilö sijoittuisi useamman kerran erilaisiin töihin täysin satunnaisesti, voitaisiin muutokset sekä työtaturmariskissä että palkassa havaita. Jos samalla tavalla havaittaisiin eri preferenssejä omaavia työntekijöitä, palkan ja tapaturmariskin välinen yhteys voitaisiin todeta.

4. LÖYDÖKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tarkastellaan seuraavaksi, voidaanko Tapaturmavakuutuskeskuksen aineistosta löytää tukea kompensoivien palkkaerojen teorian mukaiselle palkan ja työtapaturmariskin positiiviselle yhteydelle. Tutkin tapaturmataajuuden ja palkan välistä korrelaatiota neljässä ryhmässä: käyttäen kolmen ja neljän numeron tasolla laskettuja neljän vuoden winsoroituja tapaturmataajuuksien keskiarvoa sekä lyhyen ja pitkän aikavälin työkyvyttömyyskorvauksista laskettuja winsoroituja päiväpalkkoja.

4.1 Graafinen tarkastelu

Aloitan graafisen tarkastelun kolmen numeron tapaturmataajuuksista:



Kuvio 14: Päiväpalkan ja tapaturmataajuuden välinen suhde kolmen numeron tarkkuudella

Kuviossa 14 lyhyen ja pitkän työkyvyttömyyden vahingot on esitetty erikseen, jotta nähdään mahdollinen ero työkyvyttömyysjaksojen pituuksien välillä. Lisäksi Ruserin ja Butlerin (2010) esittämän valikoitumisen mahdollisuuden vuoksi palkan ja tapaturmataajuuden välinen suhde on esitetty myös sukupuolittain. Y-akselilla on vahingoittuneelle laskettu päiväpalkka ja x-akselilla tapaturmataajuus kolmen numeron

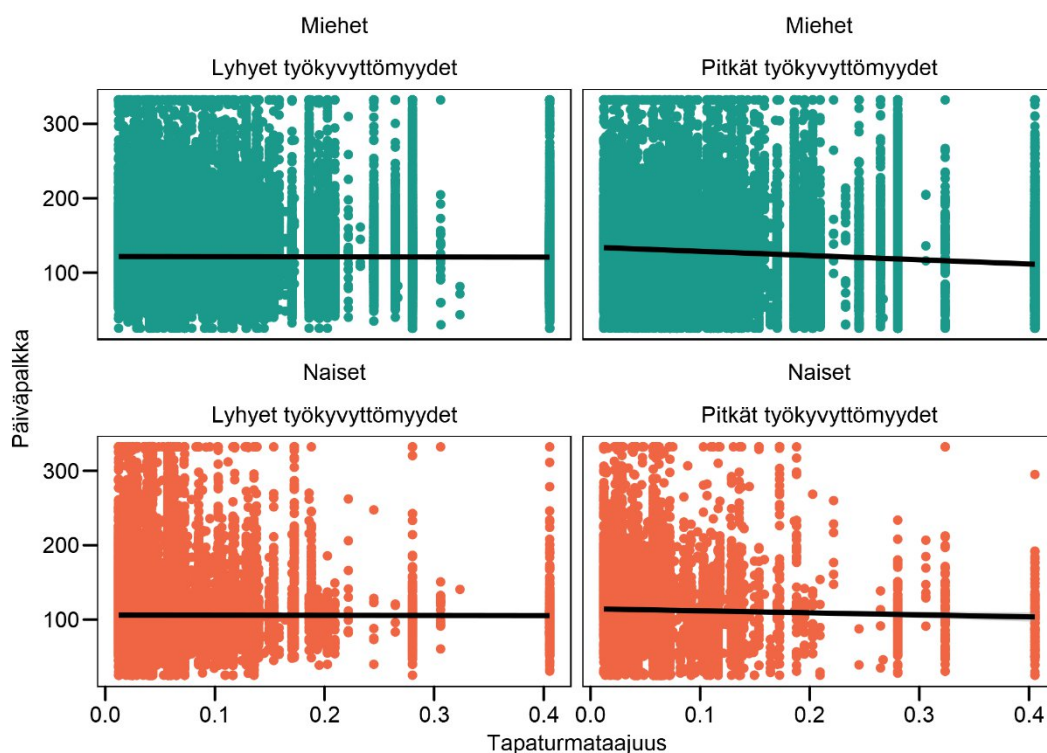
tarkkuudella. Lisäksi kuvioon on piirretty mustana viivana lineaarisella menetelmällä estimoitu sovite.

Kuvion 14 esittämät korrelaatiot näkyvät taulukossa 3:

	Lyhyet työkyvyttömyydet	Pitkät työkyvyttömyydet
Miehet	-0,021 (1,8e-09)	-0,14 (<2,2e-16)
Naiset	-0,08 (<2,2e-16)	-0,1 (<2,2e-16)

Taulukossa esitetään kuviossa 14 havainnollistetut korrelaatiot sekä niiden p-arvot kussakin ryhmässä. Jokaisessa ryhmässä korrelaatio on hieman nollan alapuolella tilastollisesti merkitsevällä tasolla.

Seuraavaksi esittelen yhteyttä neljän numeron tasoisen tapaturmataajuuden mukaan laskettuna:



Kuvio 15: Päiväpalkan ja tapaturmataajuuden välinen suhde neljän numeron tarkkuudella

Edellisen kuvion mukaisesti yhteyttä tarkastellaan sukupuolen ja johdettujen palkkamuuttujien mukaan eroteltuna. Taajuusmuuttujan vaihtaminen tarkempaan ei

näytä muuttaneen palkan ja tapaturmariskin välistä korrelaatiota merkittävästi, mutta sovitesuorat ovat kuvioon 14 verrattuna tasaisempia. Vahingoittuneiden jaottelu yli ja alle 28 päivän työkyvyttömyyksiin ei myöskään vaikuta olevan merkittävä tekijä, joten jätän sen huomiotta tulevissa tarkasteluissa. Tarkastellaan vielä korrelaatioita neljän numeron tarkkuudella taulukolla 4:

	Lyhyet työkyvyttömyydet	Pitkät työkyvyttömyydet
Miehet	-0,0039 (0,32)	-0,085 (<2,2e-16)
Naiset	-0,0017 (0,76)	-0,03 (0,0036)

Kolmen numeron tasoiseen tapaturmataajuuteen verrattuna korrelaatiot lähenevät nollaa kaikissa ryhmissä, joskin vähemmän vakavasti vahingoittuneiden tapauksissa korrelaatiot eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Toisaalta korrelaatiot ovat lähes nollia, joten tässä tapauksessa ei ole käytännön merkitystä, hyväksytäänkö vai hylätäänkö nollahypoteesi. Pidempään sairauslomalla olleiden työntekijöiden ryhmissä korrelaatiot ovat hieman suurempia ja tilastollisesti merkitseviä, mutta kuitenkin negatiivisia.

Graafinen tarkastelu ei puolla kompensoivien palkkaerojen teorian hypoteesin mukaista positiivista lineaarista yhteyttä. Tapaturmataajuuden tarkentamisella näyttää kuitenkin olevan positiivinen vaikutus korrelaatioihin, joten yhteyden lähempi tarkastelu regression kautta on perusteltua.

4.2 Regressio

Pouliakas & Theodossiou (2013, 179) mukailleen seuraavaksi estimoitava regressioyhtälö on:

$$w_i = \beta_0 + \beta_1 f_k + \beta_2 f_k^2 + \beta_3 s_i + \beta_4 a_i + u_i \quad (6)$$

Yhtälössä selitettävänä muuttujana on vahingoittuneen winsoroitu päiväpalkka w_i ja selittävinä muuttujina winsoroitu ammattiluokkakohtainen tapaturmataajuus f_k , tapaturmataajuuden neliö, vahingoittuneen sukupuoli s_i dummy-muuttujana sekä vahingoittuneen ikä a_i . Lisäksi yhtälössä on tavanomainen virhetermi u_i . Alaindeksillä i merkitään kutakin tarkasteltavaa vahingoittunutta ja alaindeksillä k ammattiluokkia joko kolmen tai neljän numeron tarkkuudella spesifikaatiosta riippuen.

Selitettävä muuttuja eli vahingoittuneen päiväpalkka on laskettu luvussa 3 esiteltyyn tapaan, mutta regressiota ei ole tehty erikseen lyhyiden ja pitkien työkyvyttömyyksien vahingoittuneilla.

Vahingoittuneen ammattiluokkakohtaiset tapaturmataajuudet ovat luvussa 3 lasketut taajuudet kolmen ja neljän numeron tarkkuudella. Yhdessä regressioyhtälössä käytetään vain yhtä tarkkuutta, jolloin voidaan tarkastella selitettävän muuttujan reagointia käytössä olevan taajuustason muuttumiseen.

Tapaturmataajuus on regressioyhtälön olennaisin muuttuja, joten on huomioitava sen heikkoudet. Kuten aiemmissa luvuissa on todettu, mittaus- ja aggreointivirheet ovat vaivanneet aiemmassa kirjallisuudessa käytössä olevia riskimuuttujia. Samojen ongelmien voidaan olettaa vaivaavan myös nyt laskettuja tapaturmataajuuksia. Erityisesti epätarkan ammatteihin kategorisoinnin voidaan olettaa aiheuttavan harhaisuutta estimaateissa, mutta sen vaikutusta on vaikeaa arvioida. Toisaalta kahdentasoisten taajuuksien käyttäminen näyttää, kuinka aggregointiharha vaikuttaa regressioyhtälössä.

Sukupuoli otetaan regressioyhtälössä huomioon dummy-muuttujan kautta: muuttuja on 1 kun vahingoittuneen sukupuoleksi on merkitty mies, 0 kun sukupuoleksi on merkitty nainen.

Estimoin yhtälöstä viisi versiota: ensin kolmen numeron tarkkuudella ilman kontrollimuuttujia tai taajuuden neliötä, sitten kolmen numeron tapaturmataajuudella kontrollien kanssa. Estimoin vastaavat yhtälöt myös neljän numeron tarkkuudella. Viimeisenä tarkastelen funktiomuotoa lisäämällä yhtälöön neljän numeron tasoisen tapaturmataajuuden korkeampia asteita. Tällä selvitetään esimerkiksi Viscusin ja Aldyn (2003, 23) havaitsema palkan ja tapaturmariskin epälineaarinen yhteys.

Koska ammattien kokoluokissa ja vahinkojen lukumäärissä on merkittävää eroa ja sitä kautta estimoitujen tapaturmataajuuksien luotettavuus vaihtelee, painotan ammattiluokkia antaen suuremman painon ammattiluokille, joissa vahinkojen lukumäärä on suuri. Liitteestä C löytyvät vaihtoehtoiset regressiotulokset ilman winsorointia ja painotuksia sekä winsoroinnin kanssa mutta ilman painotusta.

Ennen regressioyhtälöiden esittämistä painotan estimaattien ongelmia, sillä jo puuttuvat muuttujat sekä riski- ja palkkamuuttujien välinen endogeenisyys riittävät tekemään estimaateista harhaisia. Lisäksi riskimuuttujan ongelmat saattavat olla niin merkittäviä,

ettei hedonisen teoriaan pohjautuvalla menetelmällä saada tehtyä empiirisesti validia tutkimusta muutoin oikein spesifioidulla mallillaakaan. Koska tämän regression tarkoituksena on ongelmien havainnollistaminen, eikä luotettavien estimaattien esittäminen, käytän luettavuuden vuoksi palkkamuuttujasta euromääräistä muotoa luonnollisen logaritmin sijasta.

Regressioiden tulokset löytyvät seuraavasta taulukosta:

	3nro taajuus	3nro + kontrollit	4nro taajuus	4nro + kontrollit	4nro + kontrollit + neliö
Taajuus 3 numeroa	35.7185 (1.7560) ***	-23.1728 (2.1984) ***			
Taajuus 4 numeroa			41.3273 (1.2527) ***	6.5744 (1.5276) ***	81.32 (6.653) ***
Taajuus 4 numeroa ²					-193.8 (16.79) ***
Sukupuoli		15.8033 (0.3240) ***		14.8234 (0.3450) ***	12.84 (0.3853) ***
Ikä		0.5141 (0.0088) ***		0.4578 (0.0098) ***	0.4563 (0.00974 6) ***
<i>Adj. R²</i>	0.002472	0.03514	0.008286	0.03778	0.03875
F-testi p- arvo	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
Vakio	111.9339 (0.2533) ***	87.078458 (0.457453) ***	108.1168 (0.2368) ***	84.3216 (0.4873) ***	80.86 (0.5720) ***
N	166 543	166 543	130 151	130 151	130 151
***: Merkitsevä alle 0,001 merkitsevyystasolla					

Valituista regressioista havaitaan, että kaikki estimoidut työtaturmariskin kertoimet ovat tilastollisesti merkitseviä alle 0,001 merkitsevyystasolla, mutta vaihtelevat merkittävästi spesifikaatiosta riippuen. Kaikkien mallien korjattu selitysaste on pieni, maksimissaan hieman alle 4 %, mikä viittaa merkittäviin puutoksiin selittävissä muuttujissa. Toisaalta sekä työtaturmariskin että kontrollimuuttujien kertoimien p-arvot ovat käytännössä nolliä, minkä lisäksi F-testit tukevat ajatusta, että muuttujilla on yhdessä selitysvaimaa.

