

Alkoholinkäytön aiheuttama liikennekuoleman riski Suomessa

ARTO LUOMA & LASSE KOSKINEN & JUKKA NYBLÖM

Johdanto

Tässä tutkimuksessa analysoidaan, millainen on juopumuksen asteen vaikutus kuolemaan johtavan liikenneonnettomuuden riskiin. Tutkimuksen ensimmäisenä tavoitteena on selvittää, miten pieni veren alkoholipitoisuus alkaa lisätä liikenneonnettomuuden riskiä, ja toisena tavoitteena on arvioida eri alkoholipitoisuuksien aiheuttaman riskin suuruusluokkaa. Tutkimuksen pääaineistona ovat vuosina 2005–2014 Suomessa tapahtuneet kuolemaan johtaneet liikenneonnettomuudet, joissa oli mukana henkilöauto aiheuttajana tai muuna osallisena. Pääaineistoa täydennetään ratsiatutkimuksista julkaistuilla tilastoilla.

Juopuneena ajaminen on suuri riskitekijä liikenteessä Suomessa. Vuosina 2015–2019 kuolemaan johtaneiden moottoriajoneuvo-onnettomuuksien aiheuttajista 26 prosenttia ajoi päihtyneenä, eli alkoholia oli veressä vähintään 0,5 promillea (Räty 2021). Aarno Ahteensivun (2021) laaja alkoholiin liittyvien onnettomuuksien tarkastelu korostaa aiheen suurta merkitystä vakuutus toiminnan ja yhteiskunnan näkökulmasta.

Monissa tutkimuksissa on havaittu, että jo pienetkin määrät alkoholia veressä heikentävät ajamisen kannalta kriittisiä kognitiivisia toimintoja, monimutkaisimpia jo 0,2 promillessa (Garrison ym. 2021). Tarkasta rajasta ei ole yksimielisyyttä, mutta laboratorionkokeiden perusteella alkoholin ajokykyä heikentävä vaikutus voi alkaa millä tahansa positiivisella veren alkoholipitoisuudella (Odgen & Moskowitz 2004).

Alkoholin vaikutuksen alaisena ajaminen lisää kaikenlaisien liikenneonnettomuuksien ris-

kiä. Riski kuitenkin korostuu, kun tarkastellaan vakavia, loukkaantumiseen tai kuolemaan johtavia onnettomuuksia. Uuden-Seelannin Aucklandissa vuosina 1998–1999 toteutetussa tapausverrokkitutkimuksessa (Connor ym. 2004), jossa tapauksia oli 571 ja verrokkeja 588, tarkasteltiin vakavia henkilöauto-onnettomuuksia, joissa ainakin yksi matkustaja kuoli tai joutui sairaalahoitoon. Tutkimuksen mukaan niillä, joilla veren alkoholipitoisuus oli alle 0,5 promillea, riski olla osallisena kuljettajana vakavassa liikenneonnettomuudessa oli 3,2-kertainen, ja niillä, joilla se oli yli 0,5 promillea, riski oli 23-kertainen verrattuna selviin kuljettajiin.

Varsinkin laajat tapaus-verrokkitutkimukset, joissa on mahdollista arvioida myös korkeampien alkoholipitoisuuksien riskiä, ovat kalliita toteuttaa. Tässä tutkimuksessa käytetään toisenlaista lähestymistapaa: alkoholin esiintyvyyttä liikenteessä arvioidaan liikennevirtatutkimuksilla, joissa puhallutetaan systemaattisesti kaikki ohii ajavat. Näitä ovat valtakunnalliset ja Uudenmaan ratsiatutkimukset (R-tutkimukset).

Yhdysvalloissa on tehty vastaavanlaisia tutkimuksia, joissa on yhdistetty valtakunnallinen aineisto kuolemaan johtaneista onnettomuuksista (*Fatality Analysis Reporting System, FARS*) ja noin kymmenen vuoden välein pidetyt kansalliset tienvarsitutkimukset (*National Roadside Survey, NRS*). Nämä tutkimukset (Zador 1991; Zador ym. 2000; Voas ym. 2012; Romano ym. 2018) antavat käsillä olevan tutkimuksen kanssa vertailukelpoisia tuloksia.

Tässä esitettävät tulokset perustuvat olennaiselta osin laajempaan tutkimukseen, jossa tarkasteltiin

alkoholin käytön lisäksi myös muita riskitekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa kuolemaan johtavien liikenneonnettomuuksien syntyyn (Luoma 2022). Yksi tutkimuksen havainnoista oli, että riskitekijät kasvattavat suhteessa enemmän vakavien ja kuolemaan johtavien onnettomuuksien kuin lievempien onnettomuuksien riskiä.

Aineisto ja menetelmät

Tutkimusaineistot ja termit

Pääasiallinen tutkimusaineisto poimittiin Onnettomuustietoinstituutin (OTI) ylläpitämästä rekisteristä, johon tallennetaan numeeriset tiedot tutkijalautakuntien tutkimista kuolemaan johtaneista liikenneonnettomuuksista (OTI 2016). Aineisto sisältää tutkijalautakuntien tutkimista onnettomuuksista kootut numeeriset tiedot. Tässä tutkimuksessa rajoitetaan vuosien 2005–2014 kuolemaan johtaneisiin moottoriajoneuvo-onnettomuuksiin, joissa ainakin yhtenä osallisena oli henkilöauto.

Kuolemaan johtanut moottoriajoneuvo-onnettomuus tarkoittaa yhteenajoa tai yksittäisonnettomuutta, jossa moottoriajoneuvossa ollut henkilö menehtyi. *Osallinen* on liikenneonnettomuudessa mukana ollut tienkäyttäjä. *Aiheuttaja/pääaiheuttaja* on yhteenajo-onnettomuuden osallinen, jonka toimilla tutkijalautakunta arvioi olleen merkittävämpi vaikutus onnettomuuden syntymiseen kuin vastapuolella.

