

# Psykoaktiiviset aineet ja onnettomuusriski tieliikenteessä

**TAUSTA.** EU rahoitti vuosina 2007–2011 laajan DRUID (Driving under the Influence of Drugs, Alcohol and Medicines) -tutkimuksen, jonka tarkoituksena oli selvittää psykoaktiivisten aineiden aiheuttamaa liikenneonnettomuusriskiä.

**AINEISTO JA MENETELMÄT.** Veri- ja sylkinäytteitä kerättiin normaalin liikennevirran kuljettajilta sekä loukkaantumistapausten ja kuolonkolareiden yhteydessä. Tietojen perusteella laskettiin vammautumisen ja kuoleman riski eri psykoaktiivisten aineiden osalta.

**TULOKSET.** Alkoholia tai huumausaineita käyttäneitä kuljettajia oli Suomen tieliikenteessä vähemmän mutta ajokykyä heikentäviä lääkeaineita käyttäneitä enemmän kuin Euroopassa keskimäärin.

Törkeään rattijuopumukseen syyllystävät ja sekakäyttäjät aiheuttavat jopa monisatakertaisen onnettomuusriskin selviin kuljettajiin verrattuna. Muiden yksittäisten psykoaktiivisten aineiden käyttö ei lisännyt onnettomuusriskiä yhtä voimakkaasti kuin alkoholin käyttö. Pienetkin alkoholimäärät muihin psykoaktiivisiin aineisiin yhdistettynä lisäsivät onnettomuusriskiä keskimäärin yhtä paljon kuin suuret, yli 1,2 %:n alkoholipitoisuudet veressä.

**PÄÄTELMÄT.** Lääkkeiden ja alkoholin yhteiskäytön aiheuttamiin liikennesrikeihin tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota sekä kansanterveys-työssä että lainsäädännössä. Liikenneonnettomuusriskin perusteella Suomen nykyinen rattijuopumusraja (0,5 promillea) näyttää perustellulta, mutta nuorille ja uusille kuljettajille voidaan suositella alempaa rajaa.

**Suomessa liikenneonnettomuuksissa** kuolee lähes 300 ihmistä vuodessa. Yhteensä lähes 8 000 henkeä kuolee tai loukkaantuu vuosittain. Pitkäjänteinen liikenneturvallisuustyö on vähentänyt kuolleiden määrää: huippuvuonna 1972 surmansa sai 1 156 henkeä mutta vuonna 2010 vain 272 (Suomen virallinen tilasto 2012). Keskeisinä tekijöinä liikennekuolleisuuden vähentämisessä ovat olleet liikenneturvallisuutta parantava liikennesuunnittelu, nopeusrajoitukset, autojen turvalaitteet (erityisesti turvavyö ja turvatyyny) sekä muun muassa päihteiden käytöstä liikenteessä varoittava liikennevalistus (Liikenneministeriö 2010).

Kuljettajan päihteiden käyttö on yksi tärkeimmistä liikenneonnettomuuksien syntyyn vaikuttavista tekijöistä. Alkoholi on mukana noin joka neljännessä moottoriajoneuvo-onnettomuuden aiheuttamassa liikennekuolemassa ja noin joka viidennessä pyöräilijän ja jalankulkijan kuolemaan johtavassa onnettomuudessa (Liikenneturva 2010). Alkoholin, huumeiden ja lääkkeiden päihdekäyttö on riskikäyttäytymistä, johon liittyy usein riskinotto liikenteessä (esim. kaahailu, turvavyön ja muiden turvalaitteiden käyttämättömyys sekä ajo ilman ajo-oikeutta).

Onnettomuusriski on lisääntynyt päihteiden vaikutuksen alaisena ajavilla, mutta selvää näyttöä huumeiden tai lääkkeiden vaikutuksesta onnettomuuksien vakavuuteen ei ole (Smink ym. 2005, 2008). Esimerkiksi rauhoittavat lääkkeet ja unilääkkeet, vahvat kipulääkkeet, epilepsialääkkeet, lihasrelaksantit ja eräät allergialääkkeet voivat vaikuttaa ajokelpoisuuteen muun muassa heikentämällä havainto- ja koordinaatiokykyä, reaktionopeutta ja tasapainoa. Sadattuhannet suomalaiset käyttävät päivittäin rauhoittavia lääkkeitä, unilääkkeitä tai

opioideja (Suomen lääketilasto 2010). Muutkin lääkkeet liian suurina annoksina voivat heikentää suorituskykyä.

Eri maiden lainsäädännössä kuljettajan veren alkoholipitoisuudelle liikenteessä on asetettu selkeät tutkimustietoon perustuvat raja-arvot. Useissa maissa, myös Suomessa, on käytössä huumausaineille niin sanottu analyttinen raja-arvo (nollaraja). Toisin sanoen huumausaineiden havaitseminen kuljettajan verinäytteessä merkitsee rattijuopumusta. Poliisi on myös ottanut käyttöön syljestä tehtäviä pikatestejä huumeikuljettajien tunnistamiseksi.

Psykoaktiivisten lääkeaineiden osalta tilanne on monimutkaisempi. Ensinnäkin olisi päätettävä, mitkä aineet katsotaan liikenteelle haitallisiksi. Euroopan maissa on erilaiset lääkkeiden ajoturvallisuuden luokittelujärjestelmät. Kun Suomessa liikenteelle haitalliset aineet on merkitty punaisiin varoituskolmioihin, Ruotsi on poistanut vastaavan järjestelmän käytöstä ja lisännyt varoitustekstin pakkaukseen (Johansson 2011). Ranskassa on käytössä liikennevaloja muistuttava luokittelujärjestelmä. Euroopan komissio pyrkii yhtenäistämään kansallisia säädöksiä, jotka koskevat alkoholin ja lääkkeiden käyttöön liittyviä ajokelpoisuusvaikutuksia. Tällaista yhtenäistämistä komissio on jo tehnyt ajokorttidirektiivin ajoterveysvaatimuksissa päihderiippuvuuden osalta.