Tässä vaiheessa on muistettava Blackin ja Kniesnerin (2003), Laliven (2003) ja Viscusin (1993) varoitukset aggregoidusta riskimuuttujasta, joka on tämän tarkastelun keskeinen ongelma. Kuvioista 14 ja 15 nähdään havaintojen olevan eräänlaisissa pylväissä, sillä saman ammattiluokan työntekijöissä on vaihtelua vain palkassa, ei tapaturmataajuudessa. Todellisuudessa henkilökohtaisissa tapaturmariskeissä on varmasti vaihtelua, jonka käytössä oleva aggregoitu riskimuuttuja peittää alleen kuvion 11 havainnollistamalla tavalla.

Siirtyminen kolmen numeron taajuusluvuista neljän numeron tasolle ilman kontrollimuuttujia kasvatti kerrointa. Vastaavasti kontrollimuuttujien lisääminen aiheuttaa riskimuuttujan kertoimen merkittävän pienentymisen. Tämän voidaan todeta johtuvan puuttuvan muuttujan aiheuttamasta harhaisuudesta ja riskimuuttujan kanssa korreloivien kontrollimuuttujien aiheuttaman epäsuoran vaikutuksen identifikaatiosta. Esimerkiksi sukupuolen ja neljän numeron tasoisen tapaturmataajuuden välinen korrelaatio on 0,415, jolloin on todennäköistä, että sukupuolimuuttujalla on positiivinen epäsuora vaikutus, joka dominoi riskimuuttujan omaa vaikutusta. Ammattiluokittelun tarkentamisen ja kontrollimuuttujien lisäämisen vaikutukset voidaan havaita myös vaihtoehtoisissa spesifikaatioissa, jotka löytyvät liitteestä C.

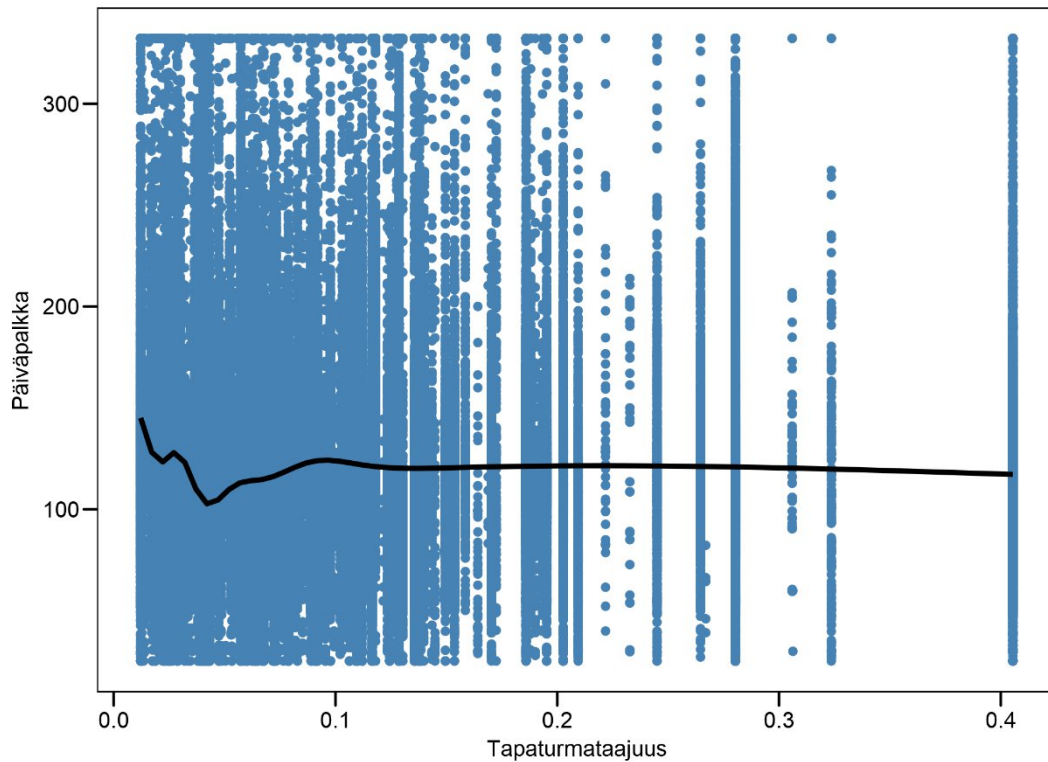
Koska käytössä oleva kontrollimuuttujien vektori on hyvin maltillinen ja korjattu selitysaste pieni, on perusteltua olettaa riskimuuttujan kertoimen sisältävän yhä korreloivien puuttuvien muuttujien epäsuoraa vaikutusta. Joidenkin puuttuvien muuttujien vaikutusta voidaan arvioida, vaikka niiden kertoimia tai korrelaatiota riskimuuttujan kanssa ei tiedetä (Wooldridge, 2016, 79-80). Esimerkiksi koulutuksen aiheuttama epäsuora vaikutus β_2 -kertoimeen on todennäköisesti negatiivinen, sillä koulutuksen vaikutuksen palkkaan voidaan odottaa olevan positiivinen. Lisäksi koulutuksen ja työtaturmariskin välisen korrelaation voidaan ajatella olevan

negatiivinen, koska koulutetut saavat parempaa palkkaa ja työturvallisuus on normaalihyödyke (Thaler & Rosen, 1976, 276). Koulutuksen lisääminen malliin poistaisi negatiivisen epäsuoran vaikutuksen, jolloin työtaturmariskin kerroin kasvaisi.

Viimeisellä mallilla testataan palkan ja tapaturmariskin välisen yhteyden funktiomuotoa. Tämä tapahtuu täydentämällä estimoitavaa palkkayhtälöä tapaturmariskin neliöllä. Jos kyseinen termi on negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä, yhtälö on konkaavi (Viscusi & Aldy, 2003, 23). Viimeiseen malliin lisätty tapaturmataajuusmuuttujan neliö on negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä alle 1 % merkitsevyystasolla. Tämä viittaa vahingoittuneen päiväpalkan ja tapaturmataajuuden välisen yhteyden olevan epälineaarinen Viscusin ja Aldyn arvioimalla tavalla. Negatiivinen tapaturmataajuuden neliö viittaa palkan olevan pienimmillään taajuusasteikon ääripäissä.

Epälinearisuuden vahvistamisen jälkeen testasin regressiota myös tapaturmataajuuden kuution kanssa, joka neliön tavoin oli tilastollisesti merkitsevä. Tarkan funktiomuodon selvittämiseksi pyrin lisäämään yhtälöön tapaturmataajuuden korkeampia asteita, kunnes viimeinen lisätty termi ei ole tilastollisesti merkitsevä. En onnistunut tässä, sillä vielä kahdeksannenkin lisätyn termin t-testin p-luku oli $<2e-16$. Myös tämän viimeisen regression tulokset löytyvät liitteestä C.

Koska kaikki lisätyt korkeamman asteen termit olivat tilastollisesti merkitseviä, lineaarinen malli ei välttämättä ole paras vaihtoehto palkan ja tapaturmataajuuden välisen epälineaarisen yhteyden selvittämiseen. Parempi vaihtoehto voisi olla epälineaarinen malli, kuten yleistetty additiivinen malli (GAM), joka sopii epälineaaristen yhteyksien tutkimiseen (Agesti, 2019, 310). Tällainen malli on kuitenkin tämän opinnäytteen aiheen ulkopuolella. Epälineaarista yhteyttä voidaan kuitenkin tarkastella graafisesti:



Kuvio 16: Päiväpalkka ja tapaturmataajuus epälinearisella soviteella

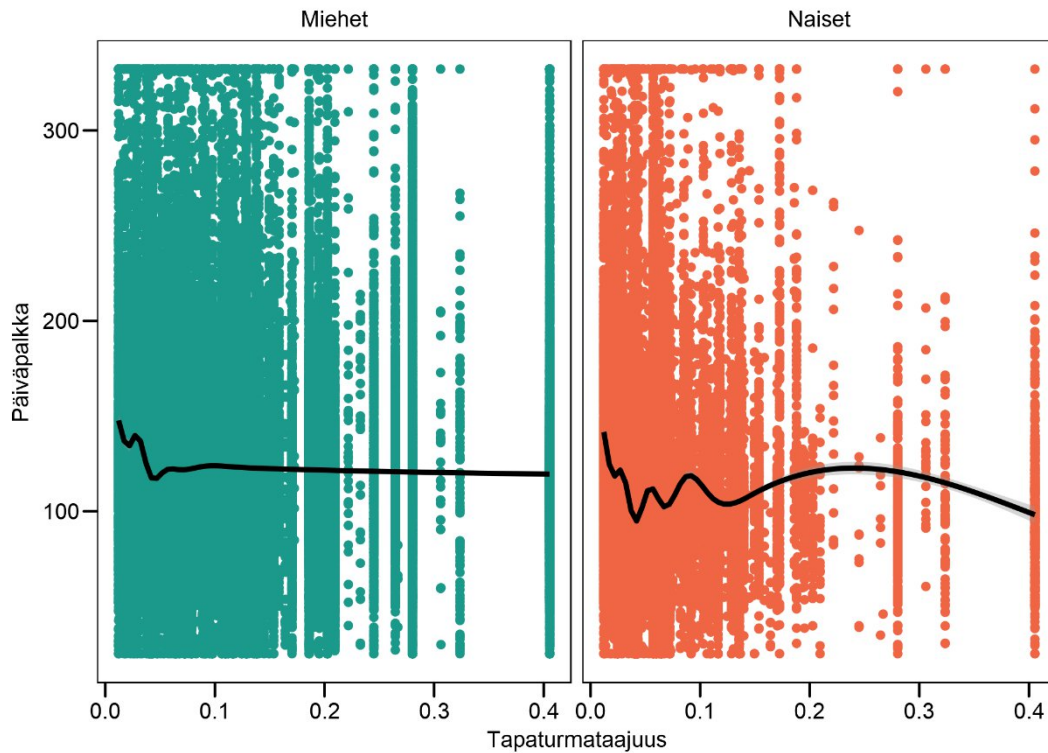
Kuviossa 16 on jälleen piirrettynä vahingoittuneen päiväpalkan ja työtapaturmataajuuden välinen suhde, mutta sovitesuora on estimoitu epälinearisesti yleistettyä additiivista mallia hyödyntäen. Graafinen tarkastelu puoltaa regressiossa havaittua epälineaarista yhteyttä palkan ja tapaturmataajuuden välillä, mutta yhteys ei ole myöskään pelkkä paraabeli, vaan vaihtaa suuntaa merkittävästi useammin.

Kuviosta voidaan havaita palkkojen olevan korkeimmillaan tapaturmataajuuden ollessa hyvin matala. Havainto sopii esimerkiksi Thalerin ja Rosenin (1976, 276) esittämään argumenttiin, että työturvallisuus on normaalihyödyke ja sen kysyntä kasvaa tulotason noustessa. Taulukon 2 perusteella taajuusasteikon turvallisimpiin ammatteihin neljän numeron tarkkuudella kuuluvat muun muassa asiantuntijat, erityisasiantuntijat sekä muut toimistotyöntekijät. Lähes kaikki johtajien pääluokkaan kuuluvat ammattiluokat kuitenkin puuttuvat neljän numeron tarkastelusta.

Taajuusasteikon alkupään jälkeen palkkataso laskee alimmilleen, minkä jälkeen palkat jälleen nousevat ja tasaantuvat hienoiseen laskuun. Sovitesuoran loppuosa muistuttaakin etäisesti Viscusin ja Aldyn (2003) mainitsemaa konkaavia paraabelia. Kuvio 16 puoltaa näiden kahden hypoteesin yhdistelmää: palkan ja tapaturmataajuuden välinen yhteys on konkaavi paraabeli, mutta korkeapalkkaiset työt peittävät yhteyden. Korkeapalkkaiset

työt kasautuvat taajuusasteikon alkupäähän työturvallisuushyödykkeen normaaliuden vuoksi.