Tutkiessamme rattijuopumuksen vaikutusta luokittelemme kuljettajat veren alkoholipitoisuuden mukaan seuraavasti: *raittiit, vähän maistelleet* (0,01–0,19 ‰), *paljon maistelleet* (0,20–0,49 ‰), *törkeää lievemmät rattijuopot* (0,50–1,19 ‰) ja *törkeät rattijuopot* (1,20– ‰). Vähän ja paljon maistelleita kutsutaan yhdessä ”maistelleiksi”, törkeitä ja törkeää lievempiä rattijuoppoja yhdessä ”rattijuopoiksi”.

Riskisuhteiden määrittämiseksi tarvitaan onnettomuusaineiston lisäksi vertailutietoa riskitekijän esiintyvyydestä liikenteessä. Tutkittaessa alkoholi-rattijuopumuksen aiheuttamaa riskiä on selvitettävä alkoholin vaikutuksen alaisena ajamisen yleisyys. Tässä tutkimuksessa hyödynnettiin valtakunnallisten R-tutkimusten tuloksia (Poliisihallitus 2019) sekä Uudenmaan R-tutkimuksista julkaisuja raportteja (Portman ym. 2011; 2012).

Raittiiden, maistelleiden ja rattijuoppojen osuudet poimittiin valtakunnallisista ratsiatutkimuk-

sista 2005–2014. Julkaistuissa tilastoissa ei ole kuitenkaan vähän maistelleiden (<0,2 ‰) eikä törkeiden rattijuoppojen (≥1,2 ‰) osuutta vaan nämä arvioitiin käyttäen Uudenmaan R-tutkimuksen vuosilta 2005–2008 julkaistuja tietoja. Saman tutkimuksen perusteella arvioitiin myös ajankohdan, kuljettajan iän ja kuljettajan sukupuolen vaikutus alkoholin vaikutuksen alaisena ajamiseen. Sukupuolesta on käytetty aikavälin 2005–2008 tietoja mutta iästä ja ajankohdasta aikavälin 1990–2008 tietoja. Kuljettajien sukupuolijakauma kuitenkin arvioitiin valtakunnallisen henkilöliikennetutkimuksen 2010–2011 perusteella (Liikennevirasto 2012; Pastinen ym. 2012).

Tilastolliset käsitteet ja menetelmät

Tässä tutkimuksessa riskin mittarina käytetään riskisuhdetta, jolla tarkoitetaan onnettomuuden ehdollisten todennäköisyyksien suhdetta selittävän tekijän eri arvoilla. (Riskisuhteen ja vetosuhteen erosta, ks. Alho ym. 2021.) *Riskisuhde* määritellään kaavalla

$$RS(x) = \frac{P(A|X = x)}{P(A|X = x_0)},$$

missä A viittaa onnettomuuden tapahtumiseen, X selittävään tekijään (esim. veren alkoholipitoisuuteen) ja $P(A|X = x)$ onnettomuuden ehdolliseen todennäköisyyteen selittävän tekijän X saadessa arvon x . Arvo $X = x_0$ edustaa vertailuluokkaa, johon riski suhteutetaan (esim. selvin päin ajaminen liikenteessä).

Onnettomuuden ehdollista todennäköisyyttä ei voida estimoida suoraan onnettomuusaineiston perusteella. Käyttäen Bayesin kaavaa ehdollisen todennäköisyyden suunta voidaan kuitenkin vaihtaa ja riskisuhde esittää muodossa

$$RS(x) = \frac{P(X = x|A)/P(X = x)}{P(X = x_0|A)/P(X = x_0)},$$

missä $P(X = x|A)$ on ehdollinen todennäköisyys, että selittävällä tekijällä on arvo x , kun onnettomuus tapahtuu. Tätä todennäköisyyttä voidaan arvioida sen osuudella onnettomuustietoaaineistossa:

$$P(X = x|A) \approx N(X = x|A)/N(A),$$

missä $N(X = x|A)$ on arvon x esiintymisten lukumäärä aineistossa ja $N(A)$ onnettomuuksien kokonaismäärä aineistossa. Vastaavasti voidaan arvioida $P(X = x_0|A)$. Ei-ehdollisia todennäköisyyksiä $P(X = x)$ ja $P(X = x_0)$ eli arvojen x ja x_0 esiintymistä liikenteessä yleensä ei voida estimoida suoraan on-

nettomuusaineiston perusteella, vaan tähän tarvitaan taustatilastoja tai tausta-aineistoja.

Tuloksiin sisältyy monenlaisia epävarmuuslähteitä. Äärelliseen otoskokoon liittyvä epävarmuutta voidaan kuvata estimaattorin varianssilla ja luottamusvälillä. Tässä tutkimuksessa esitetään piste-estimaattien lisäksi 90 prosentin posteriorivälit (vastaavat tavanomaisempia luottamusvälejä), jotka on laskettu simuloimalla riskisuhteiden posteriorijakaumaa Bayes-tilastotieteen menetelmin. Erinomainen johdatus Bayes-tilastotieteeseen on Bayesian Data Analysis (Gelman ym. 2013). Tutkimuksen tilastolliset analyysit toteutettiin avoimen lähdekoodin R-ohjelmistolla (R Core Team 2021).

Kun riskisuhde on riskitekijän (esim. veren alkoholipitoisuuden) jatkuva funktio, sitä voidaan kuvata käyrän avulla. Tässä tutkimuksessa alkoholin aiheuttamaa riskiä mallinnetaan kahden riskifunktion, eksponenttifunktion $r(x) = \exp(\gamma x)$ ja polynomifunktion $r(x) = 1 + \gamma_1 x + \gamma_2 x^2 + \gamma_4 x^4$ avulla.