DRUID-hankkeen tavoitteena oli selvittää, kuinka yleistä alkoholin tai lääke- tai huumausaineiden vaikutuksen alaisena ajaminen on normaalin liikennevirran kuljettajien joukossa Euroopan maissa. Niin ikään tutkittiin psykoaktiivisten aineiden esiintymistä liikenneonnettomuuteen joutuneiden tapaturmapotilaiden ja liikenneonnettomuudessa kuolleiden veri- ja sylkinäytteissä. Lisäksi tarkoituksena oli arvioida eri psykoaktiivisten aineiden aiheuttamaa liikenneturvallisuusriskiä.

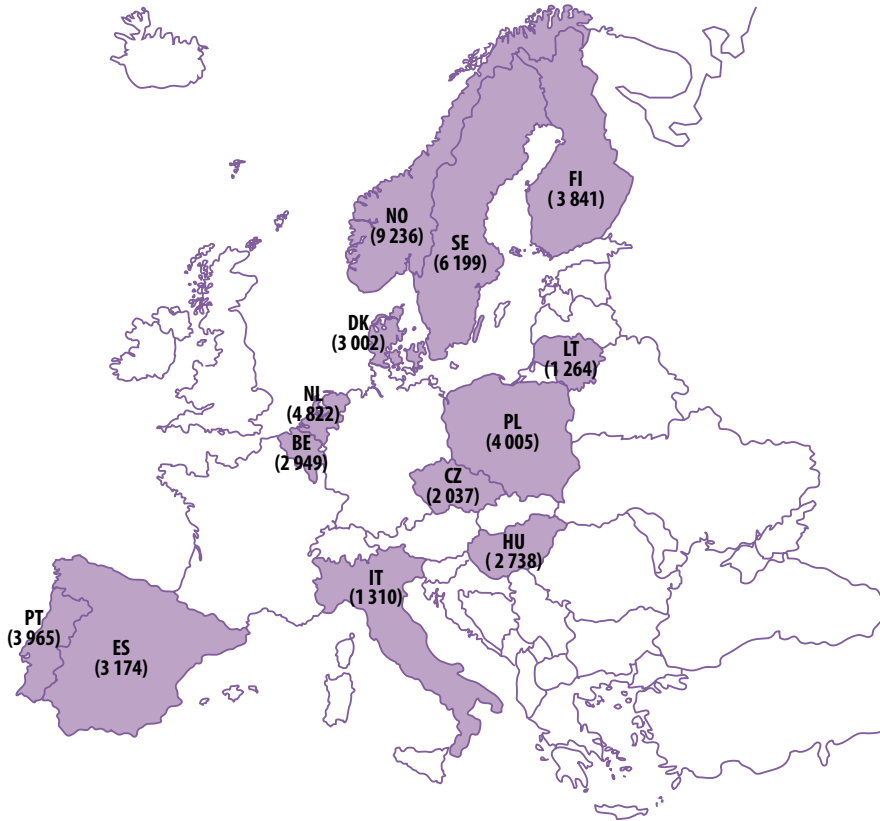
### Aineisto ja menetelmät

**Osallistujat.** DRUID-tutkimukseen osallistui 37 tutkimuslaitosta 19 eri maasta. Tutkimuskokonaisuus muodostui seitsemästä osahankkeesta (Work Package). Suomen osuus toteutettiin Terveiden ja hyvinvoinnin

laitoksen (THL) päihdeanalytiikan yksikössä yhteistyössä Tiehallinnon, liikkuvan poliisin, Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin ja Helsingin yliopiston oikeuslääketieteen laitoksen (nytemmin Hjelt-instituutin) kanssa. Hankkeen rahoitus tuli kokonaan Euroopan komissiolta osana EU:n kuudetta puiteohjelmaa. Tutkimukseen saatiin ennen sen aloittamista Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirin eettisen toimikunnan puoltava lausunto.

**Näytteiden keräys ja analysointi.** Näytteiden keräyksestä ja kuljetuksesta oli laadittu yhteiset ohjeet, joita kaikissa tutkimukseen osallistuneissa maissa noudatettiin. Kuljettajilta kerättiin kokoveri- tai sylkinäytteet ja ne analysoitiin käyttäen LC/MS-MS- tai GC-MS-tekniikkaa. Kukin tutkimuslaboratorio osallistui ulkoisiin laaduntarkkailukierroksiin kaksi kertaa vuodessa. Näytteiden analysointia ei ollut lupa aloittaa ennen kuin laboratorio oli osoittanut suorituskykynsä näillä ulkoisilla laaduntarkkailukierroksilla. Suomessa tienvarsitutkimuksessa kerätyt sylkinäytteet ja Töölön sairaalan tapaturma-asemalla kerätyt kokoveri- ja sylkinäytteet tutkittiin THL:n päihdeanalytiikan yksikössä. Liikenneonnettomuuksissa kuolleilta otettujen näytteiden tutkimustulokset kerättiin Liikennevakuutuskeskuksen tutkijalautakunta-aineistosta. Niitä täydennettiin puuttuvilta osin Helsingin yliopiston oikeuslääketieteen laitoksen tutkimustuloksilla.

**Ekvivalenttiraja-arvojen määrittäminen.** Kaikille analysoitaville yhdisteille asetettiin tutkimuksen alussa yhteisesti sovitut raja-arvot, niin sanotut cut-off-arvot. Raja-arvoa suuremmat pitoisuudet sylki- ja verinäytteissä raportoitiin positiivisena tuloksena ja pienemmät pitoisuudet negatiivisena. Vain positiiviset tulokset otettiin mukaan tutkimukseen. Jotta voitiin taata tulosten vertailukelpoisuus kaikkien tutkimukseen osallistuvien maiden välillä, yhteiset raja-arvot oli asetettava niin suuriksi, että jokaisen maan analyysimenetelmien herkkyys riitti niiden saavuttamiseen. Verinäytteen osalta positiivisen tuloksen suositeltavista arvoista oli jo käsitys aiemman tutkimuksen perusteella. Sen sijaan sylkinäytteiden käyttö huumaus- ja lääkeaineanalytiikassa on vielä suhteellisen uutta, joten vastaavia arvoja



**KUVA 1.** Tienvarsitutkimukseen osallistuneet maat sekä tutkittujen kuljettajien määrät kussakin maassa.

sylyssä esiintyvillä pitoisuuksille ei pystytty suoraan määrittämään aiemman tiedon perusteella. Tämän vuoksi tutkimukseen osallistuvilta henkilöiltä kerättiin samalla sekä sylkiettä verinäyte aina kun mahdollista. Näytteistä laskettiin ensin eri yhdisteiden pitoisuuksien suhteet veren ja syljen välillä. Niiden avulla määritettiin syljelle veren raja-arvoja vastaavat arvot, niin sanotut ekvivalenttiraja-arvot. Näin riskinarviointitutkimuksessa pystyttiin käyttämään kahta eri näytematriisia rinnakkain (Gjerde ja Verstraete 2010, Verstraete ym. 2011).