Sukupuolittaisen valikoitumisen vuoksi tutkin palkan ja työtaturmariskin yhteyttä epälineaarilla sovitteella naisille ja miehille erikseen:



Kuvio 17: Päiväpalkka ja tapaturmataajuus epälinearisella sovitteella sukupuolittain

Kuvion 17 perusteella miesten ja naisten palkat ovat merkittävästi erilaisessa yhteydessä tapaturmataajuuteen. Molemmissa ryhmissä havaitaan edellisen kuvion mukainen turvallisten ja korkeapalkkaisten ammattien joukko, mutta miesten keskuudessa sovitesuora tasaantuu hienoiseen laskuun. Sen sijaan naisten joukossa tapaturmataajuuden kasvaessa sovitesuora tekee useita nousuja ja laskuja, päättyen konkaavin paraabelin muotoiseen osuuteen.

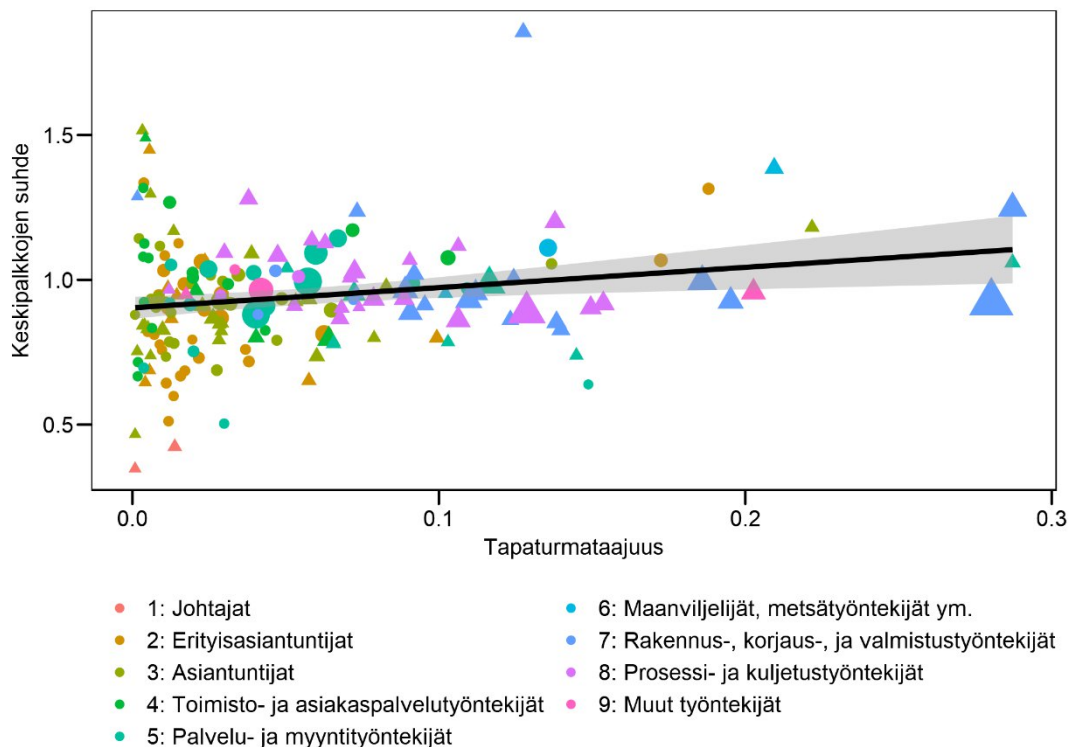
Regressio ja graafinen tarkastelu puoltavat näkemystä, että palkan ja työtaturmariskin välillä on epälineaarinen yhteys. Kuvion 17 perusteella miesten keskuudessa yhteys on tasaisempi, naisilla epävakaampi. Lisäksi miehistä poiketen naisten joukossa palkka kääntyy laskuun lähestyttäessä käytetyn taajuusasteikon yläpäättä.

4.3 Keskipalkkojen vertailu Tilastokeskuksen tilastoihin

Koska on mahdollista, että Tapaturmavakuutuskeskuksen aineistoon on valikoitunut tavallista riskialttiimpia työntekijöitä, tarkastelen aineiston vahingoittuneiden palkkojen suhdetta Tilastokeskuksen julkaisemiin tietoihin yksityisen sektorin keskipalkoista. Samalla tarkastelen graafisesti ja yksinkertaisen regression kautta, korreloiko neljän numeron tasoinen tapaturmataajuus keskipalkkojen suhteen kanssa.

Tätä varten laskin vahingoittuneiden päiväpalkoista keskiarvon kullekin ammattiluokalle. Tällä tavalla laskettu keskiarvopalkka suhteutetaan Tilastokeskuksen julkiseen tilastoon ammattiluokakohtaisesta keskiarvopalkasta vuodelta 2018. Valitsin vertailuun kyseisen vuoden, koska siinä oli eniten TVK:n aineiston kanssa yhteensopivia ammattiluokkia. Tilastokeskuksen keskipalkka-aineistoihin sisältyvät ammattiluokat vaihtelevat vuosittain, joten keskiarvon ottaminen useammalta vuodelta olisi pienentänyt käytettävissä olevien ammattiluokkien määrää huomattavasti. Ääriarvojen vaikutusten vähentämiseksi winsoroin vahingoittuneiden palkoista lasketut keskiarvot sekä tapaturmataajuudet 1. ja 99. persentiilin tasolle.

Keskiarvopalkkojen vertailun tulokset nähdään kuviosta 18:



Kuvio 18: Keskipalkkojen suhde selitettynä neljän numeron tapaturmataajuudella

Kuviossa x-akselilla on tapaturmataajuudet neljän numeron tasolla ja y-akselilla kullekin ammattiluokalle laskettu vahingoittuneiden keskipalkan suhde Tilastokeskuksen ilmoittamiin keskipalkkoihin. Jos suhdeluku on 1, aineiston vahingoittuneiden keskipalkka vastaa kaikkien ammattiluokan työntekijöiden keskipalkkaa.

Luettavuuden parantamiseksi pisteet on väritetty pääluokkien mukaan. Koska vertailussa käytettiin vain yksityisen sektorin palkkoja, sotilaiden pääluokka 0 puuttuu tarkastelusta. Sukupuolittaisen valikoitumisen huomioimiseksi havaintopisteiden muoto välittää tiedon ammattiluokan sukupuolijakaumasta: kolmiot ovat miesvaltaisia ja ympyrät naisvaltaisia aloja. Lisäksi havaintopisteen koko vastaa ammattiluokan keskimääräistä vahinkojen lukumäärää. Tällöin luokat, joissa vahinkoja sattuu enemmän, ovat pisteinä suurempia.

Tarkastelen yhteyttä vielä seuraavan regression kautta:

$$\bar{w}_k/w_{TKk} = \beta_0 + \beta_1 f_k + u_k$$

Jossa \bar{w}_k/w_{TKk} on ammattiluokan k vahingoittuneiden keskipalkan suhde Tilastokeskuksen ilmoittamaan ammattiluokan keskipalkkaan, f_k on ammattiluokakohtainen tapaturmataajuus neljän numeron tarkkuudella ja u_k on regression virhetermi.

Regression tulokset ovat:

Keskipalkkojen suhde selitettynä tapaturmataajuudella	
	0.70023
Taajuus 4 numeroa	(0.24517)
	**
<i>Adj. R²</i>	0.03744
F-testin p-arvo	0.004785
	0.90320
Vakio	(0.01924)

N	185
***: merkitsevä alle 0,001 merkitsevyystasolla	
**: merkitsevä alle 0,01 merkitsevyystasolla	

Kuvion 18 ja regression perusteella tapaturmataajuuden ja keskipalkkojen suhteen välillä on tilastollisesti merkitsevä positiivinen yhteys, eli aineiston vahingoittuneiden keskipalkat suurenevat suhteessa Tilastokeskuksen tietoihin. Samaan aikaan aiempien regressioiden tapaan mallin selitysaste on huomattavan matala. Lisäksi kuviosta 18 nähdään, että luottamusväli levenee merkittävästi siirryttäessä kohti taajuusasteikon yläpäättä. F-testin perusteella voidaan kuitenkin todeta että tapaturmataajuudella on hieman selitysarvoa keskipalkkojen suhteen selittämisessä.

Positiivinen yhteys tapaturmataajuuden ja keskipalkan välillä tarkoittaa, että korkeariskemmissä ammateissa vahingoittuneiden keskipalkka on suurempi tai ammattiluokkakohtainen keskipalkka on matalampi verrattuna pieniriskisiin ammatteihin. Tämä voisi viitata työtapaturmariskistä johtuvaan palkkapreemion olemassaoloon. Koska tapaturmataajuuksien vaihteluväli on 0-0,3, regression ennustama muutos keskipalkkojen suhteessa on kuitenkin hyvin pieni. Suurin osa havaituista keskipalkkojen suhteista on lähellä yhtä, eli vahingoittuneiden ammattikohtaiset keskipalkat eivät useimmissa tapauksissa poikkea merkittävästi Tilastokeskuksen ilmoittamista keskipalkkoista.

Regression ja kuvion 18 perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä, että Tapaturmavakuutuskeskuksen aineistoon valikoituneet tapaturman kautta valikoituneet työntekijät saivat keskimääräistä suurempaa palkkaa. Regressio viittaa kuitenkin, että keskipalkkojen suhdeluku kasvaa tapaturmataajuuden noustessa. Tätä regressiota kuitenkin vaivaa edellisen osion tapaan aggregointiongelmia, sillä sekä yksilökohtainen riskitaso että päiväpalkka peittyvät keskiarvojen alle.

Yksi kuviosta huomattava seikka on ammattiluokassa sattuvien vahinkojen lukumäärän vaikutus suhdelukuun. Kuten tapaturmataajuus, myös vahingoittuneiden keskipalkka lähestyy todellista arvoaan havaintojen lukumäärän kasvaessa. Vahinkohavaintojen maltillisen määrän takia vahingoittuneiden havaittu keskipalkka voi sijoittua hyvinkin kauas valtakunnallisesta keskiarvosta, jolloin suhdeluku poikkeaa merkittävästi yhdestä. Kuvion 18 perusteella suuremmat luokat eivät saa jakauman ääriarvoja.

4.4 Johtopäätökset

Tässä luvussa esiteltyjen kuvaajien ja regressioiden ehdottamat johtopäätökset näyttävät lupaavilta, mutta valikoitumisen ja riskimuuttujaan liittyvien ongelmien vuoksi regressioiden tulokset ovat todennäköisesti harhaisia. Tapaturmavakuutuskeskuksen ja

Tilastokeskuksen aineistoilla tehtyjen regressiomallien perusteella ei voida tehdä luotettavia päätelmiä työtapaturmataajuuden palkkavaikutuksesta. Estimaatti vaihtelee merkittävästi nollan molemmin puolin spesifikaatiosta riippuen, minkä lisäksi se on euromääräisesti erittäin pieni ottaen huomioon lähes kaikkien laskettujen taajuuksien olevan välillä 0-1.

On myös huomattavaa, että liitteen C sisältämän painottamattoman regression mukaan tapaturmataajuuden estimaatti olisi kontrollien ja taajuuden neliön kanssa negatiivinen, mikä viittaisi palkan ja tapaturmataajuuden konvekseen yhteyteen. Koska regressioyhtälön spesifikaatiossa on merkittäviä puutteita, tilastollisen loukkaantumisen hintaa suomalaisille työmarkkinoille ei kannata kertoimien pohjalta laskea. F- ja t-testien perusteella yhtälön selittävät muuttujat ovat osa todellista palkkayhtälöä, joskaan eivät kovinkaan merkittävässä määrin.

Kaikkien estimoitujen regressioyhtälöiden korjatut selitysasteet jäivät erittäin mataliksi, alle 0,04, mikä viittaa puutteisiin mallin selittäjissä. Kontrollimuuttujien vektori on hyvin pieni ja siitä puuttuu esimerkiksi Mincerin (1974) ehdottama koulutus sekä Viscusin (1993) argumentoima ammattiliittostatus. Puuttuvat muuttujat aiheuttavat epäsuorien vaikutusten kautta harhaa kiinnostuksen kohteena olevaan estimaattiin, mitä kontrollimuuttujien vektorin lisääminen regressioyhtälöihin havainnollisti.

Aineistolla saatiin esitettyä, kuinka tarkempaan ammattiluokitukseen siirtyminen kasvatti tapaturmariskin estimaattia sekä kontrollimuuttujien kanssa että ilman. Lisäksi graafinen tarkastelu ilman lineaarisuusoletusta toi esille perushypoteesin vastaisen havainnon, että palkka on turvallisissa töissä korkein. Tämä havainto ei kuitenkaan ollut täysin odottamaton: työturvallisuuden on ajateltu olevan normaalihyödyke, joten sen tason voidaan olettaa kasvavan palkkatason noustessa.