Riskisuhteen arviointiin voivat vaikuttaa sekoittavat taustamuuttujat, joilla voi olla vaikutusta sekä selittävään tekijään että onnettomuustodennäköisyyteen. Esimerkiksi tutkittaessa alkoholin käytön vaikutusta liikenneonnettomuuden todennäköisyyteen yhtenä sekoittavana tekijänä voi olla ajankohta, joka voi selittää sekä alkoholin käyttöä että onnettomuusherkkyyttä suoraan. Tällöin voidaan pyrkiä korjaamaan sekoittavan tekijän vaikutus ja laskea kausaalivaikutus.

Kausaalivaikutus kuvaa riskiä, mikä aiheutuu, jos kuljettaja muista riskiin vaikuttavista tekijöistä riippumatta päättää tehdä jonkin toimenpiteen, esimerkiksi nauttia tietyn määrän alkoholia ennen ajamista. Judea Pearl (2009) määrittelee kausaalivaikutuksen todennäköisyytenä, joka perustuu oletettuihin syy- ja seuraussuhteisiin. Kun esiintyy sekoittava tekijä Z , joka vaikuttaa sekä riskitekijään X että onnettomuusriskiin suoraan, kausaalivaikutus voidaan laskea keskiarvoistamalla onnettomuuden ehdollinen todennäköisyys $P(A|X = x, Z = z)$ tekijän Z jakauman suhteen:

$$P(A|do(X = x)) = \sum_z P(A|X = x, Z = z)P(Z = z).$$

Kyseessä on ns. takaovikorjaus (Pearl 2009, 79–80). Tässä tutkimuksessa sovelletaan myös ns. *vakioitua riskisuhdetta*, joka saadaan korvaamalla riskisuhteen kaavassa onnettomuuden ehdollinen todennäköisyys vastaavalla kausaalivaikutuksella.

Tulokset

Riskisuhteet

Taulukossa 1 ja sitä havainnollistavassa kuviossa 1 on esitetty alkoholin käytön riskisuhteet veren eri alkoholipitoisuuksilla onnettomuustilaston sekä maistelleiden ja rattijuoppojen arvioidun esiintyvyyden perusteella. Pikkumaistissa (0,01–0,19 %) ajaminen näyttää jo lisäävän riskiä kuolemaan johtavan liikenneonnettomuuden aiheuttamisesta: riski on noin 2,6-kertainen verrattuna selviin kuljettajiin. Koska 90 prosentin posterioriväli (1,16–4,61) ei sisällä lukua 1, voimme päätellä seuraavaa: Posterioritodennäköisyys sille, että pikkumaisti lisää riskiä aiheuttaa kuolemaan johtava liikenneonnettomuus, on yli 95 prosenttia. Isommassa maistissa (0,20–0,49 %) riski on noin 9-kertainen, törkeää lievemmällä rattijuopolla noin 40-kertainen ja törkeillä rattijuopilla noin 900-kertainen.

Aiheuttajaksi katsotun henkilön lisäksi onnettomuuden muiden osapuolten toiminnalla on saattanut olla merkitystä onnettomuuden syntyyn. Lisäksi alkoholin vaikutuksen alaisena ajaminen vähentää kykyä reagoida muiden tekemiin virheisiin. Siksi laskimme myös osallisuuteen perustuvat riskisuhteet. Taulukon 1 oikeanpuoleisissa sarakkeissa on annettu kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa mukana olleiden henkilöautojen lukumäärät sekä niihin perustuvat riskisuhteet. Näitä riskisuhteita osoittavat kuvion 1 oikeanpuoleiset pylväät. Taulukoista havaitaan, että aiheuttamiseen perustuvat riskisuhteet ovat korkeampia. Koska onnettomuuden aiheuttavien ajoneuvojen lukumäärä (sama kuin onnettomuuksien lukumäärä) on lähes yhtä suuri kuin osallisten ajoneuvojen lukumäärä silloin, kun kuljettajalla on alkoholia veressään, voidaan päätellä, että lähes kaikissa tapauksissa alkoholia nauttinut kuljettaja on katsottu pääaiheuttajaksi.

Alkoholin vaikutuksen alaisena ajamisen esiintyvyyttä liikenteessä yleisesti voidaan likimain kuvata kahden jakauman sekoituksen avulla. Alkoholia nauttineet koostuvat kahdesta ryhmästä. Selkeästi suurin ryhmä koostuu niistä, jotka pyrkivät pitämään alkoholin käytön maltillisena niin, ettei rattijuopumuksen raja (0,5 %) ylity. Tutkimuksen aikavälinä näiden kuljettajien osuus alkoholia nauttineista vaihteli välillä 80–83 prosenttia valtakunnallisen R-tutkimuksen perusteella. Toinen ryhmä ei rajoita alkoholin käyttöään, ja heillä esiintyy huomattavasti korkeampia veren alkoholipitoisuuksia.

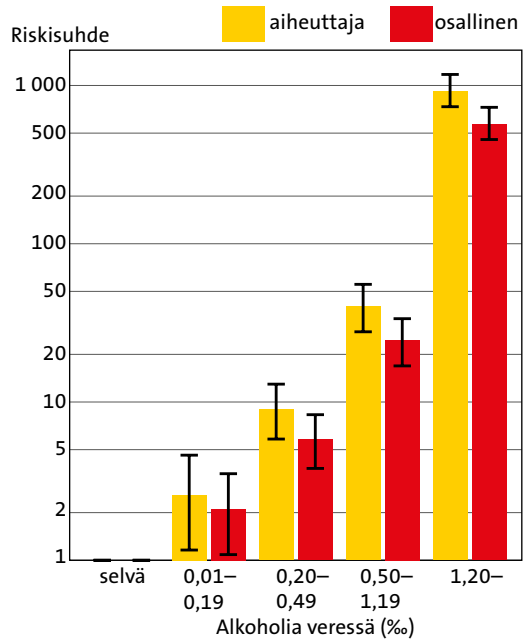
Taulukko 1. Alkoholia nauttineiden henkilöauton kuljettajien riskisuhde aiheuttaa kuolemaan johtava liikenneonnettomuus tai olla sellaisessa mukana, joko aiheuttajana tai muuna osallisena. Puhallutettujen jakauma on valtakunnallisesta ratsiatutkimuksesta. Julkaistuihin tilastoissa ei ole kuitenkaan vähän maistelleiden (<0,2 %) eikä törkeiden rattijuoppojen (≥1,2 %) osuutta vaan nämä on arvioitu käyttäen Uudenmaan R-tutkimuksen vuosilta 2005–2008 julkaistuja tietoja.