**Tienvarsitutkimus.** Tienvarsitutkimukseen osallistuvissa 13 maassa kerättiin yhteensä 48 542 veri- tai sylkinäytettä (KUVA 1). Suomessa tiehallinnon tilastotieteilijä oli nimennyt tienvarsitutkimusten näytteenottoapaikat (eri tiettyypit) ja ajat (vuodenaika, kuukausi, viikonpäivä, vuorokaudenaika) siten, että saatiin mahdollisimman edustava otos Uu-

denmaan ja Pohjois-Savon liikennevirrasta. Suomessa poliisi puhallutti yhteensä 36 109 kuljettajaa (joista 30 020 Uudeltamaalta). Puhallutuksen jälkeen poliisi ohjasi kuljettajan tienvarressa THL:n tutkijan luokse sylkinäytteenottoon aina, kun THL:n tutkija vapautui edellisen kuljettajan haastattelusta ja näytteenotosta. Sylkinäytteitä kerättiin 4 167 kuljettajalta. Vaikka poliisin puhalluskoe tehtiin osana normaalia liikennevalvontaa, oli tutkimushaastatteluun osallistuminen ja sylkinäytteiden antaminen vapaaehtoista. Niinpä 48 % poliisin pysäyttämistä kuljettajista jäi tutkimuksen ulkopuolelle.

**Liikenneonnettomuuksissa loukkaantuneet.** Kuudessa eri EU-maassa (Belgia, Tanska, Suomi, Italia, Liettua, Hollanti) kerättiin liikenneonnettomuudessa loukkaantuneilta potilailta (yhteensä 3 570) verinäyte ja mahdollisuuksien mukaan myös sylkinäyte. Onnettomuudessa saatujen vammojen vaikeus-

## YDINASIAT

- ▶ Alkoholin ja muiden psykoaktiivisten aineiden sekakäyttö on liikenneturvallisuuden kannalta vaarallisinta.
- ▶ Vahvassa humalassa ajavien rattijuoppojen aiheuttama liikenneonnettomuusriski on jopa monitakertainen tavalliseen kuljettajaan verrattuna.
- ▶ Alkoholia tai huumeita nauttineita kuljettajia liikkuu Suomen teillä vähemmän mutta rauhoittavien lääkeaineiden ja unilääkkeiden vaikutuksen alaisia kuljettajia enemmän kuin Euroopassa keskimäärin.

aste arvioitiin MAIS-luokituksella (Maximum Abbreviated Injury Scale). MAIS-luokitus (0–6) arvioi vamman vakavuutta välittömästi onnettomuuden jälkeen muttei huomionut vammautumisen pitkäaikaisvaikutuksia. Vakavasti loukkaantuneilta henkilö- tai pakettiauton kuljettajilta saatiin yhteensä 2 492 verinäytettä (Isalberti ym. 2011).

Suomessa liikenneonnettomuuksissa loukkaantuneilta potilailta (319 tapausta) kerättiin kokoveri- ja sykinäytteet Töölön sairaalan tapaturma-aseamalla huhtikuun 2008 ja huhtikuun 2010 välisenä aikana. Tutkimukseen suostui osallistumaan 91,5 % hoitoon tuoduista kuljettajista. Kuitenkin vain 54:n henkilö- tai pakettiauton kuljettajan vammat olivat niin vakavia (MAIS  $\geq$  2), että heidät otettiin mukaan vammautumisen kansainväliseen riskinarviointiin. Tutkimuspotilaiden valinnan ja näytteenoton aikaan vammattutkimusten ollessa kesken MAIS-arvo ei ollut vielä tiedossa.

**Liikenneonnettomuuksissa kuolleet.** Käytännössä lähes kaikille liikenneonnettomuuksissa menehtyneille kuljettajille tehdään Suomessa ruumiinavaus ja oikeuskemialliset tutkimukset (Lunetta ym. 2007). Muista EU-maista vain muutamassa liikenneonnettomuuksissa kuolleille tehdään oikeuslääke-

tieteellinen ruumiinavaus ja laaja oikeustoksikologinen tutkimus. Mukaan tähän DRUID-osatutkimukseen tuli neljä maata: Suomi, Norja, Ruotsi ja Portugali. Yhteensä noin 1 300 vainajalle tehtiin oikeuskemiallinen tutkimus. Suomessa vuosina 2006–2008 kuoli liikenteessä kaikkiaan 652 eri ajoneuvojen kuljettajaa. Näistä DRUID-tutkimukseen otettiin vain henkilö- ja pakettiauton kuljettajat, joita oli yhteensä 483. Liikenneonnettomuudessa kuolleille tehdään Suomessa oikeuskemialliset tutkimukset, mutta mikäli lääkeainelöydöksiä ei pidetä merkityksellisenä, niitä ei kirjata onnettomuustutkintalautakunnan raportteihin. DRUID-tutkimuksessa onnettomuustutkintalautakunnan tietoja täydennettiin puuttuvilta osin oikeuskemiallisten tutkimusten tuloksilla.

**Liikenneonnettomuusrisin arviointi.**

Näytteiden analyyseissa tehdyt löydökset psykoaktiivisista aineista ja muut tiedot koottiin tutkimusmaiden yhteiseen tietokantaan. Näiden pohjalta laskettiin tilastollisesti liikenneonnettomuusrisin kerroinsuhde (odds ratio) tapaus-verrokkitutkimusasetelmassa. Siinä liikenneonnettomuudessa loukkaantuneet ja kuolleet olivat tapauksia ja vastaavan alueen normaalissa liikennevirrassa autoa ajavat toimivat verrokkeina. Kerroinsuhteen laskeminen ja muut DRUID-tutkimuksen tilastolliset menetelmät on esitetty tarkemmin tutkimuksen osareportissa D2.3.5. Euroopan komissiolle (DRUID 2011).

