

Eviran tutkimuksia 1/2015

Itämeren silakka ravintona - Hyöty-haitta-analyysi



Eviran tutkimuksia 1/2015

**Itämeren silakka ravintona –
Hyöty-haitta-analyysi**

Projektiryhmä

Elintarviketurvallisuusvirasto Evira

Anja Hallikainen, Tiina Ritvanen, Mervi Rokka

Luonnonvarakeskus Luke

Hannu Harjunpää, Pekka J. Vuorinen

Terveysten ja hyvinvoinnin laitos THL

Hannu Kiviranta, Marjo Niittyinen, Jouni T. Tuomisto, Anu Turunen, Sari Ung-Lanki

Kuvailulehti

Julkaisija	Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
Julkaisun nimi	Itämeren silakka ravintona – Hyöty-haitta-analyysi
Tekijät	Jouni T. Tuomisto, Marjo Niittynen, Anu Turunen, Sari Ung-Lanki, Hannu Kiviranta, Hannu Harjunpää, Pekka J. Vuorinen, Mervi Rokka, Tiina Ritvanen ja Anja Hallikainen
Tiivistelmä	<p>Tämän tutkimuksen tarkoitus oli selvittää, onko silakansyönnistä enemmän terveyshyötyä kuin -haittaa Suomessa ja millainen tilanne on eri ikäryhmissä. Aiemmat hyöty-riskiarviot ovat osoittaneet, että kalansyönti on yleensä terveellisempää kuin sen syömättä jättäminen. Tämä johtuu erityisesti kalan terveellisistä omega-3-rasvahapoista. Kuitenkin iso osa hyödyistä tulee aikuisille, joilla on suurentunut sydäntautiriski, ja osa mahdollisista haitoista tulee lapsille hammasvaurioiden ja muiden kehityshäiriöiden riskinä. Eviran toimeksiantona, yhteistyössä THL:n kanssa on vuoden 2014 aikana tehty hyöty-haitta-analyysi, jossa on tarkasteltu nimenomaan eri ikäryhmiä erikseen nykyisen kalankäytön mukaan. Tulokset perustuvat Taloustutkimuksen tekemän kyselyyn aineistoon vuodelta 2013, jonka pohjalta on tehty varsinainen terveysvaikutusten tarkastelu. Tulokset ilmaistiin käyttäen haittapainotettuja elinvuosia (Disability Adjusted Life Year DALY) eli yksi DALY vastaa yhtä menetettyä tervettä elinvuotta.</p> <p>Hyödyllisistä ravintoaineista raportissa tarkasteltiin omega-3-rasvahappoja, eikosapentaeenihappoa (EPA) ja dokosaheksaeenihappoa (DHA) sekä D-vitamiinia. Silakassa esiintyvistä terveydelle haitallisista ympäristömyrkyistä tarkasteltiin dioksiineihin luettavia yhdisteitä, joihin kuuluvat polyklooratut dibentso-<i>p</i>-dioksiinit ja polyklooratut furaanit sekä dioksiininkaltaiset polyklooratut bifenyylit (PCB:t). Tulosten mukaan silakansyönti aiheuttaa Suomessa noin 11 (95 % luottamusväli LV 0 – 54) DALY kehityshäiriöistä (hammasvaurio) johtuvaa haittapainotettua elinvuotta (DALY), jotka kaikki kohdistuvat lapsiin äidin välityksellä raskausajan ja imetyksen kautta. Lisäksi silakansyönti aiheuttaa noin 12 (95 % LV 1.7 – 56) DALY dioksiinien aiheuttaman syöpäriskin kautta koko väestössä. Yli 50-vuotiailla naisilla ja varsinkin miehillä silakansyönnin terveyshyödyt ovat selkeästi suuremmat kuin terveyshaitat. Suurimmat terveyshyödyt saadaan sydäntautia ja sydänkuolleisuutta vähentävästä vaikutuksesta, noin -688 (95 % LV -2126 – -41) DALY/vuosi. Tulosten mukaan silakan syönti on vähentynyt väestössä niin paljon, että nykyiset suomalaiset kalan yleiset syöntisuositukset ovat riittävät suojaamaan väestöä dioksiinien ja dioksiinien kaltaisten yhdisteiden aiheuttamilta terveyshaitoilta. Hyöty-haitta-analyysissä tulisi kuitenkin tulevaisuudessa arvioida myös muiden rasvaisten kalojen keräämien ympäristömyrkköjen kumulatiivisia terveysvaikutuksia ja yleisten syöntisuositusten riittävyyttä.</p>
Julkaisu-aika	Helmikuu 2015
Asiasanat	Itämeren silakka, dioksiinit, dioksiinin kaltaiset PCB-yhdisteet, rasvahapot, D-vitamiini, saanti, hyöty-haitta-analyysi, DALY
Julkaisusarjan nimi ja numero	Eviran tutkimuksia 1/2015
Sivuja	52
Kieli	Suomi
Luottamuksellisuus	Julkinen
Julkaisun kustantaja	Elintarviketurvallisuusvirasto Evira
Taitto	Elintarviketurvallisuusvirasto Evira, virastopalveluyksikkö
ISSN/ISBN	1797-2981/978-952-225-141-1