Selkeiden puuttuvien muuttujien aiheuttaman harhan lisäksi endogeenisyyteen liittyy mahdolliset havaitsemattomat, yksilötasoiset yhteydet palkan ja tapaturmariskin välillä. Tällöin virhetermin ja selittävien muuttujien välinen korrelaatio ei poistu, vaikka kaikki mahdolliset palkkayhtälöön kuuluvat, mitattavat muuttujat olisi sisällytetty yhtälöön. Tätä ongelmaa on kuitenkin pyritty ratkaisemaan lupaavin tuloksien paneeliaineistolla ja FE-malleilla (Hintermann et al., 2010; Lavetti, 2020).

Hankalammin ratkottava ongelma on valikoituminen. Jos työntekijät sijoittuvat toisessa luvussa esitetyn teorian mukaisesti töihin henkilökohtaisen riskiaversiivisuutensa

perusteella, satunnaistetun tutkimusjoukon muodostaminen voi olla mahdotonta. Tällöin riskiä rakastavat sijoittuvat riskisille aloille, jolloin riskiaversiivisten palkkoja noilla aloilla ei havaita. Lisäksi riskiaversiivisuuden voidaan ajatella olevan yhteydessä myös muihin palkkaan vaikuttaviin preferensseihin tai henkilökohtaisiin ominaisuuksiin. Esimerkiksi kuvion 13 perusteella rakennustyöntekijöiden ryhmä (711) on vahvasti miesvaltainen ala, jolloin havaintoihin sisältyy todennäköisesti ammattiluokan puhtaan riskitason lisäksi myös muita vaikutuksia.

Myöskään riskimuuttujaa ei voida pitää ongelmattomana. On perusteltua olettaa, että käytetyt tapaturmataajuudet sisältävät Blackin ja Kniesnerin (2003) esittämää selittävien muuttujien kanssa korreloivaa mittausvirhettä, minkä lisäksi kategorisointiharha vaikuttaa varsinkin pienten luokkien luotettavuuteen. Koska työtaturmariskin voidaan ajatella olevan yksilöllinen, mutta havaitsematon ominaisuus, sen arviointi ammattiluokakohtaisella tapaturmataajuudella yliarvioi joidenkin työntekijöiden riskin, mutta aliarvioi sen toisille. Mittausvirheen korrelaatiota selittävien muuttujien kanssa tukee myös Hintermannin ym. (2010, 1098) havainto tapaturmariskin palkkapreemion katoamisesta, kun mittausvirhettä yritettiin korjata. Satunnaisen mittausvirheen vaikutus on yleensä vaimentavaa, mutta muuttujien kanssa korreloivan virheen vaikutuksia on hankalampi selvittää.

Kahden tasoisia tapaturmataajuuksia käyttämällä regressioyhtälöiden vertailusta havaittiin aggregoinnin negatiivinen vaikutus tapaturmariskin kertoimeen. Havainto tukee Laliven (2003) hypoteesia, että aggregoidun riskimuuttujan käyttäminen saattaa johtaa tilanteeseen, jossa yhteys näyttää aggregoinnin vuoksi negatiiviselta. Koska myös tarkempi käytössä oleva riskimuuttuja on aggregoitu myös se on harhainen. Tämä ongelma ei poistu puuttuvien muuttujien lisäämisellä tai palkkamuuttujan tarkentamisella. Tarkempien ammattiluokitusten käyttäminen kuitenkin altistaa aineiston kategorisointivirheen vaikutuksille, sillä yhden virheen merkitys korostuu pienemmissä ammattiluokissa.

Tavanomaiseen OLS-estimointiin pohjautuvat yritykset työtaturmariskin palkkavaikutuksen estimointiin ovat olleet erityisesti riskimuuttujan ongelmien vuoksi kritiikin kohteena (Black & Kniesner, 2003; Lalive, 2003). Ongelmien havaitsemisen myötä aiemmin laskettuja, luotettavana pidettyjä estimaatteja ja tilastollisen hengen hintoja on pidetty yliampuvinä (Hintermann et al., 2010; Lalive, 2003). Tutkimuksissa

tehdyillä harhoilla voi olla merkitystä myös tosielämässä, jos tällä menetelmällä estimoituja, yliarvioituja VSL:iä on käytetty työturvallisuusinvestointien haitta-hyöty-analyysissä.

Työtapaturomissa vahingoittuneiden työntekijöiden keskipalkkojen vertaaminen Tilastokeskuksen ilmoittamiin keskipalkkoihin tuotti samankaltaisia tuloksia. Regression mukaan korkeariskisemmällä aloilla keskipalkkojen suhde on hieman matalariskisiä aloja suurempi, mutta kerroin on suhteellisen pieni, vaikkakin tilastollisesti merkitsevä. Mallin selitysaste on tässäkin tapauksessa pieni, minkä lisäksi graafisen tarkastelun perusteella sovitesuoran luottamusväli levenee merkittävästi taajuusasteikon yläpäässä. Koska myös tässä mallissa selittäjänä on tapaturmataajuus, edellä mainitut riskimuuttujan ongelmat pätevät myös siihen. On siis perusteltua olettaa mallin tuottaman estimaatin olevan merkittävästi harhainen.

4.5. Jatkotutkimuksen mahdollisuudet

Tässä opinnäytetyössä havainnollistettua poikkileikkausaineistoon perustuvaa empiiristä lähestymistapaa käyttämällä ei voida poistaa palkan ja tapaturmariskin välistä endogeenisyyttä, jolloin regressioiden estimaatit jäävät harhaisiksi. Toinen endogeenisyyden lähde on aineiston valikoituminen, joka vaivaa todennäköisesti useimpia, ellei kaikkia, työmarkkina-aineistoja käyttäviä tutkimuksia. Tämän ohella käytetyn riskimuuttujan ongelmat aiheuttavat harhaisuutta estimaatteihin.

Kompensoivien palkkaerojen uudemmassa tutkimuksessa on pyritty käyttämään menetelmiä, joissa endogeenisyyttä aiheuttavista havaitsemattomista muuttujista päästään eroon. Tämän takia on siirrytty käyttämään paneelimuotoisia aineistoja, jolloin voidaan hyödyntää poolattuja OLS- sekä random- ja fixed-effects malleja (Hintermann et al., 2010; Lavetti, 2020).

Hintermann ym. (2010) ja Lavetti (2020) muodostivat luonnolliset koeasetelmat, joissa samoja työntekijöitä ja heidän palkkojaan seurattiin paneeliaineistoihin useina ajanjaksoina tapaturmariskin vaihdellessa eksogeenisesti. Tulokset paneelimuodon hyödyntämisestä ovat olleet vaihtelevia koeasetelmasta ja käytetystä riskimuuttujasta riippuen. Hintermann ym. (2010) käyttivät British Household Panel Surveyn paneeliaineistoa ja huomasivat RE-mallin olevan harhainen, eli havaitsemattomat muuttujat korreloivat palkkayhtälön selittäjien kanssa. Vastaavasti FE-mallin perusteella yhteyttä palkan ja riskin välillä ei havaittu ollenkaan.

Lavetti (2020) tutki Beringinmerellä toimivien kalastusyritysten ja kalastajien välisiä sopimuksia eri ajankohtina. Hän havaitsi positiivisen yhteyden kalastajien kuolinasteen ja palkan välillä, käyttäen eri tavoin spesifioituja FE-malleja. Samalla hän totesi poolatun OLS-mallin olevan merkittävästi harhainen. Sekä työntekijään että alukseen liittyvien havaitsemattomien, aikainvarianttien tekijöiden kontrollointi paransi FE-mallin tuloksia. (Lavetti, 2020, 174.)

Paneeliaineistomenetelmät ovat olleet osittain lupaavia endogeenisyyden vähentämisessä, mutta edellä mainittujen tutkimusten aineistojen voidaan silti olettaa olevan valikoituneita. Hintermann ym. (2010) eivät ota valikoitumista huomioon, vaikka Iso-Britannialaista aineistoa vaivaa todennäköisesti esimerkiksi ammatteihin valikoituminen. Lavetti (2020, 170) puolestaan tarkastelee pelkästään 22-55 vuotiaita miespuolisia kalastajia, jotka toimivat yhdessä alaskalaisessa satamakaupungissa. Täten molempien tutkimusten voidaan olettaa sisältävän valikoitumisen aiheuttamaa harhaa, sillä tutkittavien ryhmät eivät ole täysin staunnaisia.

Luotettavassa koeasetelmassa valikoituminen vältetään satunnaistamalla tutkimuksen kohteena olevat ryhmät. Satunnaistetun koeasetelman avulla varmistetaan, ettei ryhmistä tehtävät havainnot ole harhaisia ryhmien koostumuksesta riippuen, jolloin todellinen tapaturmariskin vaikutus palkkaan saadaan selville (Angrist & Pischke, 2015, 15). Tulosten luotettavuuden lisäämiseksi paneeliaineistoa hyödyntävässä koeasetelmassa tulisi olla vertailuryhmä: koehenkilöt altistetaan eksogeeniselle tapaturmariskin muutokselle ja samaan aikaan tarkastellaan vertailuryhmää, jossa tapaturmariski ei muutu. Kun koe- ja vertailuryhmät ovat riittävän suuria ja satunnaisia, ne ovat käytännössä identtisiä työtapaturmariskin muutosta lukuunottamatta.

Toinen olennainen osa luotettavaa tutkimusasetelmaa on tapaturmariskin eksogeeninen vaihtelu, johon työntekijät reagoivat. Esimerkiksi Lavetti (2020) onnistui vangitsemaan eksogeenisen vaihtelun paneeliaineistoon, sillä kalastajien kohtaama työtapaturmariski vaihtelee vuodenajan mukaan: merisää on talvikaudella epävakampi ja siten vaarallisempi. Kun sama työntekijä tekee työn tarjontapäätöksiä erilaisen tapaturmariskin vallitessa, hänen käyttäytymisestään voidaan erottaa

Valikoitumisongelmista huolimatta Hintermannin ym. (2010) ja Lavettin (2020) tutkimusten perusteella FE-mallia hyödyntämällä voidaan poistaa endogeenisyyttä aiheuttavien havaitsemattomien muuttujien vaikutukset. Lavetti onnistui havaitsemaan

yhteyden palkan ja työtapaturmaisesti kuoleminen riskin välillä, kun taas Hintermann ym. tarkastelussa yhteyttä ei havaittu ollenkaan. Ero oli riskimuuttujissa ja ammattiluokituksessa: Hintermann ym. käyttivät julkiselta tilastoijalta saadun tapaturma-aineiston pohjalta laskettua kolmen vuoden liikkuvan keskiarvon kuolinriskiä neljän ammattiluokitusnumeron tarkkuudella, kun taas Lavetti hyödynsi Alaskan työturvallisuusviranomaisten keräämää hyvin tarkkaa mikroaineistoa kalastustapaturmista. Aineisto sisälsi yksityiskohtaisia tietoja jokaisesta Alaskassa sattuneesta kalastusalusten vahingosta, esimerkiksi tarkan sijainnin, aluksen ominaisuudet sekä kuolleiden lukumäärän.

Lavettin (2020, 172) mukaan hänen lähestymistapansa on julkisia tilastoja tarkempi, koska aineiston vahingot koskevat vain yhtä, hyvin rajattua työmarkkinaa jossa kaikki työntekijät ovat määritelmällisesti kalastajia. Täten ammattiluokittain aggregointia tai kategorisointia ei tarvitse tehdä, eli monet tässä opinnäytetyössä esitellyt riskimuuttujan ongelmat poistuvat.

Luotettavan tutkimusasetelman muodostaminen lähtökohtina ovat siis valikoitumisesta vapaat, satunnaistetut koe- ja vertailuryhmät, eksogeeninen vaihtelu tapaturmariskissä ja tarkat tapaturmatilastot sekä mahdollisuus vahingoittuneiden ammatin yksiselitteiseen määrittelyyn. Hintermann ym. (2010) käyttivät paneeliaineistoa tapaturmariskin vaihtelun vangitsemiseen, mutta riskimuuttujien ongelmat peittivät tulokset alleen. Lavetti (2020) vei lähestymistavan pidemmälle ja kiersi julkisten riskimuuttujien heikkoudet keskittymällä yhteen ammattiluokkaan ja muodostamalla oman riskimittarinsa. Kummassakaan tapauksessa todennäköistä valikoitumista ei kuitenkaan otettu huomioon eikä vertailuryhmiä käytetty.

Luonnollista eksogeenista vaihtelua voisi ajatella löytyvän esimerkiksi kuljetusalan työntekijöiden joukosta, koska ajo-olosuhteet ja siten onnettomuuden riski vaihtelevat merkittävästi vuodenajan mukaan. Toinen mahdollinen ammattiryhmä voisi löytyä rakennustyöntekijöiden keskuudesta, sillä he työskentelevät erilaisilla rakennustyömailla, joilla voi olla erilaisia turvallisuuteen vaikuttavia ominaisuuksia. Lisäksi rakennustyöntekijöiden luokkaan kuuluvien ammattien tapaturmataajuudet ovat TVK:n aineiston mukaan suhteellisen suuria, noin 0,06-0,25. Rakennustyöntekijöihin kuuluvat luokat ovat merkittäviä sekä vahinkojen että työntekijöiden lukumäärällä mitattuna, jolloin mahdollisia tarkasteltavia työntekijöitä on todennäköisesti riittävästi.