Eri aineiden aiheuttamaa loukkaantumiseriskiä tutkittiin aineistossa, johon oli kerätty näytteet 2 492:lta vakavasti (MAIS  $\geq$  2) loukkaantuneelta kuljettajalta kuudesta eri maasta. Alkoholi-, lääkeaine- ja huumelöydöksiä verrattiin 15 832:n alueen, ajan, iän ja sukupuolen suhteen vakioitun verrokin löydöksiin. Tutkimukseen mukaan otettuja liikenneonnettomuuksissa kuolleita henkilö- ja pakettiauton kuljettajia oli 1 112 ja näiden verrokkeja 21 917. Näytteiden keräys, käsittely ja analysointi oli standardisoitu takaamaan alueellinen edustavuus ja vertailtavuus maiden välillä (Hels ym. 2011). Onnettomuusriskiä pidettiin suurena, jos vaara oli kasvanut vähintään viisinkertaiseksi.

## Tulokset

**Ekvivalenttiraja-arvot kokoveri- ja sylkinäytteen välillä.** Tutkimuksen alussa yhdisteille eri näytematriiseissa asetetut raja-arvot eli cut-off-rajat perustuivat hyvin vähäiseen olemassa olevaan tietoon ja analytiikan asettamiin rajoituksiin. Eri aineiden pitoisuuksien todettiin sylki-kokoverivertailututkimuksissa vaihtelevan suuresti näiden matriisien välillä. Esimerkiksi amfetamiinin pitoisuudet sylkinäytteessä ovat huomattavasti suuremmat kuin verinäytteessä. Koska veren amfetamiinipitoisuuden raja-arvoksi oli tutkimuksen alussa sovittu 20 mg/l ja syljen 25 mg/l, näitä ei sellaisenaan voitu käyttää. Vertailututkimuksen tilastollisissa analyysissä todettiin, että kokoveren amfetamiinipitoisuutta 20 mg/l vastaava syljen amfetamiinipitoisuus on 360 mg/l. **TAULUKKOSSA 1** on esitetty vastaavuusraja-arvot eli ekvivalenttiset cut-off-arvot eri aineille.

**Päihteiden esiintyminen kuljettajien näytteissä.** Alkoholin tai huumausaineiden vaikutuksen alaisena ajaminen on tutkimuksen perusteella Suomessa harvinaisempaa kuin Euroopassa keskimäärin (**KUVA 2**). Euroopassa noin 3,5 % kuljettajista oli käyttänyt alkoholia, 1,9 % huumausaineita ja 1,4 % ajokykyä heikentäviä lääkkeitä. Suomessa vastaavat osuudet olivat 0,96 % alkoholin, 0,1 % huumausaineiden ja 1,7 % ajokykyä heikentävien lääkkeiden osalta. Suomessa liikennevirran kuljettajista 0,20 % oli rattijuoppoja (veren alkoholipitoisuus yli 0,5 ‰) ja 0,76 % maistelleita (alle 0,5 ‰).

Rauhoittavien lääkkeiden käyttäjiä liikkui Suomen liikenteessä enemmän kuin alkoholia tai huumausaineita käyttäneitä. Rauhoittavien lääkkeiden käyttö oli yleisintä yli 50-vuotiaiden kuljettajien ikäluokassa. Yhteiseurooppalaiset raja-arvot ylittäviä bentsodiatsepiinipitoisuuksia todettiin 1,3 %:lla yli 50-vuotiaista mieskuljettajista ja 0,9 %:lla naiskuljettajista (kokonaisuutena 0,8 %:lla kaikista kuljettajista). Bentsodiatsepiinin kaltaisia unilääkkeitä tsopiklonia, tsolpideemia ja tsaleplonia (ns. Z-lääkkeet) todettiin Suomessa 0,5 %:ssa yli 50-vuotiaiden mieskuljettajien ja 1,2 %:ssa naiskuljettajien näytteistä (kokonaisuutena 0,4 %:ssa kaikista kuljettajista).

**TAULUKKO 1.** Suositellut ekvivalenttiraja-arvot (cut-off-arvot) sylki- ja verinäytteissä eri yhdisteille.

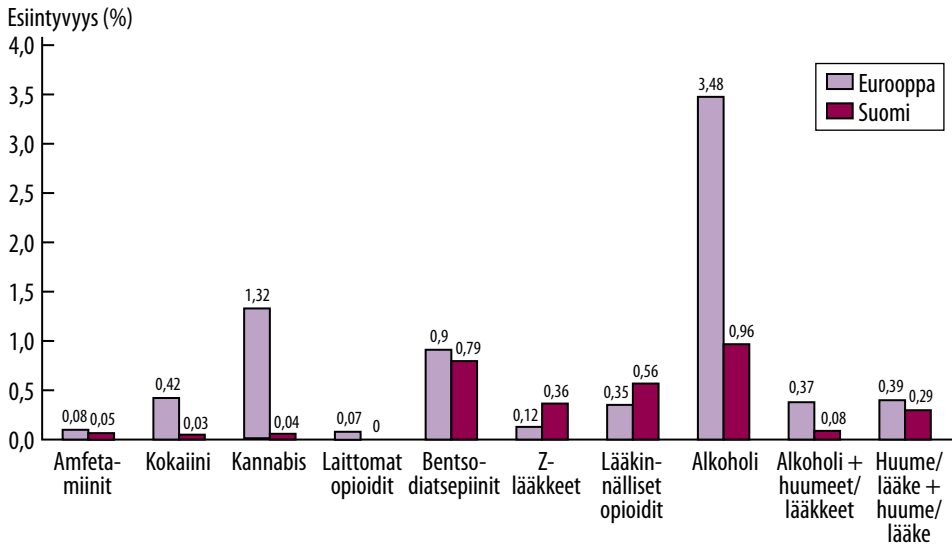
Ekvivalenttiraja-arvot		
Aine	Kokoveri (mg/l)	Sylki (mg/l)
Etanoli	0,1 (g/l)	0,082 (g/l)
6-asetyylimorfiini (6-AM)*	10	16
Alpratsolaami	10	3,5
Amfetamiini	20	360
Bentsoyyliekgoniini	50	95
Klonatsepaami	10	1,7
Kokaiini	10	170
Kodeiini	10	94
Diatsepaami	140	5,0
Flunitratsepaami	5,3	1,0
Loratsepaami	10	1,1
3,4-metyleenidioksiamfetamiini (MDA)**	20	220
3,4-metyleenidioksietyyliamfetamiini (MDEA)**	20	270
3,4-metyleenidioksimetamfetamiini (MDMA)**	20	270
Metadoni	10	22
Metamfetamiini	20	410
Morfiini	10	95
Nordiatsepaami	20	1,1
Oksatsepaami	50	13
Tetrahydrokannabinoli (THC)***	1,0	27
Tsolpideemi	37	10
Tsopikloni	10	25
Tramadoli	50	480
7-aminoklonatsepaami	10	3,1
7-aminoflunitratsepaami	8,5	1,0