Alkoholia veressä	Puhallutetut	Onnettomuudet	Riskisuhde aiheuttaa (90 % posterioriväli)	Osalliset ajoneuvot	Riskisuhde olla osallinen (90 % posterioriväli)
0	940 427	671	1	1 097	1
0,01–0,19	3244	6	2,59 (1,16–4,61)	8	2,11 (1,09–3,52)
0,20–0,49	2811	18	8,97 (5,83–13,0)	19	5,79 (3,81–8,31)
0,50–1,19	907	26	40,2 (27,8–55,4)	26	24,6 (16,9–33,6)
1,20–	406	266	918 (734–1170)	269	568 (456–728)

Tässä tutkimuksessa oletetaan, että alkoholin vaikutuksen alaisena ajamisen esiintyvyyttä liikenteessä kuvaava taustajakauma on sekoitus kahdesta gammajakaumasta, joilla on eri muotoparametrit mutta sama skaalaparametri. Alkoholin aiheuttamaa riskiä kuvataan kahdella vaihtoehdoisella riskifunktiolla: eksponentti- ja polynomifunktiolla. Alkoholia nauttineilla kuljettajilla veren alkoholipitoisuuden jakauma onnettomuusaineistossa on verrannollinen oletetun kaksihuippuisen taustajakauman ja riskifunktion tuloon. Nämä jakaumat yhdistävän tilastollisen mallin parametrit estimoitiin yhdistämällä riippumattomina tietolähteinä valtakunnallisen R-tutkimuksen tulokset vuosilta 2005–2014, Uudenmaan R-tutkimuksen tulokset vuosilta 2005–2008 sekä onnettomuusaineiston tulokset.

Kaksihuippuisuus on nähtävissä kuviosta 2, jossa on esitetty alkoholia nauttineiden veren alkoholipitoisuuden jakauma kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien aineistossa. Tässä aineistossa ylivoimaisesti suurin osuus liittyy törkeään rattijuoppouteen. Kuvion perusteella eksponentiaalinen riskifunktio aliarvioi riskiä alle 0,5 promillen alkoholipitoisuuksilla. Polynomifunktio puolestaan näyttäisi yliarvioivan riskiä alkoholipitoisuuksilla 0,5–0,75 promillea.

Taulukossa 2 esitetään arvioidut riskisuhteet taulukkoa 1 useammilla veren alkoholipitoisuuden arvoilla. Arviot perustuvat polynomiseen riskifunktioon, joka tilastollisessa mielessä sopii aineistoon paremmin kuin eksponenttifunktio. On huomattava, että riskisuhteiden estimaatit yli 2,5 promillen pitoisuuksilla eivät ole enää luotettavia, koska näitä pitoisuuksia ei ole riittävästi onnettomuusaineistossa eikä tausta-aineistossa.



Kuvio 1. Alkoholia nauttineiden henkilöauton kuljettajien riskisuhde aiheuttaa kuolemaan johtava liikenneonnettomuus tai olla sellaisessa mukana, joko aiheuttajana tai muuna osallisena. Pystyakselilla on logaritminen asteikko. Virhetangot osoittavat 90 % posteriorivälin.

Vakioidut riskisuhteet

Riskisuhteiden estimointiin voivat vaikuttaa useat sekoittavat tekijät. Tulosten korjaamiseksi teimme vakioinnin erikseen kolmelle mahdolliselle sekoittajalle, joita olivat ajankohta, kuljettajan ikä ja kuljettajan sukupuoli. Kausaalivaikutuksen es-

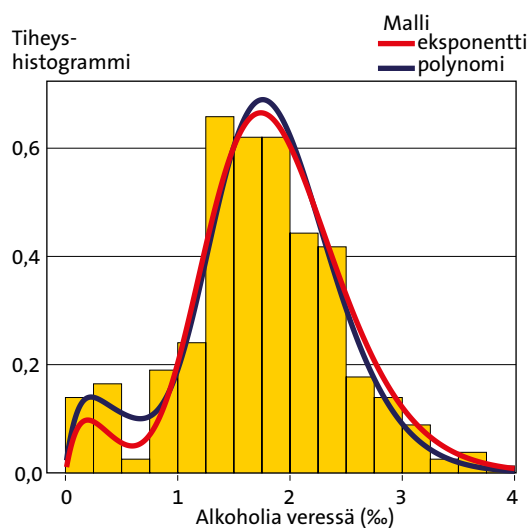
Taulukko 2. Alkoholia nauttineiden henkilöauton kuljettajien riskisuhde aiheuttaa kuolemaan johtava liikenneonnettomuus sekä riskisuhde joutua tällaiseen onnettomuuteen, joko aiheuttajana tai muuna osallisena.

Alkoholia veressä %	Riskisuhde aiheuttaa	90 % posterioriväli	Riskisuhde olla osallinen	90 % posterioriväli
0,1	2,2	1,5–3,2	1,8	1,3–2,4
0,2	3,9	2,5–5,7	2,8	2,0–4,0
0,3	6,3	4,3–9,0	4,3	3,0–6,1
0,4	10	7,1–14	6,6	4,7–9,0
0,5	16	12–21	10	7,5–13
0,7	36	30–46	23	18–28
1,0	110	94–130	68	58–80
1,2	210	180–250	130	110–150
1,5	470	390–560	290	240–340
2,0	1 400	1 100–1 700	850	690–1 000
2,5	3 300	2 600–4 100	2 000	1 600–2 500
3,0	6 800	5 300–8 500	4 100	3 200–5 200
4,0	21 000	16 000–27 000	13 000	10 000–16 000

timoimiseksi vakiointi pitäisi tehdä samanaikaisesti näille kaikille tekijöille, mutta käytettävissä olevat aineistot eivät mahdollistaneet sitä.