Näistä ammattiluokista voi kuitenkin olla vaikeaa löytää satunnaista työntekijäjoukkoa. Kuvion 13 perusteella rakennustyöntekijät ovat sukupuolittain valikoituneita, mikä todennäköisesti heijastuu myös muihin preferensseihin. Yleisesti luonnollisissa koeasetelmissa työmarkkinoiden valikoitumisongelmista vapaata joukkoa voi olla vaikeaa löytää, jos työmarkkinat ovat vahvasti tapaturmariskin ja sen kanssa korreloivien tekijöiden perusteella valikoituneita. Jos yhdenlaiset preferenssit omaavat työntekijät sijoittuvat korkeariskisiin töihin, heidän käyttäytymistä ei havaita matalilla riskitasoilla ja päinvastoin.

Luonnollisen koeasetelman vaihtoehtona on satunnaistetun koeasetelman luominen, jossa tutkija muuttaa koeryhmän työntekijöiden kohtaamaa tapaturmariskiä. Kontrolloidummassa kokeessa tutkittavat voidaan altistaa sellaisille riskitasoille, joita he eivät oikeilla työmarkkinoilla valitsisi. Tällaisessa kokeessa työnantajat ja -tekijät saattavat kuitenkin muuttaa käyttäytymistään osallistuessaan tutkimukseen, tapaturmariskin ja palkan välinen yhteys ei välttämättä ilmenisi kuin oikeilla työmarkkinoilla. Tämän ohella tapaturmariskin tarkoituksellinen kasvattaminen ei välttämättä kestä eettistä tarkastelua.

5. KESKUSTELU

Rosenin (1974) hedonisten hintojen teoriaan pohjautuva työtaturmariskin palkkapeemion malli on teoreettisesti vakuuttava, mutta sen kääntäminen empiiriaan on ollut haastavaa. Greenstonen (2017, 1895) mielestä hedonisen teorian keksimisen aikaan 70-luvun puolivälissä ekonomistit eivät vielä täysin ymmärtäneet erityisesti kausaalipäättelyn vaikeutta. Riskimuuttujaan liittyviä ongelmia tutkittiin kunnolla vasta 2000-luvun alkupuolella, kun hedonista menetelmää oli käytetty tutkimuksessa ja työturvallisuuspäätöksissä jo lähes 30 vuotta (Black & Kniesner, 2003; Lalive, 2003; Viscusi & Aldy, 2003).

Tässä opinnäytetyössä pyrin tarkastelemaan Tapaturmavakuutuskeskuksen ja Tilastokeskuksen aineistojen perusteella, voidaan suomalaisilta työmarkkinoilta havaita merkkejä työtaturmariskin aiheuttamasta palkkapeemiosta. Aiempaan kirjallisuuteen perehtyminen toi esille mittausvirheen sekä aggregointi- ja kategorisointiharhan kaltaisia ongelmia tavanomaisesti käytetyissä riskimuuttujissa. Merkittävimpänä ongelmana voidaan pitää työtaturmariskin palkkapeemion lähtökohtana olevaa riskiaversiivisuuden perusteella tapahtuvaa töihin valikoitumista, joka aiheuttaa harhaa havainnoissa.

Neljännessä luvussa tehdyt regressiot antoivat tilastollisesti merkitseviä kertoimia, mutta ne olivat herkkiä esimerkiksi kontrollien lisäämiselle. Myös korjatut selitysasteet olivat hyvin pieniä. Kontrollimuuttujien vektorin pienuudesta johtuen estimaattien voidaan olettaa sisältävän puuttuvien muuttujien harhaa. Regressiot ja graafinen tarkastelu antoivat kuitenkin tukea ajatukselle, että suomalaisilla työmarkkinoilla palkan ja tapaturmariskin välinen suhde olisi ei-lineaarinen. Ilman lineaarisuusoletusta palkan havaittiin olevan korkeimmillaan turvallisimmissa töissä, mikä viittaa työturvallisuuden olevan normaalihyödyke. Lisäksi keskipalkkojen vertailu toi esille lievästi nousevan yhteyden keskipalkkojen suhteen ja tapaturmariskin välillä, joskin tapaturmataajuuden ongelmat vaikuttivat myös tässä regressiossa.

Tämän opinnäytetyön pohjalta ei voida tehdä luotettavia johtopäätöksiä työtaturmariskin palkkavaikutuksesta suomalaisilla työmarkkinoilla. Valitussa spesifikaatiossa ja käytössä olevassa aineistossa on merkittäviä puutteita, mutta ongelmat ovat niin perustavanlaatuisia, että luotettava estimointi ei todennäköisesti onnistu. Lisäksi valikoitumisen ja endogeenisyyden aiheuttamat ongelmat saattavat olla niin merkittäviä,

ettei ei-marginaalisten muutosten tarkasteluun soveltuvaa tasapainokäyrää saada muodostettua, vaikka riskimuuttujan ongelmat onnistuttaisiin korjaamaan.

Työtaturmariskin palkkapreemion empiirisen tutkimuksen menetelmiä on kuitenkin kehitetty luotettavammiksi: palkan ja tapaturmariskin välistä endogeenisyyttä on vähennetty FE-malleilla ja riskimuuttujan ongelmia on kierretty käyttämällä erikoistuneempaa riskimuuttujaa (Hintermann et al. 2010; Lavetti, 2020). Seuraava askel työtaturmariskin palkkapreemion tutkimuksessa on kuitenkin luotettavan satunnaisen vertailuasetelman muodostaminen. Edistystä on tapahtunut monien muiden harhaa aiheuttavien tekijöiden saralla, mutta ilman satunnaistettua koeasetelmaa ja vertailuryhmää pelkkää tapaturmariskin palkkavaikutusta ei saada eroteltua. Harhattomat estimaatit olisivat mielenkiintoisia paitsi taloustieteellisestä näkökulmasta, ne auttaisivat myös parantamaan työturvallisuusinvestointien laatua ohjaamalla investointeja oikeisiin kohteisiin.

LÄHDELUETTELO

- Agresti, A. (2019). *An introduction to categorical data analysis* (Third edition). John Wiley & Sons.
- Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2015). *Mastering 'metrics: The path from cause to effect*. Princeton University Press.
- Baker, T. (1996). On the Genealogy of Moral Hazard. *Texas Law Review*, 75(2), 237. Business Source Ultimate.
- Black, D. A., & Kniesner, T. J. (2003). On the Measurement of Job Risk in Hedonic Wage Models. *Journal of Risk and Uncertainty*, 27(3), 205–220. <https://doi.org/10.1023/A:1025889125822>
- Brown, C. (1980). Equalizing Differences in the Labor Market. *The Quarterly Journal of Economics*, 94(1), 113. <https://doi.org/10.2307/1884607>
- Cahuc, P., Carcillo, S., & Zylberberg, A. (2014). *Labor economics* (Second Edition). MIT Press.
- Ekeland, I., Heckman, J. J., & Nesheim, L. (2004). Identification and Estimation of Hedonic Models. *Journal of Political Economy*, 112(S1), S60–S109. <https://doi.org/10.1086/379947>
- Greenstone, M. (2017). The Continuing Impact of Sherwin Rosen's "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition". *Journal of Political Economy*, 125(6), 1891–1902. <https://doi.org/10.1086/694645>
- Hiekkataipale, H. (2015). *Kompensoivat palkkaerot ja työturvallisuus* [Tampereen yliopisto]. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:uta-201505211473>
- Hintermann, B., Alberini, A., & Markandya, A. (2010). Estimating the value of safety with labour market data: Are the results trustworthy? *Applied Economics*, 42(9), 1085–1100. <https://doi.org/10.1080/00036840802260940>
- Holmstrom, B. (1979). Moral Hazard and Observability. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 74. <https://doi.org/10.2307/3003320>
- International Labour Organisation. (2003). *Safety in numbers: Pointers for a global safety culture at work, Geneva, 2003*. International Labour Office. <http://books.google.com/books?id=vCRYAAAAYAAJ>
- Juujärvi, A. (2018). *Tapaturmavakuutuslainsäädännön historia vuodesta 1895: Vaarallisten töiden varalta kaikkien työntekijöiden turvaksi* [Turun Yliopisto]. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe201901081668>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Lalive, R. (2003). Did We Overestimate the Value of Health? *Journal of Risk and Uncertainty*, 27(2), 171–193. <https://doi.org/10.1023/A:1025685024913>
- Lavetti, K. (2020). The Estimation of Compensating Wage Differentials: Lessons From the *Deadliest Catch*. *Journal of Business & Economic Statistics*, 38(1), 165–182. <https://doi.org/10.1080/07350015.2018.1470000>

- Leeth, J. D., & Ruser, J. (2003). Compensating Wage Differentials for Fatal and Nonfatal Injury Risk by Gender and Race. *Journal of Risk and Uncertainty*, 27(3), 257–277. <https://doi.org/10.1023/A:1025845310801>
- Marin, A., & Psacharopoulos, G. (1982). The Reward for Risk in the Labor Market: Evidence from the United Kingdom and a Reconciliation with Other Studies. *Journal of Political Economy*, 90(4), 827–853. <https://doi.org/10.1086/261094>
- Mincer, J. (1974). *Schooling, experience, and earnings*. National Bureau of Economic Research; distributed by Columbia University Press.
- Moore, M. J., & Viscusi, W. Kip. (1990). *Compensation Mechanisms for Job Risks: Wages, Workers' Compensation, and Product Liability*.
- OECD. (2012). *Mortality risk valuation in environment, health and transport policies*. OECD.
- Pouliakas, K., & Theodossiou, I. (2013). THE ECONOMICS OF HEALTH AND SAFETY AT WORK: AN INTERDISCIPLINARY REVIEW OF THE THEORY AND POLICY: THE ECONOMICS OF HEALTH AND SAFETY AT WORK. *Journal of Economic Surveys*, 27(1), 167–208. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2011.00699.x>
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34–55. <https://doi.org/10.1086/260169>
- Rosen, S. (1986). The theory of equalizing differences. In *Handbook of Labor Economics* (Vol. 1, pp. 641–692). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1573-4463\(86\)01015-5](https://doi.org/10.1016/S1573-4463(86)01015-5)
- Rosen, S. (1988). The value of changes in life expectancy. *Journal of Risk and Uncertainty*, 1(3), 285–304. <https://doi.org/10.1007/BF00056139>
- Ruser, J., & Butler, R. (2010). *The Economics of Occupational Safety and Health* (Issue Vol. 5, 5). Now Publishers; eBook Collection (EBSCOhost). <http://libproxy.tuni.fi/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&AuthType=cookie,ip,uid&db=nlebk&AN=469478&site=ehost-live&scope=site>
- Stiglitz, J. E. (1983). Risk, Incentives and Insurance: The Pure Theory of Moral Hazard. *The Geneva Papers on Risk and Insurance - Issues and Practice*, 8(1), 4–33. <https://doi.org/10.1057/gpp.1983.2>
- Tapaturmavakuutuskeskus. (2019). *Työtaturmavakuutus numeroina 2019*. <https://www.tvk.fi/document/172687/5A3029A1720AC8F37C459993C576A6662EC7F4886220D644CEBCC5BBF0EEAB5F>
- Tapaturmavakuutuslaki, Pub. L. No. 608/1948 (1948). <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/kumotut/1948/19480608>
- Thaler, R., & Rosen, S. (1976). *The Value of Saving a Life: Evidence from the Labor Market*. NBER.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases: Biases in judgments reveal some heuristics of thinking under uncertainty. *Science*, 185(4157), 1124–1131. <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1991). Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(4), 1039–1061. <https://doi.org/10.2307/2937956>
- Työtaturma- ja ammattitautilaki, Pub. L. No. 459/2015 (2015). <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150459>

Viscusi, W. K. (1978). Wealth Effects and Earnings Premiums for Job Hazards. *The Review of Economics and Statistics*, 60(3), 408. <https://doi.org/10.2307/1924166>

Viscusi, W. K. (1993). The Value of Risks to Life and Health. *Journal of Economic Literature*, 31(4), 1912–1946. JSTOR.

Viscusi, W. K., & Aldy, J. E. (2003). The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates Throughout the World. *Journal of Risk and Uncertainty*, 27(1), 5–76. <https://doi.org/10.1023/A:1025598106257>

Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach* (6th ed). South-Western College Pub.