\*Heroinin aineenvaihduntatuote

\*\*Ekstaasiryhmän aineita

\*\*\*Kannabiksen vaikuttava aine

**Päihteiden aiheuttama onnettomuusriski.** Miesten riski vammautua tai kuolla päihteisiin liittyvässä liikenneonnettomuudessa oli noin 1,5-kertainen naisten riskiin nähden. Suurin vaara oli kaikkien tutkittujen aineiden suhteen nuorten miesten (18–24 vuotta) ikäryhmässä. Psykoaktiivisten aineiden esiintyminen sekä liikenneonnettomuuksissa kuolleiden että loukkaantuneiden näytteissä oli samankaltaista.



**KUVA 2.** Normaalin liikennevirran kuljettajien näytteissä todetut psykoaktiiviset aineet (yli sovitun cut-off-arvon) painotettuna liikennevirran mukaan: Suomi verrattuna Euroopan keskiarvo.

Suomessa alkoholia alle rattijuopumusrajan (0,5 ‰) todettiin liikenneonnettomuuksissa loukkaantuneiden näytteissä kaksi kertaa ja liikenneonnettomuuksissa kuolleiden näytteissä kolme kertaa useammin kuin kuljettajilla normaalissa liikennevirrassa. Veren alkoholipitoisuudet onnettomuuskuljettajilla olivat kuitenkin yleensä suuria (> 1,6 ‰). Suomessa rattijuoppojen riski joutua vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan johtavaan liikenneonnettomuuteen on monikymmenkertainen verrattuna raittiisiin kuljettajiin; törkeään rattijuopumukseen syyllistyvillä vaara on jopa yli 300-kertainen. Amfetamiinin vaikutuksen alaisena ajo yksinään lisäsi riskin joutua vakavaan onnettomuuteen noin 20-kertaiseksi, psykoaktiivisten lääkkeiden sekakäyttö muutamakymmenkertaiseksi ja alkoholin ja lääkkeiden sekakäyttö yli satakertaiseksi. Suomalaisen kuljettajien liikenneonnettomuudessa vammautumisen tai kuoleman kerroinsuhteet on esitetty **TAULUKOSSA 2**.

Yhteiseurooppalaisessa aineistossa erittäin suuri eli 20–200-kertainen onnettomuusriski liittyi ajamiseen veren alkoholipitoisuuden ollessa yli 1,2 ‰ sekä ajamiseen alkoholin ja muiden psykoaktiivisten aineiden yhteisvaikutuksen alaisena (**TAULUKKO 3**). Riski joutua vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan

johtavaan liikenneonnettomuuteen kasvoi eksponentiaalisesti veren alkoholipitoisuuden lisääntyessä. Alkoholin ja muiden psykoaktiivisten aineiden sekakäytön aiheuttama erittäin paljon suurentunut onnettomuusriski ilmeni sekä liikenneonnettomuuksissa kuolleitten että loukkaantuneitten kuljettajien ryhmässä.

Onnettomuusriski oli suurentunut huomattavasti (5–30-kertaisesti) 0,8 ‰:n alkoholipitoisuuksista alkaen sekä eri lääkeaineiden ja lääke- ja huumeaineiden sekakäytön yhteydessä. Myös amfetamiinin käyttö lisäsi onnettomuusriskiä huomattavasti.

Liikenneonnettomuusriski todettiin kohalaiseksi (2–10-kertaiseksi), kun veren alkoholipitoisuus oli 0,5–0,8 ‰ tai kun näytteessä todettiin lääkeopioideja, bentsodiatsepiineja, unilääkkeitä (Z-lääkkeitä), kokaiinia tai bentsoyyliekgoniinia, kokaiinin inaktiivista aineenvaihduntatuotetta.

Pienin (1–3-kertainen) onnettomuusriski näytti koko tutkimusaineiston perusteella aiheutuvan kannabiksesta. Vaara oli samaa luokkaa kuin 0,5 ‰:n alle jäävän veren alkoholipitoisuuden aiheuttama onnettomuusriski. Suomalaisessa aineistossa kannabiksen käyttöön liittyvä onnettomuusriski oli kuitenkin yli 50-kertainen.

**TAULUKKO 2.** Kerroinsuhteet (odds ratio, OR) kuolemalle ja vakavalle loukkaantumiselle liikenneonnettomuudessa, kun suomalaisten kuljettajien näytteistä todettiin taulukossa mainittuja psykoaktiivisia aineita. Alkoholin osalta verrokkeina on käytetty kaikkia liikennevirran kuljettajia (puhallutettu 36 109 kuljettajaa) ja muiden aineiden osalta 4 167 sylkinäytteen antanutta kuljettajaa.