Vuorokaudenaika ja viikonpäivä voivat selittää alkoholin vaikutuksen alaisina ajavien kuljettajien esiintyvyyttä liikenteessä ja myös muita riskitekijöitä, kuten väsyneenä ajamista. Uudenmaalla toteutettiin vuosina 1990–2008 ratsiatutkimuksia tiistaisin ja lauantaisin. Maistelleita oli vähiten tiistai-iltapäivisin, 0,25 prosenttia, ja eniten lauantai-iltaisin, 0,85 prosenttia. Rattijuoppoja esiintyi vähiten tiistai-iltapäivisin, 0,10 prosenttia, ja eniten lauantai-iltapäivisin, 0,35 prosenttia.

Pyrimme poistamaan ajankohdan vaikutuksen vakioimalla onnettomuuden ja alkoholin käytön todennäköisyydet viikonajan suhteen ja laskemalla tähän perustuvat kausaaliset riskisuhteet. Uudemaan ratsiatutkimuksen (v. 1990–2008) yhteenvetotuloksista saatiin raittiiden, maistelleiden ja rattijuoppojen esiintyvyys eri viikonaikoina (Portman ym. 2012; 2011; taulukot 10 ja 11). Oletamme, että näissä luvuissa ei ole tapahtunut oleellista muutosta Uudenmaan tutkimuksen jälkeen. Lisäksi vuosien 2005–2008 tietoja käytettiin arvioimaan vähän maistelleiden osuus kaikista maistelleista (Portman ym. 2012, taulukko 18) ja törkeiden rattijuoppojen osuus kaikista rattijuoppoista (Portman ym. 2011, taulukot 2 ja 3). Valtakun-



Kuvio 2. Veren alkoholipitoisuuden jakauma alkoholilla nauttineilla kuolemaan johtavan onnettomuuden aiheuttaneilla kuljettajilla. Sovitetut tiheysfunktiot perustuvat malliin, joka ottaa huomioon myös puhallustuksiin perustuvan taustajakauman ja oletetun riskifunktion. Eksponentiaaliseen riskifunktioon perustuva tiheysfunktio on esitetty punaisella ja polynomi-funktioon perustuva sinisellä käyrällä.

nallisen liikennevartatutkimuksen (Poliisihallitus 2019) perusteella arvioitiin maistelleiden ja rattijuoppojen esiintyvyys liikenteessä tämän tutkimuksen aikavälinä 2005–2014.

Tulokset on esitetty taulukon 3 kohdassa a. Vertaamalla tuloksia taulukkoon 1 näemme, että törkeää rattijuoppoutta lukuun ottamatta viikonajan suhteen vakioidut riskisuhteet ovat hieman korkeammat kuin tavanomaiset riskisuhteet. Tämä johtuu siitä, että puhallutuksia on suhteessa enemmän ajankohtina, joina ajetaan alkoholin vaikutuksen alaisina enemmän, jolloin alkoholin vaikutuksen ajamisen yleisyys tulee yliarvioitua laskettaessa tavanomaisia riskisuhteita. Erot eivät kuitenkaan ole suuria, varsinkin kun otetaan huomioon estimaattien epätarkkuus.

Toinen mahdollinen sekoittava tekijä, joka vaikuttaa yhdessä alkoholin käytön kanssa, on kuljettajan ikä. Vakioinnissa ikä jaettiin kolmeen ryhmään: alle 20-vuotiaat, 21–34-vuotiaat ja 35 vuotta täyttäneet. Verrattaessa taulukoita 1 ja 3 b) havaitaan, että iän vakiointi nostaa rattijuoppojen riskisuhteita. Tämä johtuu siitä, että riski aiheuttaa vakava liikenneonnettomuus on suurin nuorilla, alle 20-vuotiailla kuljettajilla, joilla rattijuopumuksen esiintyvyys on pienempi (n. puolet 20–34-vuotiaiden esiintyvyydestä vuosina 1990–2008). Kun ikävakiointia ei tehdä, rattijuopumuksen aiheuttama riski tulee aliarvioitua. Rattijuopumuksen (erityisesti törkeän rattijuopumuksen) yhteydessä esiintyy usein myös ylinopeutta, mutta koska ylinopeuden voi näissä tapauksissa olettaa aiheutuvan rattijuopumuksesta eikä päinvastoin, emme pyri poistamaan ylinopeuden vaikutusta.

Myös sukupuolten välillä vallitsee suuri ero. Vertailemalla taulukoita 1 ja taulukon 3 kohtaa c havaitaan, että vakioidut riskisuhteet ovat törkeää lievemmässä rattijuoppoudessa hieman alemmat. Tämä johtuu siitä, että naisrattijuopoilla riski aiheuttaa vakava liikenneonnettomuus oli tutkimusaineiston perusteella jonkin verran pienempi kuin miehillä ja toisaalta naisrattijuoppojen esiintyvyys oli huomattavasti pienempi. Jos tätä ei oteta huomioon, riskisuhteet tulevat yliarvioitua.

Edellä havaitut erot vakioitujen ja vakioimattomien riskisuhteiden välillä eivät kuitenkaan ole tilastollisesti merkitseviä, kun otetaan huomioon tuloksiin liittyvä tilastollinen epävarmuus. Tämä epävarmuus ilmenee erityisesti vakioitujen riskisuhteiden posteriorivälien laajuutena. Tulokset eivät kuitenkaan viittaa siihen, että sekoittavien te-

kijöiden huomioon ottaminen oleellisesti muuttaisi vakioimattomia riskisuhteita.