LIITTEET

Liite A: Työpaikkatapurmataajuudet ammattiluokittain kolmen numeron tarkkuudella

Ammattikoodi	Ammattinimike	Tapaturmataajuuden keskiarvo	Vahinkojen keskiarvo	Työntekijöiden lukumäärän keskiarvo
011	Upseerit	0,009277378	43,75	4762,25
021	Aliupseerit	0,062831233	194,75	3103,25
031	Sotilasammattihenkilöstö	0,192949474	23,75	121,75
131	Maa-, metsä- ja kalatalouden johtajat	0,007659467	1	133
132	Teollisuuden tuotantojohtajat sekä kaivos-, rakennus- ja jakelujohtajat	0,004927489	55,25	11707,75
133	Tieto- ja viestintäteknologiajohtajat	0,000829164	3,5	4364,75
134	Yhteiskunnan peruspalvelujen sekä rahoitus- ja vakuutuspalvelujen johtajat	0,005357149	72,75	13725,25
141	Hotellin- ja ravintolanjohtajat	0,040616392	20,75	509,25
142	Vähittäis- ja tukkukaupan johtajat	0,013833718	44,25	3330,5
143	Muiden palvelualojen johtajat	0,054071278	54,25	1028,25
211	Luonnon- ja geotieteen erityisasiantuntijat	0,013336462	50	3785,5
212	Matematiikan ja tilastotieteen erityisasiantuntijat	0,005605348	11,5	2031,25
213	Biotieteiden erityisasiantuntijat	0,015751946	120,5	7696,25
214	Tekniikan erityisasiantuntijat (pl. sähkötekniikka)	0,014670421	711,5	48355,75
215	Sähkötekniikan erityisasiantuntijat	0,003638657	65,75	17589,5
216	Arkkitehdit, suunnittelijat ja maanmittaajat	0,01292968	163,25	12609,5
221	Lääkärit	0,01027546	191	18571,25
222	Hoitotyön erityisasiantuntijat	0,007147159	36,75	5151,5
225	Eläinlääkärit	0,172463711	212,25	1230,5
226	Muut terveydenhuollon erityisasiantuntijat	0,016670621	148,75	8867,5
231	Yliopisto- ja korkeakouluopettajat	0,010249303	165,25	16129,75
232	Ammatillisen koulutuksen opettajat	0,016958562	220,5	13126,25
233	Lukion ja peruskoulun yläluokkien opettajat	0,028758451	648,75	22595
234	Peruskoulun alaluokkien opettajat ja lastentarhanopettajat	0,023730683	1141	47679
235	Muut opetusalan erityisasiantuntijat	0,019920916	570,5	28659,5
261	Lainopilliset erityisasiantuntijat	0,00653029	58,75	9007
262	Kirjaston- ja arkistonhoitajat sekä museoalan erityisasiantuntijat	0,00813859	31,5	3852
263	Yhteiskunta- ja sosiaalialan sekä uskonnollisen elämän erityisasiantuntijat	0,038857447	907,5	23414,5
264	Toimittajat, kirjailijat ja kielitieteilijät	0,008385123	91	10882,5
265	Taiteilijat	0,038204564	336,5	8816,75
311	Fysiikan, kemian ja teknisten alojen asiantuntijat	0,011147043	614	55608
312	Työnjohtajat kaivos-, teollisuus- ja rakennustoiminnassa	0,06705678	613,75	9417
313	Työnjohtajat kaivos-, teollisuus- ja rakennustoiminnassa	0,063183198	177,75	2806,5

314	Biotieteiden asiantuntijat	0,039982841	203	5093,5
315	Laiva-, lento- ja satamaliikenteen päälliköt ja ohjaajat	0,028640116	86,25	3013
321	Terveystieteiden tekniset asiantuntijat	0,010025496	144,25	14387,75
322	Sairaanhoidajat, kätilöt ym.	0,056744638	4074,75	71979,5
323	Luontais- ja vaihtoehtohoitajat	0,068355292	1,5	22
324	Seminologit ym.	0,136763186	41,5	305,25
325	Muut terveydenhuollon asiantuntijat	0,027134404	462,75	17007,5
331	Rahoitus-, vakuutus- ja laskentatoimen asiantuntijat	0,002221296	53,25	24012,25
332	Myynti- ja ostoagentit	0,011935475	585	49023,75
333	Yrityspalveluiden välittäjät	0,014405887	223	15475,75
334	Hallinnolliset ja erikoistuneet sihteeri	0,003266961	84	25851,25
335	Julkishallinnon valmistelu- ja valvontavirkamiehet	0,020655123	398,5	19297,5
341	Lainopilliset asiantuntijat sekä sosiaalialan ja seurakunnan työntekijät	0,027086061	1353,25	49728,75
342	Urheilijat, urheiluvalmentajat, liikunnanohjaajat ym.	0,0583906	512,25	8773,25
343	Taide- ja kulttuurialan asiantuntijat sekä keittiöpäälliköt	0,034933166	215,75	6167
351	Informaatio- ja tietoliikenneteknologian teknikot sekä käyttäjätukihenkilöt	0,007630305	115,25	15056,5
352	Teleliikenne- sekä radio- ja tv-teknikot	0,011461977	45,75	4077
421	Rahaliikenteen asiakaspalvelutyöntekijät	0,011841922	164,75	14138,5
422	Muut asiakaspalvelutyöntekijät	0,025800138	566	22495,25
431	Palkanlaskijat, vakuutuskesittelijät ym	0,005741624	97,25	16901,25
432	Kuljetuksen ja varastoinnin toimistotyöntekijät	0,029300017	337,75	11516,25
441	Muut toimisto- ja asiakaspalvelutyöntekijät	0,051164769	1164	22399,5
511	Matkustuspalvelutyöntekijät, konduktöörit ja oppaat	0,097248362	335,5	3505
512	Ravintola- ja suurtaloustyöntekijät	0,043232544	1614,5	37329,25
513	Tarjoilutyöntekijät	0,061939817	941,5	15218,5
514	Kampaajat, parturit, kosmetologit ym.	0,024024031	119,5	4990
515	Kiinteistöhuollon ja siivoustyön esimiehet	0,105329886	2888,5	27441,25
516	Muut henkilökohtaisen palvelun työntekijät	0,08000902	238,5	2972,5
521	Katu- ja torikauppiat	0,138786371	27,5	206
522	Myyjät ja kauppiat	0,039043438	4532	116159,5
523	Kassanhoitajat ja lipunmyyjät	0,012615213	105	8956,75
524	Muut myyntityöntekijät	0,038752248	870,75	22475,5
531	Lastenhoitajat ja koulunkäyntiavustajat	0,061621918	3304,25	53747,5
532	Lähihoitajat, muut terveydenhuollon työntekijät ja kodinhoitajat	0,04637835	5567,5	119690,5
541	Suojelu- ja vartiointityöntekijät	0,082700995	1891	22864,5
611	Pelto- ja puutarhaviljelijät	0,121241284	760,25	6267,75
612	Eläintenkasvattajat	0,130007223	952,5	7339,75
613	Yhdistetyn maanviljelyn ja eläintenkasvatuksen harjoittajat	0,437918496	326,75	754,25
621	Metsurit ja metsätyöntekijät	0,209435877	365,75	1752,5
622	Kalanviljelijät, kalastajat ja metsästäjät	0,056384725	28,5	508,25

711	Rakennustyöntekijät ym.	0,211234633	9892,25	46853,25
712	Rakennusten viimeistelytyöntekijät	0,16588947	3757,5	22656,75
713	Maalarit ja rakennuspuhdistajat	0,102751164	757,75	7374,5
721	Valimotyöntekijät, hitsaajat, levysepät ym	0,16910156	2603,25	15391,25
722	Sepät, työkaluntekijät ja koneenasettajat	0,161439832	3456,75	21421,75
723	Koneasentajat ja -korjaajat	0,118767851	4594	38741,75
731	Käsityötuotteiden valmistajat ja hienomekaanikot	0,08368555	119,5	1430,75
732	Painoalan työntekijät	0,041904925	173,25	4130
741	Sähkölaitteiden asentajat ja korjaajat	0,101472238	2398	23657
742	Elektroniikka- ja tietoliikenneasentajat ja -korjaajat	0,072535657	642,75	8861,25
751	Lihanleikkaajat, leipurit, meijeristit ym.	0,064328589	348,25	5418
752	Puutavaran käsittelijät, puusepät ym.	0,102681847	658,5	6417,5
753	Vaatetusalan työntekijät ym.	0,053034745	119,5	2253,25
754	Muut pääluokkaan 7 luokiteltavat työntekijät	0,017867259	41,75	2365,5
811	Kaivos- ja louhintatyön koneenkäyttäjät	0,126252184	1004	7961,5
812	Metalliteollisuuden prosessityöntekijät ja viimeistelijät	0,064920585	355	5559,25
813	Kemianteollisuuden ja valokuvatuotteiden valmistuksen prosessityöntekijät	0,030564421	245,75	8020,75
814	Kumi-, muovi- ja paperituotteiden valmistuksen prosessityöntekijät	0,08342755	730,75	8839,25
815	Tekstiili-, turkis- ja nahkatuoteteollisuuden prosessityöntekijät	0,045447261	263,5	5807
816	Elintarviketeollisuuden prosessityöntekijät	0,085576342	1263,5	14752,75
817	Sahatavaran sekä paperin ja kartongin valmistuksen prosessityöntekijät	0,079087423	1174,5	14854,75
818	Muut prosessityöntekijät	0,055656595	478,5	8615,75
821	Teollisuustuotteiden kokoonpanijat	0,074422493	1601,75	21585,75
831	Raideliikenteen kuljettajat ja työntekijät	0,039823437	93	2346,25
832	Henkilö- ja pakettiauton- sekä moottoripyöränkuljettajat	0,0734523	803,5	10951,25
833	Raskaiden moottoriajoneuvojen kuljettajat	0,1094889	5261,75	48086,5
834	Työkoneiden kuljettajat	0,08664745	1801,5	20809
835	Kansimiehistö ym. vesiliikenteen työntekijät	0,106344452	150,75	1423
911	Koti-, hotelli- ja toimistosiiivoajat ym.	0,041895766	2921,25	69732
912	Ajoneuvojen puhdistajat, ikkunanpesijät ym.	0,231362248	96,75	422,25
921	Maa-, metsä- ja kalatalouden avustavat työntekijät	0,048698507	69,25	1505,25
931	Avustavat kaivos- ja rakennustyöntekijät	0,131165183	1246,75	9506
932	Valmistusalan avustavat työntekijät	0,047046152	187,5	4031,25
933	Rahdinkäsittelijät ja varastotyöntekijät ym.	0,094226779	3518,75	37387
941	Avustavat keittiö- ja ruokatyöntekijät	0,117137704	2539,5	21799
961	Jätehuoltotyöntekijät	0,153230373	192,5	1279,75
962	Sanomalehtien jakajat, lähetit ym.	0,122042164	732,5	5943,75

Liite B: Työpaikkatapaturmataajuudet ammattiluokittain neljän numeron taajuudella

Ammattikoodi	Ammattinimike	Tapaturmataajuuden keskiarvo	Vahinkojen keskiarvo	Työntekijöiden lukumäärän keskiarvo
0111	Upseerit	0,004148674	19,5	4762,25
0211	Aliupseerit	0,062831233	194,75	3103,25
0311	Sotilasammattihenkilöstö	0,192949474	23,75	121,75
1330	Tieto- ja viestintäteknologiajohtajat	0,000829164	3,5	4364,75
1420	Vähittäis- ja tukkukaupan johtajat	0,013833718	44,25	3330,5
2111	Fyysikot ja astronomit	0,00556604	6,75	1215
2112	Meteorologit	0,012669226	2,5	195,75
2113	Kemistit	0,01571544	28,75	1868,5
2114	Geologit ja geofyysikot	0,023702255	12	506,25
2120	Matemaatikot, aktuaarit ja tilastotieteilijät	0,005605348	11,5	2031,25
2161	Talorakennuksen arkkitehdit	0,012733981	42,5	3323,5
2162	Maisema-arkkitehdit	0,019565706	2,75	137
2163	Tuote- ja vaatesuunnittelijat	0,01180433	10,75	907,75
2164	Yhdyskunta- ja liikennesuunnittelijat	0,004189024	13,75	3343
2165	Kartoituksen ja maanmittauksen erityisasiantuntijat	0,057602619	76,75	1332
2166	Graafiset ja multimediasuunnittelijat	0,004746833	16,75	3566,25
2250	Eläinlääkärit	0,172463711	212,25	1230,5
2261	Hammaslääkärit	0,021680483	71	3268,5
2262	Proviisorit	0,011230864	15,5	1379
2263	Ympäristöterveyden ja työsuojelun erityisasiantuntijat	0,036914941	19,75	536
2265	Ravitsemusalan erityisasiantuntijat	0,015040815	5,5	363,5
2266	Kuulontutkijat ja puheterapeutit	0,010572894	13,5	1271,25
2269	Muut muualla luokittelemattomat terveydenhuollon erityisasiantuntijat	0,011052015	23,5	2049,25
2310	Yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen opettajat	0,010249303	165,25	16129,75
2320	Ammatillisen koulutuksen opettajat	0,016958562	220,5	13126,25
2330	Lukion ja peruskoulun yläluokkien opettajat	0,028758451	648,75	22595
2341	Peruskoulun alaluokkien opettajat	0,024614343	668,25	26988
2342	Lastentarhanopettajat	0,022572744	472,75	20691
2351	Opetusmenetelmien erityisasiantuntijat	0,003725428	20	5297,25
2352	Eriyisopettajat	0,023446423	187,25	7903,5
2353	Muut kieltenopettajat	0,005598149	1,75	305,25
2354	Muut musiikin opettajat	0,004985334	12,25	2456,75