Aine	Vammautuminen		Kuolema	
	OR	LV*	OR	LV
Alkoholi	29,1	21,9–38,7	44,2	36,1–54,0
0,1–0,49 ‰	2,6	1,1–6,3	3,8	2,2–6,7
0,5– 0,79 ‰	18,5	6,5–52,7	7,8	2,4–25,5
0,8–1,19 ‰	91,0	35,0–236,8	131,5	61,8–280,0
1,2–2,0 ‰	278,2	155,4–497,8	303,6	179,1–514,7
≥ 2,0 ‰	339,8	147,4–783,4	874,0	421,1–1813,9
Amfetamiini	18,2	0,8–396,1	19,2	3,2–113,0
Bentsoyyliekgoniini**	22,7	1,0–533,6	3,8	0,2–87,1
Kokaiini	Ei todettu***	–	–	–
Kannabis	51,0	4,1–634,6	3,1	0,1–67,4
Laittomat opiaatit	Ei todettu***	–	–	–
Bentsodiatsepiinit ja Z-lääkkeet	2,5	0,3–18,8	8,4	5,3–13,2
Lääkeopioidit	5,1	0,7–39,7	4,3	1,8–10,2
Alkoholi + lääke, sekakäyttö	142,3	27,2–754,7	132,7	41,0–429,9
Lääke + lääke, sekakäyttö	40,0	6,7–203,6	16,7	5,0–55,8

\*LV = 95 %:n luottamusväli

\*\*Bentsoyyliekgoniini on virtsasta löytyvä kokaiinin aineenvaihduntatuote

\*\*\*Kokaiinia ja laittomia opioideja ei vammautuneiden tai kuolleiden kuljettajien verinäytteistä havaittu

## Pohdinta

Päihteistä alkoholi aiheuttaa suurimman liikenneturvallisuusriskin. Suomessa moottoriajoneuvon kuljettaja syyllistyy rattijuopumukseen, jos veren alkoholipitoisuus on vähintään 0,5 ‰ tai jos litrassa uloshengitysilmaa on alkoholia 0,22 mg tai enemmän. Rattijuopumus on törkeä, jos veren alkoholipitoisuus on vähintään 1,2 ‰ tai jos litrassa uloshengitysilmaa on alkoholia 0,53 mg tai enemmän. Rattijuopumuksesta tuomitaan myös henkilö, joka kuljettaa moottorikäyttöistä ajoneuvoa käytettyään huumausainetta niin, että hänen veressään on ajon aikana huumausaineen vaikuttava ainetta tai sen aineenvaihduntatuotetta.

Vaikka liikennevirtatutkimusten mukaan rattijuoppoja on Suomen liikenteessä kansainvälisesti verrattuna vähän, liikenneonnettomuuksiin joutuneista kuljettajista rattijuoppojen osuus on Suomessa suuri. Loukkaantumiseen tai kuolemaan johtavan liikenne-

neonnettomuuden riski näyttää rattijuopoilla olevan Suomessa monikymmenkertainen ja törkeään rattijuopumukseen syyllistyvillä yli 300-kertainen verrattuna kuljettajiin normaalissa liikennevirrassa. Runsas alkoholin käyttö jo sinällään sekä alkoholin ja muiden psykoaktiivisten aineiden sekakäyttö oli huomattavasti vaarallisempaa kuin minkään muun aineen käyttö yksinään.

Riski joutua vakavaan loukkaantumiseen tai kuolemaan johtavaan liikenneonnettomuuteen kasvoi eksponentiaalisesti veren alkoholipitoisuuden kasvaessa jokaisessa DRUID-tutkimukseen osallistuneessa maassa. Alkoholin aiheuttama onnettomuusriski oli DRUID-materiaalissa vielä suurempi kuin aiemmissa tutkimuksissa (Borkenstein ym. 1974, Robertson ja Drummer 1994, Fujita ja Shibata 2006). Yhdysvaltojen noin 1,5 miljoonasta vuosina 1994–2008 liikenneonnettomuuksissa kuolleesta tehty tutkimus osoitti, että onnettomuuden vakavuus lisääntyy mer-

**TAULUKKO 3.** Suhteellinen riski loukkaantua vakavasti tai kuolla liikenneonnettomuudessa eri aineiden vaikutuksen alaisena.

Riskitaso	Riski*	Aineryhmä
Jonkin verran suurentunut riski	1–3	Veren alkoholipitoisuus alle 0,5 % Kannabis
Kohtalaisesti suurentunut riski	2–10	Veren alkoholipitoisuus 0,5–0,8 % Bentsodiatsepiinit ja unilääkkeet (ns. Z-lääkkeet) Kokaiini Bentsoyyliekgoniini Lääkeopioidit Laittomat opiaatit
Huomattavasti suurentunut riski	5–30	Veren alkoholipitoisuus 0,8–1,2 % Lääke- tai huumausaineiden sekakäyttö (ilman alkoholia) Amfetamiini
Erittäin huomattavasti suurentunut riski	20–200	Veren alkoholipitoisuus $\geq$ 1,2 % Alkoholin ja lääke- tai huumausaineiden sekakäyttö

\*Keskimääräinen arvio yhdeksän maan (vakavasti loukkaantuneet: DK, FI, LT, IT, BE, NL; kuolleet: FI, NO, PT) yhteistuloksista luottamusvälit huomioiden.

kitsevästi, kun kuljettajan elimistöstä löytyy vähänkin alkoholia (Phillips ja Brewer 2011). Alkoholipitoisuuden ja onnettomuuden vakavuuden välillä vallitsi suhde siksikin, että alkoholipitoisuuden kasvaessa ylinopeus ja turvavyön käyttämättömyys lisääntyivät, samoin epäkuntoisella autolla ajo.

DRUID-tutkimuksessa huumausaineista vain amfetamiini lisäsi yksin käytettynä onnettomuusriskin 5–30-kertaiseksi. Kokeellisissa tutkimuksissa amfetamiinin ei ole todettu lisäävän onnettomuusriskiä (Ramaekers 2011). Myöskään vapaaehtoistutkimusten meta-analysissa stimulantteista ei havaittu koituvan kielteistä vaikutusta ajokykyyn (Berghaus ym. 2010). Syynä erilaisiin tuloksiin epidemiologisissa ja kokeellisissa tutkimuksissa voi olla ensinnäkin se, että amfetamiinipitoisuudet olivat keskimäärin huomattavasti suuremmat liikenneonnettomuuksiin joutuneilla kuljettajilla kuin kokeellisen tutkimuksen koehenkilöillä. Toiseksi koehenkilöt olivat terveitä aikuisia, kun taas liikenneonnettomuuksissa kuolleet ja loukkaantuneet saattavat päihteiden käyttäjinä olla enemmän taipuvaisia riskikäyttäytymiseen.