Riskisuhteet eivät yksinään kerro, mikä osuus kullakin riskitekijällä on vakavan onnettomuuden kokonaisriskistä, joka muodostuu alkoholin käytön lisäksi kaikista muista riskitekijöistä, kuten auton turvallisuuspuutteista. Harvinaisemmat tekijät vaikuttavat vähemmän kokonaisriskiin, vaikka ne itsessään olisivat vaarallisia. Kokonaisriskin laskenta perustuu kullakin riskitekijällä sen suhteelliseen osuuteen tapahtuneista onnettomuuksista.

Kuolemaan johtaneissa onnettomuuksissa (tapauksista poistettiin ensin sairauskohtaukset, itsemurhat ja tapaukset, joissa kuljettaja käytti alkoholin lisäksi myös huumausainetta tai ajokykyn mahdollisesti vaikuttavaa lääkettä), joissa aiheuttaja oli henkilöauton kuljettaja, suurin alkoholin käytön aiheuttama kokonaisriskin osuus (15,5 %) liittyi törkeään rattijuopumukseen. Törkeää lievempi rattijuopumus on vaarallisempaa kuin maistelleena ajaminen, mutta koska maistelleena ajaminen on huomattavasti yleisempää, näistä molemmista aiheutui samaa suuruusluokkaa oleva kokonaisriskin osuus: maistelleena ajamisesta 1,4 prosenttia ja törkeää lievemmästä rattijuopumuksesta 1,5 prosenttia.

Tutkimuksessa estimoidut riskisuhteet ovat pääosin samansuuruisia tai hieman suurempia kuin mitä on esitetty aiemmassa tutkimuskirjallisuudessa. Tarkka vertailu on vaikeaa, koska tutkimusasetelmat, olosuhteet ja tilastolliset mallit ovat erilaisia. Yhdysvalloissa on tehty sarja vertailukelpoisia tutkimuksia, joissa valtakunnallinen aineisto kuolemaan johtaneista liikenneonnettomuuksista on yhdistetty tienvarsilla tehtyihin kyselyihin ja puhallutuksiin (Zador 1991; Zador ym. 2000; Voas ym. 2012; Romano ym. 2018). Näissä tutkimuksissa on käytetty logistisia regressiomalleja, joissa selittäjinä ovat veren alkoholipitoisuuden lisäksi ikä ja sukupuoli. Tulokset ovat samaa suuruusluokkaa kuin tässä tutkimuksessa: kun veren alkoholipitoisuus kasvaa 0,2 promilleyksikköä, ennustettu riski sille, että kuljettaja kuolee yhden ajoneuvon onnettomuudessa, suunnilleen kaksinkertaistuu. Lisäksi veren alkoholipitoisuuden kasvuun liittyvä riskin lisääntyminen näytti olevan suurempaa 16–20-vuotiailla kuin muilla ikäryhmillä.

Tässä suomalaisaineistolla tehdyssä tutkimuksessa eksponenttimallin sovituksen perusteella veren alkoholipitoisuuden kasvu 0,2 promilleyksi-

Taulukko 3. Alkoholia nauttineiden henkilöauton kuljettajien riskisuhde aiheuttaa kuolemaan johtava liikenneonnettomuus tai olla sellaisessa osallisena (aiheuttajana tai muuna osallisena), kun tulokset vakioidaan ajankohdan, kuljettajan iän tai kuljettajan sukupuolen suhteen.

Alkoholia veressä %	Puhallutetut	Onnettomuudet	Riskisuhde aiheuttaa (90 % posterioriväli)	Osalliset ajoneuvot	Riskisuhde olla osallinen (90 % posterioriväli)
a) Vakiointi ajankohdan suhteen					
0	940 427	671	1	1 097	1
0,01–0,19	3 244	6	3,16 (1,43–6,43)	8	2,31 (1,15–4,39)
0,20–0,49	2 811	18	9,25 (5,98–14,4)	19	6,45 (4,22–10,0)
0,50–1,19	907	26	52,6 (36,0–87,4)	26	32,2 (22,2–52,9)
1,20 –	406	266	880 (723–1240)	269	545 (448–767)
b) Vakiointi iän suhteen					
0	940 427	671	1	1 097	1
0,01–0,19	3 244	6	3,68 (1,57–6,93)	8	2,76 (1,33–4,94)
0,20–0,49	2 811	18	9,71 (6,18–14,2)	19	6,25 (4,05–9,00)
0,50–1,19	907	26	56,7 (36,0–85,1)	26	34,7 22,1–52,4)
1,20 –	406	266	1 190 (881–1 620)	269	732 (541–991)
c) Vakiointi sukupuolen suhteen					
0	940 427	671	1	1 097	1
0,01–0,19	3 244	6	2,64 (1,14–5,22)	8	2,03 (0,999–3,64)
0,20–0,49	2 811	18	9,24 (5,78–14,2)	19	5,89 (3,74–8,93)
0,50–1,19	907	26	35,0 (23,0–58,4)	26	21,4 (14,1–35,4)
1,20 –	406	266	962 (718–1480)	269	586 (444–888)

köllä nostaa todennäköisyyden aiheuttaa kuolemaan johtava liikenneonnettomuus noin 2,3-kertaiseksi. Ero saattaa selittyä sillä, että yhdysvaltalaisutkimuksessa on tästä tutkimuksesta poikkeavia rajauksia onnettomuustyyppin, ajankohdan ja tiestön suhteen.