2355	Muut taideaineiden opettajat	0,017112729	20	1164,75
2356	Muut tietotekniikan opettajat ja kouluttajat	0,00245098	0,25	143,75
2359	Opinto-ohjaajat ja muut opetuksen erityisasiantuntijat	0,029022725	329	11388,25
2631	Ekonomistit	2,00E-04	0,25	1265
2632	Yhteiskunta- ja kulttuuritutkijat	0,007139718	10	1409,25
2633	Historioitsijat, politiikan tutkijat ja filosofit	0,009661924	7,25	745,5
2634	Psykologit	0,010021297	42,75	4280,5
2635	Sosiaalityön erityisasiantuntijat	0,062536783	807,5	12970,25
2636	Papit ym. uskonnollisen elämän erityisasiantuntijat	0,014492721	39,75	2744
2641	Kirjailijat ym.	0,008884853	3	363,25
2642	Toimittajat	0,008652111	63,25	7349
2643	Kääntäjät, tulkit ja muut kielitieteilijät	0,007814742	24,75	3170,25
2651	Kuvataiteilijat	0,013458197	7,25	533,25
2652	Muusikot, laulajat ja säveltäjät	0,011589876	51,5	4438,5
2653	Tanssitaiteilijat ja koreografit	0,188007232	83	442,5
2654	Ohjaajat ja tuottajat	0,038017369	54,75	1474
2655	Näyttelijät	0,099343473	107	1078,5
2656	Juontajat, kuuluttajat ym.	0,067261578	13,5	204,5
2659	Muut taiteilijat	0,030387982	19,5	645,5
3111	Luonnontieteen tekniset asiantuntijat	0,221777012	62,5	289,5
3112	Rakentamisen asiantuntijat	0,026331839	279,75	10806,5
3113	Sähkötekniikan asiantuntijat	0,003986522	17,75	4590
3114	Elektroniikan asiantuntijat	0,003316388	10,75	3232,75
3115	Konetekniikan asiantuntijat	0,009839634	156,75	15956,5
3116	Kemian prosessitekniikan asiantuntijat	0,001583022	4,25	2811,75
3117	Kaivosteollisuuden ja metallurgian asiantuntijat	0,000887269	0,75	866,5
3118	Tekniset piirtäjät	0,003268878	8	2472,5
3119	Muut fysiikan, kemian ja teknisten alojen asiantuntijat	0,005067165	73,5	14582
3121	Kaivostyönjohtajat	0,005914052	1,25	209,25
3122	Teollisuuden työnjohtajat	0,082843973	319,25	3911
3123	Rakennusalan työnjohtajat	0,057362352	293,25	5296,75
3131	Voimalaitosten prosessinhoitajat	0,013462727	11,5	1059,5
3132	Jätteenpoltto- ja vedenpuhdistuslaitosten prosessinhoitajat	0,041729629	43,25	1049,5
3133	Kemianteollisuuden prosessinhoitajat	0,749245781	111,75	195,75
3134	Öljy- ja maakaasujalostamon prosessinhoitajat	0,039988192	3,5	85,75
3135	Metallien jalostuksen prosessinhoitajat	0,168851981	5,25	74,75
3139	Muut prosessinvalvonnan asiantuntijat	0,007169342	2,5	341,25
3141	Laborantit ym.	0,04873816	160	3281,25

3142	Maa- ja kalatalousteknikot	0,019384699	17	886,75
3143	Metsätalousteknikot	0,029277873	26	925,5
3151	Laivojen konepäälliköt ja -mestarit	0,078874201	29,25	371,25
3152	Vesiliikenteen perämiehet ja päälliköt	0,028271903	33,75	1196
3153	Lentokapteenit ja -perämiehet	0,016624824	19,5	1172,75
3154	Lennonjohtajat	0,005930541	1,5	255,25
3155	Lennonvalvonnan tekniset asiantuntijat	0,129690872	2,25	17,75
3211	Lääketieteellisen kuvantamis- ja laitetekniikan asiantuntijat	0,006121801	18,75	3060
3212	Bioanalyytikot (terveydenhuolto)	0,010714597	57	5318,25
3213	Farmaseutit	0,007734915	42,25	5460,5
3214	Hammas- ja apuvälineteknikot	0,047125699	26,25	549
3230	Luontais- ja vaihtoehtoohoitajat	0,059516908	1,25	22
3240	Seminologit ym.	0,136763186	41,5	305,25
3251	Suuhygienistit	0,010766967	19,5	1795,5
3254	Optikot	0,008982739	10	1130,25
3255	Fysioterapeutit ym.	0,031992794	224,25	7006,75
3257	Terveys- ja työsuojelutarkastajat	0,013586665	23,75	1756,25
3258	Sairaankuljetuksen ensihoitajat	0,03888871	129,5	3311,5
3259	Muut muualla luokittelemattomat terveydenhuollon asiantuntijat	0,027569808	55,75	2007,25
3331	Huolitsijat, tulli- ja laivanselvittäjät	0,012588742	23,75	1882,25
3332	Konferenssi- ja tapahtumajärjestäjät	0,010953691	4,5	376
3333	Työnvälittäjät	0,000786142	3	3711,5
3334	Kiinteistönvälittäjät ja isännöitsijät	0,022845062	164,25	7208
3339	Muut liike-elämän asiantuntijat	0,012116084	27,5	2298
3351	Tulli- ja rajavirkamiehet	0,052187145	197	3776,75
3352	Verovalmistelijat ja -tarkastajat	0,006218921	21	3371,5
3353	Sosiaaliturvaetuuksien käsittelijät	0,002156226	14,25	6595,25
3354	Lupavirkamiehet	0,010167942	11,5	1133
3355	Komisariat ja ylikonstaapelit	0,036469561	150,25	4143
3359	Muut julkishallinnon valmistelu- ja valvontavirkamiehet	0,018522747	4,5	278
3411	Lainopilliset avustajat ja järjestöalan asiantuntijat	0,008566663	50,75	5889,25
3412	Sosiaalialan ohjaajat ja neuvojat ym.	0,028710547	1086	37568,5
3413	Seurakuntatyöntekijät	0,034574492	216,5	6271
3422	Urheiluvalmentajat ja toimitsijat	0,060178461	141,25	2401
3423	Liikunnan ja vapaa-ajan ohjaajat	0,064947408	371	5713,75
3431	Valokuvaajat	0,029032185	23,25	800,5
3432	Sisustussuunnittelijat ym.	0,029482172	33	1126
3433	Gallerioiden, museoiden ja kirjastojen tekniset työntekijät	0,025536605	15,5	602

3434	Keittiöpäälliköt	0,02832662	54,75	1934,25
3435	Muut taide- ja kulttuurialan asiantuntijat	0,053278775	89,25	1704,25
4211	Pankki- ym. toimihenkilöt	0,012166871	141	11793,75
4212	Vedonvälittäjät, bingo- ja kasinopelin hoitajat ym.	0,022133953	19	848,25
4214	Maksujenperijät	0,003514658	4,75	1372,5
4221	Matkatoimistovirkailijat	0,00389611	9	2455,75
4222	Puhelinpalveluneuvojat	0,001735366	5	2801,25
4223	Puhelinvaihteenhoitajat	0,003750129	4,5	1196,5
4224	Hotellin vastaanottovirkailijat	0,031217985	65	2085,75
4225	Informaatiopisteen asiakasneuvojat	0,001826258	6,75	3903,75
4226	Vastaanoton ja neuvonnan hoitajat	0,102991245	379,25	3735,75
4227	Tutkimus- ja markkinatutkimushaastattelijat	0,00356539	5,75	1725
4229	Muualla luokittelemattomat asiakaspalvelutyöntekijät	0,019773495	90,75	4591,5
4321	Varastonhoitajat ym.	0,040369029	189,75	4668,75
4322	Tuotannon valmistelijat	0,043344595	13,5	248,25
4323	Kuljetuksen toimistotyöntekijät	0,020803494	134,5	6599,25
4411	Kirjastotyöntekijät	0,01964845	70,75	3588,25
4412	Postinkantajat ja -lajittelijat	0,064089345	862,25	13299,25
4413	Koodaajat, oikolukijat ym.	0,004277705	0,5	137,25
4415	Arkistotyöntekijät	0,00640767	3,5	539,25
4416	Henkilöstöhallinnon avustavat toimistotyöntekijät	0,005267115	9	1707
4419	Muut muualla luokittelemattomat toimisto- ja asiakaspalvelutyöntekijät	0,071853807	218	3128,5
5111	Lentoemännät, purserit ym.	0,085213034	124,25	1498,25
5112	Konduktöörit, lipuntarkastajat ym.	0,103302324	98,75	972,75
5113	Matkaoppaat	0,109235926	112,5	1034
5120	Ravintola- ja suurtaloustyöntekijät	0,043232544	1614,5	37329,25
5151	Siivoustyön esimiehet toimistoissa, hotelleissa ja muissa laitoksissa	0,019951679	62,75	3136,25
5152	Yksityiskotien taloudenhoitajat	0,03544137	2	56,5
5153	Kiinteistöhuollon työntekijät	0,116490041	2823,75	24248,5
5163	Hautauspalvelutyöntekijät	0,102991812	37,75	368,25
5164	Eläintenhoitajat ja lemmikkieläinten trimmaajat	0,09179993	156,5	1688,5
5165	Ajo-opettajat	0,050452553	42,25	840,25
5169	Muualla luokittelemattomat henkilökohtaisen palvelun työntekijät	0,14877451	2	75,5
5221	Kauppiaat (pienyrittäjät)	0,323583778	122,75	431,25
5222	Myyväläesimiehet	0,018849836	221,75	11825,5
5223	Myyjät	0,040324668	4187,5	103902,75
5230	Kassanhoitajat ja lipunmyyjät	0,012615213	105	8956,75
5241	Mallit	0,00462963	0,5	123,25

5242	Tuote-esittelijät	0,01226586	19,75	1615
5243	Suoramyyjät	0,144885075	35,75	256,75
5244	Puhelin- ja asiakaspalvelukeskusten myyjät	0,00370153	20	5473,75
5245	Huoltamotyöntekijät	0,13036551	237	1848
5246	Kahvila- ja baarimyyjät	0,042836863	551	12908,25
5249	Muut muualla luokittelemattomat myyntityöntekijät	0,029946332	6,75	250,5
5311	Lastenhoitotyöntekijät	0,059862253	2409	40291,75
5312	Koulunkäyntiavustajat	0,067053946	895,25	13455,75
5321	Lähihoitajat	0,057274663	4297,25	75008,5
5322	Kodinhoitajat (kotipalvelutoiminta)	0,024847602	819,5	33290
5329	Muut terveydenhuoltoalan työntekijät	0,039579079	450,75	11392
5411	Palomiehet	0,09770911	413,25	4223,75
5412	Poliisit	0,118061955	483,5	4095,5
5413	Vanginvartijat	0,043273822	75,25	1739,75
5414	Vartijat	0,072378457	845	11679,25
5419	Muut suojele- ja vartiointityöntekijät	0,065629328	74	1126,25
6121	Liha- ja lypsykarjan kasvattajat sekä muiden kotieläinten kasvattajat	0,135636703	875,5	6464,75
6122	Siipikarjankasvattajat	0,04469297	10,5	236,75
6123	Mehiläistenhoitajat ym.	0,266964286	2,75	9,25
6129	Muut eläinten kasvattajat ja hoitajat	0,102155611	63,75	629
6130	Yhdistetyn maanviljelyn ja eläintenkasvatuksen harjoittajat	0,437918496	326,75	754,25
6210	Metsurit ja metsätyöntekijät	0,209435877	365,75	1752,5
6221	Kalanviljelijät ja -viljelytyöntekijät	0,071511733	21,5	304
6222	Kalastajat	0,039106786	5,75	146,75
6224	Riistanhoitajat ja metsästäjät	0,021051043	1,25	57,5
7111	Talonrakentajat	0,28028351	7233,25	25884,5
7112	Muurarit ym.	0,135852556	115,25	853,25
7113	Kivenhakkaajat ja -leikkaajat ym.	0,190120854	81	437,25
7114	Betonirakentajat ja raudoittajat	0,264602502	353,75	1334
7115	Kirvesmiehet ja rakennuspuusepät	0,109736786	1613	14704,5
7119	Muut rakennustyöntekijät	0,138407291	496	3639,75
7121	Kattoasentajat ja -korjaajat	0,244982497	455,75	1859,5
7122	Lattianpäällystystyöntekijät	0,127559058	212,75	1667
7123	Rappaaajat	0,055720954	27,5	487
7124	Eristäjät	0,07654204	252,75	3345
7125	Lasinasentajat	0,4372777	254	581
7126	Putkiasentajat	0,185938073	2250,75	12119,75
7127	Ilmastointi- ja jäähdytyslaitteasentajat	0,124414175	304	2597,5
7131	Rakennusmaalarit ym.	0,09197604	447,5	4864,75