Kannabis näytti aiheuttavan melko pienen onnettomuusriskin verrattuna muihin psyko-

aktiivisiin aineisiin. Kannabiksen vaikuttava aine tetrahydrokannabinoli muuttuu elimistössä hydroksimetaboliitin kautta 11-delta-tetrahydrokannabinolihapoksi. Tämä voidaan nykytekniikoilla analysoida verinäytteistä jopa kaksi viikkoa kannabiksen käytön jälkeen (Milman ym. 2011). Näin ollen kannabiksen aineenvaihduntatuotteiden löytyminen kuljettajilta ei liity välttämättä huumausaineen välittömään ajoa edeltävään käyttöön.

Suomessa liikenneonnettomuustilastoissa seurataan alkoholin käyttäjien osuutta onnettomuuksissa (Suomen virallinen tilasto 2012). Muiden psykoaktiivisten aineiden osuutta liikenneonnettomuuksissa koskevat tiedot eivät Suomessa ole yksilöidysti saatavilla. Jos kyse on lääkevalmisteesta, jota kuljettajalla on ollut oikeus käyttää, kyse ei ole rattijuopumuksesta, jollei kuljettajan ajokyky ole lääkkeen käytön vuoksi heikentynyt. Myöskään rattijuopumustilastoissa ei eritellä alkoholin käyttöön liittyviä rattijuopumuksia ja muita rattijuopumuksia. DRUID-tutkimuksessa Suomessa kuljettajien näytteistä löytyi useammin rauhoittavia lääkkeitä tai unilääkkeitä kuin monissa muissa tutkimukseen osallistuneissa maissa. Lääkeainekohtainen seuranta vaikuttaisi siten onnettomuustutkinnassa aiheelliselta. Lisäksi alko-



holin ja psykoaktiivisten aineiden yhteiskäyttöön todettiin liittyvän samanlaisen onnettomuusrisikin kuin suuriin alkoholipitoisuuksiin.

Vaikka DRUID-tutkimuksen eräänä tarkoituksena oli pyrkiä määrittämään psykoaktiivisille lääkeaineille niin sanottu turvaraja liikenteeseen, ei tämä käytännössä ollut mahdollista. Suuresta tutkittavien määrästä huolimatta monien lääkkeiden käyttäjien määrät aineistossa jäivät niin pieniksi, ettei luotettavia rajoja pystytty aineiston perusteella määrittämään. Tutkimuksen puutteeksi on vielä todettava, että kun tutkimukseen osallistuminen oli Helsingin julistuksen periaatteiden mukaisesti vapaaehtoista, saattoivat tutkimuksesta kieltäytyneet kuljettajat luoda jonkun verran harhaisuutta tutkimusaineistoon (tienvarsitutkimuksestahan kieltäytyi 48 % poliisin pysäyttämistä kuljettajista). Tämä harha voi käytännössä johtaa onnettomuusrisikin yliarvioimiseen joidenkin psykoaktiivisten aineiden osalta.

DRUID-tutkimuksen perusteella alkoholi on kaikkialla Euroopassa sekä yleisin että vaarallisiin liikenneturvallisuuksiin vaarantava psykoaktiivinen aine. Vaikka liikennevalvonnassa ei ole onnettomuuksien ehkäisyn kannalta perusteltua siirtää merkittäviä resursseja alkoholivalvonnasta huumausainevalvontaan (Veisten ym. 2011), alkoholi- ja huumerattijuopumusta on järkevää valvoa samanaikaisesti. Suomen nykyinen rattijuopumusraja on alkoholin osalta DRUID-tulosten valossa hyvin perusteltu, koska onnettomuusriski lisääntyi selvästi vasta 0,5 promillen alkoholipitoisuuden ylittyessä. Nuorten ja uusien kuljettajien osalta matalampi pitoisuusraja on aiheellinen (Hels ym. 2011).

## Lopuksi

Huumausaineiden käyttö liikenteessä on DRUID-tutkimuksen perusteella Suomessa harvinaista, mutta rauhoittavien lääkkeiden käyttö eurooppalaisessa vertailussa suhteellisen yleistä. Alkoholin ja psykoaktiivisten lääkkeiden yhteiskäyttö lisää onnettomuusriskiä yhtä merkittävästi kuin törkeän rattijuopumuksen rajan ylittävä veren alkoholipitoi-

suus. Tutkimuksen tulosten perusteella olisi suositeltavaa osana liikenneturvallisuuksien tehostaa lääkkeiden ja alkoholin yhteiskäyttöä varoittamista ja laatia sosiaali- ja terveydenhuollon henkilöstölle ohjeistus liikenneturvallisuuksiin vaarantavan alkoholi- ja lääkesekakäytön ehkäisemiseksi. ■

\* \* \*

Tutkimusryhmä kiittää DI Charlotta Engblomia, DI Anna Pehrsonia, sairaalakemisti Vappu Siréniä, osastonhoitaja Terttu Tiitistä, osastonhoitaja Erkki Luomansuuta ja sairaanhoitaja Satu Tirkkosta sekä Töölön sairaalan muuta henkilökuntaa avusta tutkimuksen suorittamisessa. Kiitokset hyvästä yhteistyöstä myös liikkuvalla poliisille sekä liikennejärjestelmäsiantuntija Pekka Rädylle (Tiehallinto), professori Erkki Vuorelle (Hjelt-Instituutti), johtaja Pekka Sulanderille (Liikennevakuutuskeskus) ja poliisitarkastaja Heikki Ihalaiselle (Poliisihallitus).