Päätelmät

Tutkimuksessa havaittiin, että alkoholin vaikutuksen alaisena ajaneet näyttävät jakautuvan kahteen ryhmään. Suurin osa (yli 80 %) pyrkii pitämään alkoholin nauttimisen sallitun rajoissa, niin ettei rattijuopumuksen raja ylitä. Seurauksena onnettomuustilastossa alkoholia nauttineiden kuljettajien veren alkoholipitoisuuden jakauma on kaksihuippuinen. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien aineistossa ylivoimaisesti suurin osuus on törkeitä rattijuoppoja, mutta on todennäköistä, että jo vähäinen veren alkoholipitoisuus (alle 0,2 %) lisää kuolemaan johtavan onnettomuuden riskiä.

Onnettomuuden aiheuttamiseen perustuvat riskisuhteet olivat suurempia kuin osallisuuteen perustuvat. Tämä johtuu siitä, että autokolareissa on mukana ”syyttömiäkin” kuljettajia, mikä pienentää riskitekijöihin liittyviä riskisuhteita. Lisäksi vertailemalla tuloksia aiempiin tutkimuksiin havaittiin, että alkoholin käyttö liikenteessä kasvat-
taa suhteessa enemmän vakavien ja kuolemaan johtavien onnettomuuksien riskiä kuin lievempien onnettomuuksien riskiä.

Se, miten suuri merkitys eri riskitekijöillä on, ei riipu pelkästään riskitekijän vaarallisuudesta, vaan myös sen yleisyydestä. Havaittiin esimerkiksi, että vaikka maistelleena ajaminen sinänsä on vähemmän vaarallista kuin varsinainen rattijuopumus, on sen osuus kokonaisriskistä (n. 1,5 %) samaa suuruusluokkaa kuin törkeää lievemmällä rattijuopumuksella. Törkeän rattijuopumuksen osuus kokonaisriskistä on sen sijaan noin kymmenkertainen (n. 16 %).

Riskien suuruusluokkaa voidaan arvioida karkeasti seuraavasti. Riski olla aiheuttajana kuole-

maan johtavassa liikenneonnettomuudessa on noin kymmenkertainen verrattuna raittiiseen, jos veren alkoholipitoisuus on 0,4 promillea. Riskisuhde kasvaa noin satakertaiseksi, jos veren alkoholipitoisuus on 1 promille.

Kansallisesti ja kansainvälisesti hyväksytyyn liikenteen turvallisuusvision, niin kutsutun nollavision, tavoitteena on, ettei kenenkään tarvitsisi kuolla tai loukkaantua vakavasti liikenteessä. Kos-

ka tämän ja aiempien tutkimusten perusteella jo alle 0,5 promillea alkoholia veressä lisää kuolemaan johtavan onnettomuuden riskiä merkittävästi, suosittelemme autoilijoille ajamista ainoastaan täysin selvänä ja lainsäätäjälle rattijuopumusrajan laskemista. Lisäksi tutkimus puoltaa yhteiskunnan toimenpiteiden keskittämistä erityisesti törkeän rattijuopumuksen ennaltaehkäisyyn ja valvontaan.

KIRJALLISUUS

- Ahteensivu, Aarno (2021) Alkoholin merkitys myötävaikutustekijänä vakuutuskorvausten määräytymisessä, Tampereen yliopiston väitöskirjat 508. Tampere.
- Alho, Juha & Arjas, Elja & Läärä, Esa & Pere, Pekka (2021) Tilastotasasto. Suomen tilastoseuran julkaisu 8. Helsinki.
- Blomberg, Rickhard & Peck, Raymond & Moskowitz, Herbert & Burns, Marcelline & Fiorentino, Dary (2005) Crash Risk of Alcohol Involved Driving: A Case-Control Study. Final report. Dunlap and Associates, Inc. <http://www.dunlapandassociatesin&c.com/crashriskofalcoholinvolveddriving.pdf>. Viitattu 23.8.2018.
- Connor, Jennie & Norton Robyn & Jackson Ameratunga & Jackson Rod (2004) The contribution of alcohol to serious car crash injuries. *Epidemiology* 15 (4), 337–44.
- Danielsson (2019) Liikennerikokset. Teoksessa Petri Danielsson (toim.) Rikollisuustilanne 2019: Rikollisuuskehitys tilastojen ja tutkimusten valossa. Katsauksia 42/2020. Kriminologian ja oikeuspolitiikan instituutti. Helsinki: Helsingin yliopisto, 151–172.
- Garrison Harriet & Scholey Andrew & Ogden, Edward & Benson, Sarah (2021) The effects of alcohol intoxication on cognitive functions critical for driving: A systematic review. *Accident Analysis and Prevention*, 154. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2021.106052>.
- Gelman, Andrew & Carlin, John & Stern, Hal & Dunson, David & Vehtari, Aki & Rubin, Ronald (2013) *Bayesian Data Analysis, Third Edition*. CRC Press.
- Liikennevirasto (2012) Henkilöliikennetutkimus 2010–2011: Suomalaisen liikkuminen. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lr_2012_henkilöliikennetutkimus_web.pdf (luettu 5.8.2020)
- Luoma, Arto (2022) Kuolemaan johtaneisiin liikenneonnettomuuksiin vaikuttaneita taustatekijöitä 2005–2014. Helsinki: Onnettomuustietoinstituutti (OTI).
- Löytty, Marita (2013) Alkoholirattijuopumus tieliikenteessä ja juopumuksen yleisyys ilma-, juna- ja vesiliikenteessä. Liikenteen analyysit, teema-analyysi. Trafni julkaisu 11-2013. Helsinki.
- Niemi, Hannu (2016) Liikennerikokset. Luku 8 teoksessa Rikollisuustilanne 2015: Rikollisuuskehitys tilastojen ja tutkimusten valossa. Katsauksia 14/2016. Kriminologian ja oikeuspolitiikan instituutti. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Ogden, E.J.D. & Moskowitz, H. (2004) Effects of alcohol and other drugs on driver performance. *Traffic Injury Prevention* 5 (3), 185–198.
- OTI (2016) Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien tutkimien tie- ja maastoliikenneonnettomuuksien onnettomuustietorekisteri. Helsinki: Onnettomuustietoinstituutti (OTI).
- Pastinen, Virpi & Rantala, Annika & Lehto, Hannu & Nurmela, Sakari (2012) Valtakunnallinen henkilöliikennetutkimus 2010–2011. Tekninen raportti. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 8/2012. Helsinki. https://julkaisut.vayla.fi/pdf3/lts_201208_valtakunnallinen_henkilöliikennetutkimus_web.pdf (luettu 5.8.2020)
- Pearl, Judea (2009) *Causality: models, reasoning, and inference*, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
- Poliisihallitus (2019) Alkoholia nauttineiden kuljettajien kokonaismäärät valtakunnallisissa ratsiatutkimuksissa vuosina 1988–2018. Teoksessa Petri Danielsson (toim.) Rikollisuustilanne 2019: Rikollisuuskehitys tilastojen ja tutkimusten valossa. Helsingin yliopisto, Kriminologian ja oikeuspolitiikan instituutti. Katsauksia 42/2020, liitetaulukko 4B.
- Portman, Maria & Penttilä, Antti & Haukka, Jari & Eriksson, Peter & Gunnar, Teemu & Kuoppasalmi, Kimmo & Koskimaa, Heikki (2011) Rattijuopon profiili ja uusimisen riskitekijät. Tuloksia rattijuopumuksen esiintyvyydestä ja kehityksestä Uudenmaan ratsiatutkimuksesta vuosina 1990–2008. LINTU-julkaisu 1/2011. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- Portman, Maria & Penttilä, Antti & Haukka, Jari &