7132	Ruiskumaalajaat ja -lakkaajat	0,123343724	221,25	1789,25
7133	Rakennuspuhdistajat ja nuohoojat	0,128863911	89	720,5
7211	Muotin- ja keernantekijät	0,193361604	211	1085,75
7212	Hitsaajat ja kaasuleikkaajat	0,195230009	1367,75	7017,25
7213	Ohutlevysepäät	0,170346838	887	5204,25
7214	Paksulevysepät ja rautarakennetyöntekijät	0,068548977	132,75	1943,5
7215	Kaapelin- ja köysien asentajat	0,033964561	4,75	140,5
7221	Sepät	0,164186496	26,5	161
7222	Työkaluntekijät ja lukkosepät	0,40542331	2012,75	4989,75
7223	Koneenasettajat ja koneistajat	0,08903714	1351,75	15242,5
7224	Konehiojat, kiillottajat ja teroittajat	0,063897212	65,75	1028,5
7311	Kellosepät ja muut hienomekaanisten instrumenttien tekijät ja korjaajat	0,073168595	61,75	842,5
7312	Soittimien tekijät ja virittäjät	0,088541424	4	45,25
7313	Koru-, kulta- ja hopeasepät	0,072166163	21	287
7314	Saven- ja tiilenväläjät ja dreijaaajat	0,188935574	1,75	12
7315	Lasinpuhaltajat, -leikkaajat, -hiojat ja -viimeistelijät	0,590097874	20	36
7316	Kaivertajat, etsaajat ja koristemaalarit	0,105576987	4,5	44,5
7317	Puu-, kori- yms. käsityötuotteiden tekijät	0,054174298	2,75	72,5
7318	Tekstiili-, nahka- yms. käsityötuotteiden tekijät	0,027923463	2,25	85,75
7319	Muut käsityöntekijät	0,30625	1,5	5,25
7411	Rakennussähköasentajat	0,090703362	1098,5	12104
7412	Muut sähköasentajat	0,112016937	1103,25	9865,25
7413	Linja-asentajat ja -korjaajat	0,125397794	196,25	1687,75
7511	Lihanleikkaajat, kalankäsittelijät ym.	0,073337807	210	2868,25
7512	Leipurit ja kondiittorit	0,046701358	112,75	2395
7513	Meijerit, juustomestarit ym.	0,305944351	23,5	78,75
7515	Ruokien ja juomien laaduntarkkailijat	0,063295224	2	26,75
7521	Raakapuun käsittelijät	0,039217496	37	1002
7522	Huonekalupuusepät ym.	0,095415951	287,5	3020,25
7523	Konepuusepät	0,139830983	334	2395,25
7531	Vaatturit, pukuompelijat, turkkurit ja hatuntekijät	0,040995808	23,25	569
7532	Leikkaajat ja mallimestarit	0,040111285	3,5	86,5
7533	Koru- ja muut tekstiiliompelijat	0,023674543	15,5	658,25
7534	Verhoilijat	0,081969422	58,5	711
7535	Turkisten muokkaajat ja nahkurit	0,121483942	10	93
7536	Suutarit ym.	0,065282383	8,75	135,5
7541	Vedenalaistyöntekijät	0,232737807	13	55,25
7542	Panostajat ja räjäyttäjät	0,090889864	20	220,25
7543	Luokittelijat ja laaduntarkkailijat	0,001604255	3,25	2059,5

(pl. ruoat ja juomat)				
7544	Savupuhdistajat, tuholais- ja rikkakasvintorjujat	0,419083694	5,25	12
7549	Muut pääluokkaan 7 muualla luokittelemattomat työntekijät	0,019230769	0,25	18,5
8111	Kaivos- ja louhostyöntekijät	0,158566488	155,5	1042,75
8112	Rikastustyöntekijät	0,023394347	33	1423,25
8113	Iskuporaajat ja syväkairaajat	0,143511856	131	931,5
8114	Betonituote- ym. teollisuuden prosessityöntekijät	0,149555591	684,5	4564
8121	Metalliteollisuuden prosessityöntekijät	0,058592159	217	3803
8122	Metallien teolliset päällystäjät ja viimeistelijät	0,078998427	138	1756,25
8131	Kemianteollisuuden prosessityöntekijät ym.	0,030041362	238,25	7914,5
8132	Valokuvatuotteiden valmistuksen prosessityöntekijät	0,073970252	7,5	106,25
8141	Kumituoteteollisuuden prosessityöntekijät	0,090525725	109,25	1210,25
8142	Muovituoteteollisuuden prosessityöntekijät	0,08869994	560,75	6356,75
8143	Paperituoteteollisuuden prosessityöntekijät	0,052989741	60,75	1272,25
8151	Kuitujen käsittely-, kehruu- ja puolauskoneiden hoitajat	0,104607344	10,25	99,75
8152	Kutoma- ja neulekoneiden hoitajat	0,036980816	13,25	357,25
8153	Teollisuusonpelijat	0,028812131	40,5	1423,25
8154	Valkaisu-, värjäys- ja puhdistuskoneiden hoitajat	0,091024518	3,75	47
8155	Turkisten ja nahkojen teolliset käsittelijät, värjääjät ym.	0,071316734	4,5	69
8156	Jalkine- ja laukkuteollisuuden prosessityöntekijät	0,039781086	26,5	665
8157	Pesulatyöntekijät	0,054260774	160,5	2958,25
8159	Muut tekstiili-, turkis- ja nahkatuoteteollisuuden prosessityöntekijät	0,022465065	4,25	187,5
8171	Paperimassan sekä paperin ja kartongin valmistuksen prosessityöntekijät	0,037907316	364,5	9582,5
8172	Puu- ja sahatavaran prosessityöntekijät	0,153670769	810	5272,25
8181	Lasi- ja keramiikkateollisuuden uunienhoitajat	0,075127652	135	1800,25
8182	Höyrykoneiden ja lämmityskattiloiden hoitajat, lämmittäjät ym.	0,071085094	154,25	2188,5
8183	Pakkaus-, pullotus- ja etiketöintikoneiden hoitajat	0,052897359	175	3355,25
8189	Muut muualla luokittelemattomat prosessityöntekijät	0,011975004	14,25	1271,75
8211	Konepaja- ja metallituotteiden kokoonpanijat	0,106331678	1171	11101,75
8212	Sähkö- ja elektroniikkalaitteiden kokoonpanijat	0,028603443	189	6622
8219	Muut teollisuustuotteiden kokoonpanijat	0,06289182	241,75	3862

8311	Veturinkuljettajat	0,140121399	58,75	649
8312	Jarru-, turvalaite- ja vaihdetyöntekijät	0,026531315	34,25	1697,25
8321	Moottoripyörälähetit yms.	1,358333333	11	8,5
8322	Henkilö-, taksi- ja pakettiautokuljettajat	0,072484381	792,5	10942,75
8331	Linja-auton- ja raitiovaunukuljettajat	0,047408279	536,75	11333,75
8332	Kuorma-auton ja erikoisajoneuvojen kuljettajat	0,128654933	4725	36752,75
8341	Maa- ja metsätaloustyökoneiden kuljettajat	0,067724764	350	5177,25
8342	Maansiirtokoneiden ym. kuljettajat	0,07870837	762,5	9694,25
8343	Nosturinkuljettajat	0,068240804	125,75	1839
8344	Ahtaajat ja trukinkuljettajat ym.	0,137891658	563,25	4098,5
8350	Kansimiehistö ym. vesiliikenteen työntekijät	0,106344452	150,75	1423
9111	Kotiapulaiset ja -siivoajat	0,038437068	38,5	1083,5
9112	Toimisto- ja laitossiivoajat ym.	0,041994835	2882,75	68648,5
9211	Maanviljelyn avustavat työntekijät	0,048409477	22,25	480,75
9212	Karjankasvatuksen avustavat työntekijät	0,047600991	2,5	55,25
9214	Avustavat puutarhatyöntekijät	0,033454888	18,5	593,75
9215	Metsätalouden avustavat työntekijät	0,060315019	20	362
9216	Kalatalouden ja vesiviljelyn avustavat työntekijät	0,041666667	0,25	7,75
9311	Kaivosten avustavat työntekijät	0,089527027	1,5	117,5
9312	Maa- ja vesirakentamisen avustavat työntekijät	0,202682944	1184,25	5834,5
9313	Rakennusalan avustavat työntekijät	0,017510911	61	3554

Liite C: Vaihtoehtoisten regressioiden tulokset

Regression tulokset ilman muuttujien winsorointia tai painotuksia:

	Pelkkä 3nro taajuus	3nro + kontrollit	Pelkkä 4nro taajuus	4nro + kontrollit	4nro + kontrollit + neliö
Taajuus 3 numeroa	-5.1120 (2.8690) *	-61.2502 (3.1933) ***			
Taajuus 4 numeroa			18.5197 (2.0567) ***	-11.00147 (2.24084) ***	-30.88048 (4.85442) ***
Taajuus 4 numeroa ^ 2					44.19370 (9.57363) ***
Sukupuoli		18.5745 (0.4078) ***		17.72750 (0.46706) ***	18.33376 (0.48514) ***
Ikä		0.6230 (0.0132) ***		0.57400 (0.01531) ***	0.57267 (0.01531) ***
<i>AdjR</i> ²	1.306e-05	0.02466	0.0006149	0.02142	0.02157
F-testi p-arvo	0.07479	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
Vakio	119.7690 (0.3375) ***	105.8817 (0.7132) ***	117.4685 (0.3234) ***	85.07057 (0.76439) ***	86.07697 (0.79482) ***
N	166 543	166 543	130 151	130 151	130 151
<p>***: merkitsevä alle 0,001 merkitsevyystasolla **: merkitsevä alle 0,01 merkitsevyystasolla *: merkitsevä alle 0,05 merkitsevyystasolla</p>					

Regressiot winsoroiduilla palkka- ja riskimuuttujilla, ilman painotusta:

	Pelkkä 3nro taajuus	3nro + kontrollit	Pelkkä 4nro taajuus	4nro + kontrollit	4nro + kontrollit + neliö
Taajuus 3 numeroa	3.2107 (2.1517)	-56.8875 (2.4025) ***			
Taajuus 4 numeroa			20.1586 (1.4926) ***	-10.8817 (1.6240) ***	-18.6771 (2.6667) ***
Taajuus 4 numeroa $\wedge 2$					18.3533 (4.97995) ***
Sukupuoli		17.8582 (0.2916) ***		17.0641 (0.3233) ***	17.2717 (0.3281) ***
Ikä		0.6089 (0.0093) ***		0.5555 (0.0105) ***	0.5553 (0.01531) ***
$AdjR^2$	7.365e-06	0.0451	0.0014	0.0414	0.0415
F-testi p-arvo	0.1357	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16
Vakio	117.0720 (0.2484) ***	86.0254 (0.4771) ***	115.3503 (0.2296) ***	84.3366 (0.5258) ***	84.7084 (0.5354) ***
N	166 543	166 543	130 151	130 151	130 151
***: merkitsevä alle 0,001 merkitsevyystasolla					

Tapaturmataajuus kahdeksannessa potenssissa:

Taajuus 4 numeroa	-2.376e+04 (8.815e+02) ***
Taajuus 4 numeroa ²	7.737e+05 (2.866e+04) ***
Taajuus 4 numeroa ³	-1.261e+07 (4.816e+05) ***
Taajuus 4 numeroa ⁴	1.149e+08 (4.590e+06) ***
Taajuus 4 numeroa ⁵	-6.089e+08 (2.557e+07) ***
Taajuus 4 numeroa ⁶	1.855e+09 (8.187e+07) ***
Taajuus 4 numeroa ⁷	-3.000e+09 (1.390e+08) ***
Taajuus 4 numeroa ⁸	1.990e+09 (9.657e+07) ***
Sukupuoli	1.233e+01 (4.190e-01) ***
Ikä	4.402e-01 (9.725e-03) ***
<i>AdjR</i> ²	7.365e-06
F-testi p-arvo	0.04834
Vakio	3.594e+02 (1.080e+01) ***
N	130 151
***: merkitsevä alle 0,001 merkitsevyytasolla	