### **PIRJO LILLSUNDE, FT, dosentti, yksikön päällikkö**

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, tapaturmien ehkäisyn yksikkö

### **KAARINA LANGEL, DI, tutkija**

### **TOM BLENCOWE, DI, tutkija**

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, päihdeanalytiikan yksikkö

### **AARNE KIVIOJA, LKT, DI, dosentti, osastonylilääkäri**

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri, Töölön sairaala

### **KAROLIINA KARJALAINEN, TtT, tutkijatohtori**

Tampereen yliopisto, terveystieteiden yksikkö ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, alkoholi ja huumeet -yksikkö

### **LASSE LEHTONEN, LT, OTT, professori, hallintoylilääkäri**

Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri ja Helsingin yliopisto, Hjelt-instituutti

### **SIDONNAISUUDET**

**Pirjo Lillsunde:** ei sidonnaisuuksia

**Kaarina Langel:** ei sidonnaisuuksia

**Tom Blencowe:** ei sidonnaisuuksia

**Aarne Kivioja:** Asiantuntijapalkkio (Liikenneonnettomuuksien tutkijalautakunta), Johtokunnan tms jäsenyys (Suomen Liikenne- ja lääketieteiden Säätiön hallitus)

**Karoliina Karjalainen:** ei sidonnaisuuksia

**Lasse Lehtonen:** Johtokunnan tms jäsenyys (Suomen Liikenne- ja lääketieteiden Säätiön hallitus)

**KIRJALLISUUTTA**

- Berghaus G, Sticht G, Grellner W, Lenz D, Naumann T, Wiesenmüller S. Meta-analysis of empirical studies concerning the effects of medicines and illegal drugs including pharmacokinetics on safe driving [verkkodokumentti]. DRUID deliverable 1.1.2B [päivitetty 14.08.2010]. www.druid-project.eu.
- Borkenstein RF, Growther RF, Schumate RP, Ziel WB, Zylman R. The role of the drinking driver in traffic accidents (the Grand rapids Study). *Blutalcohol* 1974;11 Suppl 1:7–13.
- Fujita Y, Shibata A. Relationship between traffic fatalities and drunk driving in Japan. *Traffic Inj Prev* 2006; 7:325–7.
- Gjerde H, Verstraete A. Can the prevalence of high blood concentrations in a population be estimated by analyzing oral fluid? A study of tetrahydrocannabinol and amphetamine. *Forensic Sci Int* 2010;195:153–9.
- Hels T, Bernhoft IM, Lyckegaard A, ym. Risk of injury by driving with alcohol and other drugs [verkkodokumentti]. DRUID Deliverable D 2.3.5 [päivitetty 28.11.2011]. www.druid-project.eu.
- Isalberti C, Van der Linden T, Legrand S-A, ym. Prevalence of alcohol and other psychoactive substances in injured and killed drivers [verkkodokumentti]. DRUID Deliverable 2.2.5 [päivitetty 28.11.2011]. www.druid-project.eu.
- Johansson K. Trafik, riskfyllt arbete och

- läkemedel. Läkemedelsverket. Läkemedelboken 2011–2012, 2011, s. 1328–78.
- Liikenneministeriö. Tieliikenteen turvallisuus. Liikenneturvallisuussuunnitelman 2011–2014 tustaraportti. Julkaisu- ja-sarja 2010:35.
- Liikenneturva. Henkilövahingot rattijuopumustapauksissa [verkkodokumentti]. Tilastokatsaus. Tilastokirja 2010. www.liikenneturva.fi.
- Lunetta P, Lounamaa A, Sihvonen S. Surveillance of injury-related deaths: medicolegal autopsy rates and trends in Finland. *Inj Prev* 2007;13:282–84.
- Milman G, Schwoppe DM, Schwilke EW, ym. Oral fluid and plasma cannabinoid ratios after around-the-clock controlled oral 9-tetrahydrocannabinol administration. *Clinical Chemistry* 2011;57:1597–606.
- Phillips DC, Brewer K. The relationship between serious injury and blood alcohol concentration (BAC) in fatal motor vehicle accidents: BAC = 0.01 % is associated with significantly more dangerous accidents than BAC=0.00%. *Addiction* 2011;106:1614–22.
- Ramaekers JG. Effects of stimulant drugs on actual and simulated driving [verkkodokumentti]. Deliverable 1.2.1 [päivitetty 1.3.2011].www.druid-project.eu.
- Robertson MD, Drummer OH. Responsibility analysis: A methodology to study the effects of drugs in driving. *Accid Anal Prev* 1994;26:243–7.
- Smink BE, Lushof KJ, de Gier JJ, Uges

- DR, Egberts AC. The relation between the use of psychoactive substances and the severity of injury in a group crash-involved drivers admitted to a regional trauma center. *Traffic Inj Prev* 2008;9:105–8.
- Smink BE, Ruiter B, Lushof KJ, de Gier JJ, Uges DR, Egberts AC. Drug use and the severity of a traffic accident. *Accid Anal Prev* 2005;37:427–33.
- Suomen lääketilasto 2010 [verkkodokumentti]. Suomen lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus Fimea ja Kansaneläkelaitos. Edita Prima Oy, Helsinki 2011. www.fimea.fi/instancedata/prime\_product\_julkaisu/fimea/embeds/fimeawwwstructure/20681\_Suomen\_laaketilasto\_2010\_netto.PDF [siteerattu 20.8.2012]
- Suomen virallinen tilasto (SVT). Tieliikenneonnettomuustilasto [verkkodokumentti]. Tilastokeskus www.stat.fi/til/ton/ [viitattu: 7.2.2012].
- Veisten K, Houwing S, Mathijssen R, Akhtar J. Cost-benefit analysis of drug driving enforcement by the police [verkkodokumentti]. [päivitetty 29.9.2011]. www.druid-project.eu.
- Verstraete A, Knoche A, Jantos R, ym. Per se limits – Methods of defining cut off values for zero tolerance, 2011 [verkkodokumentti]. DRUID Deliverable 1.4.2 [päivitetty 15.11.2011]. www.druid-project.eu.

**Summary**

**Psychoactive drugs and accident risk in road traffic**

In the DRUID (Driving under the influence of drugs, alcohol and medicines) study, the risk of injury and death was calculated for different psychoactive substances on the basis of samples collected from drivers in road traffic and in various accident situations. The number of persons having used alcohol or drugs with negative effects on the ability to drive was lower in Finland than in Europe on the average. Aggravated drunk drivers and mixed substance abusers pose an accident risk that can be several hundredfold higher compared with sober drivers. More attention should be focused on traffic risks due to mixed use of drugs and alcohol.