- Eriksson, Peter & Gunnar, Teemu & Kuoppasalmi, Kimmo & Muuriaisniemi-Skippari, Kirsi & Koskimaa, Heikki (2012) Maistelleet liikenteessä. Tuloksia Uudenmaan ratsiatutkimuksesta 1990–2008. LINTU-julkaisuja 4/2012. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- Romano, Eduardo & Torres-Saavedra, Pedro & Calderón Cartagena, Hilda & Voas, Robert & Ramírez, Anthony (2018) Alcohol-Related Risk of Driver Fatalities in Motor Vehicle Crashes: Comparing Data From 2007 and 2013–2014. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs* 79 (4), 547–552.
- Räty, Esa (2021) Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakuntien vuosina 2015–2019 tutkimat kuolemaan johtaneet onnettomuudet. OTI-Päihderaportti. Helsinki: Onnettomuustietoinstituutti.
- Voas, Robert & Torres, Pedro & Romano, Eduardo & Lacey, John (2012) Alcohol-related risk of driver fatalities: An update using 2007 data. *Journal of Studies on Alcohol and Drugs*, 73, 341–350.
- Zador, Paul (1991) Alcohol-related relative risk and fatal driver injuries in relation to driver age and sex. *Journal of Studies on Alcohol* 52, 302–310.
- Zador, Paul & Krawchuk, Sheile & Voas, Robert (2000) Alcohol-related relative risk of driver fatalities and driver involvement in fatal crashes in relation to driver age and gender: An update using 1996 data. *Journal of Studies on Alcohol* 61, 387–395.

TIIVISTELMÄ

Arto Luoma & Lasse Koskinen & Jukka Nyblom: Alkoholinkäytön aiheuttama liikennekuoleman riski Suomessa

Tässä tutkimuksessa analysoidaan juopumuksen asteen vaikutusta kuolemaan johtavan liikenneonnettomuuden riskiin moderneilla tilastollisilla menetelmillä. Tutkimuksen pääaineistona ovat vuosina 2005–2014 Suomessa tapahtuneet kuolemaan johtaneet moottoriajoneuvo-onnettomuudet, joissa oli mukana henkilöauto aiheuttajana tai muuna osallisena. Pääaineistoa täydennetään ratsiatutkimuksista julkaistuilla tilastoilla. Keskeisiä käytettyjä mittareita ovat riskisuhde sekä vakioitu riskisuhde, josta on poistettu sekoittavien muuttujien vaikutusta. Tutkimuksen ensimmäisenä tavoitteena on selvittää, miten pieni veren alkoholipitoisuus alkaa lisätä liikenneonnettomuuden riskiä, ja toisena tavoitteena on arvioida eri alkoholipitoisuuksien aiheuttaman riskin suuruusluokkaa.

Tutkimuksessa havaitaan, että alkoholin vaikutuksen alaisena ajaneet näyttävät jakautuvan kahteen ryhmään. Suurin osa (yli 80 %) pyrkii pitämään alkoholin nauttimisen sallitun rajoissa, niin ettei rattijuopumuksen raja ylity. Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien aineistossa ylivoimaisesti suurin osuus on törkeitä rattijuoppoja, mutta on todennäköistä, että jo vähäinen veren alkoholipitoisuus (alle 0,2 ‰) lisää kuolemaan johtavan onnettomuuden riskiä. Onnettomuuden aiheuttamiseen perustuvat riskisuhteet ovat suurempia kuin osallisuuteen perustuvat. Riski olla aiheuttajana kuolemaan johtavassa liikenneonnettomuudessa on noin kymmenkertainen verrattuna raittiin, jos veren alkoholipitoisuus on 0,4 promillea. Riskisuhde kasvaa noin satakertaiseksi, jos veren alkoholipitoisuus on 1 promille.

KIRJOITTAJAT

Luoma, Arto, FT, yliopistonlehtori, Tampereen yliopisto ([arto.luoma\[at\]tuni.fi](mailto:arto.luoma[at]tuni.fi))

Koskinen, Lasse, dos., FT, professori, Tampereen yliopisto ([lasse.koskinen\[at\]tuni.fi](mailto:lasse.koskinen[at]tuni.fi))

Nyblom, Jukka, dos., FT, professori emeritus, Jyväskylän yliopisto ([jukka.nyblom\[at\]jyu.fi](mailto:jukka.nyblom[at]jyu.fi))