Beskrivning

Utgivare	Livsmedelssäkerhetsverket Evira
Publikationens titel	Strömningen från Östersjön som föda – Risk-nytta-analys
Författare	Jouni T. Tuomisto, Marjo Niittynen, Anu Turunen, Sari Ung-Lanki, Hannu Kiviranta, Hannu Harjunpää, Pekka J. Vuorinen, Mervi Rokka, Tiina Ritvanen och Anja Hallikainen
Resumé	<p>Syftet med denna undersökning var att utreda om konsumtion av strömning från Östersjön ger mer hälsofördelar än hälsoskador i Finland och hurdan läget i olika ålderskategorier är. Tidigare nytta/riskvärderingar har visat att det i allmänhet är hälsosammare att äta fisk än att låta bli att göra det. Det beror särskilt på de hälsosamma omega-3-fettsyrorna i fisken. En stor del av fördelarna tillkommer ändå vuxna personer med förhöjd risk för hjärtsjukdomar och en stor del av skadorna tillkommer barn i form av risk för skador på tänderna och andra utvecklingsstörningar. På uppdrag från Evira och i samarbete med THL har under året 2014 gjorts en nytta/riskanalys, där man uttryckligen granskat olika ålderskategorier skilt för sig i ljuset av den nuvarande konsumtionen av strömning. Resultaten bygger på ett enkätmaterial som Taloustutkimus inhämtat år 2013. Utgående från detta material har sedan den egentliga granskningen av hälsoeffekterna gjorts. Resultaten angavs i form av funktionsjusterade levnadsår (Disability Adjusted Life Year DALY).</p> <p>För de nyttiga näringsämnenas del granskades i rapporten omega-3-fettsyrorna eikosapentaensyra (EPA) och dokosaheksaensyra (DHA) och vitamin D. Av de hälsovådliga miljögifterna som förekommer i strömning granskades dioxiner, polyklorerade dibenzo-<i>p</i>-dioxinerna och polyklorerade dibenzofuranerna jämte dioxinliknande polyklorerade bifenyler (PCB). Resultaten visar att konsumtion av strömning i Finland orsakar cirka 11 (95 % förtroende intervall, FI 0-54) funktionsjusterade levnadsår (DALY) som beror på utvecklingsstörningar (tandskada) och som alla via modern drabbar barn under graviditeten och amningen. Konsumtion av strömning medför också cirka 12 (95 %, FI 1,7-56) DALY via den cancer-risk som dioxinerna orsakar i hela befolkningen. Hos över 50 åriga kvinnor och framförallt män är fördelarna av att äta strömning klart större än hälsoskadorna. De största hälsofördelarna kommer av att risken för hjärtsjukdomar och dödligheten i hjärtsjukdomar minskar, cirka -688 (95 %, FI -2126 - -41) DALY/år. Enligt resultatet konsumtion av strömning i Finland har sjunkit till en så låg nivå, att de nuvarande allmänna rekommenderade intagen av fisk konsumtion är tillräckliga för att skydda befolkningen mot hälsoskador av dioxiner eller dioxinlika föreningar. I risk-nytta-analys i framtiden bör ändå utvärderas totala hälsoeffekter av olika miljögifter i andra feta fiskarter ock kolla lämpligheten av rekommendationer av fisk konsumtion.</p>
Utgivningsdatum	Februari 2015
Referensord	Strömningen från Östersjön, dioxiner, dioxin-liknande PCB-föreningar, fettsyror, D-vitamin, intaget, risk-nytta-analys, DALY
Publikationsseriens namn och nummer	Eviras undersökningar 1/2015
Antal sidor	52
Språk	Finska
Konfidentialitet	Offentlig handling
Förläggare	Livsmedelssäkerhetsverket Evira
Layout	Livsmedelssäkerhetsverket Evira, Enheten för ämbetsverkstjänster
ISSN/ISBN	1797-2981/978-952-225-141-1

Description

Publisher	Finnish Food Safety Authority Evira
Title	Baltic herring as nutrition – Risk-benefit analysis
Authors	Jouni T. Tuomisto, Marjo Niittynen, Anu Turunen, Sari Ung-Lanki, Hannu Kiviranta, Hannu Harjunpää, Pekka J. Vuorinen, Mervi Rokka, Tiina Ritvanen and Anja Hallikainen
Abstract	<p>The objective of this study was to determine whether the benefits of eating Baltic Sea herring exceed the risks in Finland, and what the situation is in different age groups. Previous risk-benefit analyses have shown that eating fish is in general healthier than not eating fish. This is particularly due to the healthy omega 3 fatty acids of fish. However, the benefits are largely enjoyed by adults with an elevated risk of heart disease, while children suffer the majority of the risks in the form of dental problems and other developmental disorders. In the risk-benefit analysis carried out to the order of Evira in collaboration with THL during 2014, different age groups were specifically considered separately in the light of current fish consumption. The results are based on the survey of the consumption of Baltic herring conducted by Taloustutkimus in 2013, which was used as the basis for the actual analysis of health effects. The results were expressed as Disability Adjusted Life Years (DALY).</p> <p>Omega-3 fatty acids eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA) as well as vitamin D were analysed in the report as beneficial nutrients. As far as environmental toxins harmful to health are concerned, Baltic herring were analysed for compounds classified as dioxins, which include polychlorinated dibenzo-<i>p</i>-dioxins and polychlorinated dibenzofurans, as well dioxin-like biphenyls (PCB). According to the results, in Finland eating herring causes ca. 11 (95% confidence interval, CI 0-54) Disability Adjusted Life Years (DALYs) resulting from developmental disorders (dental damage); these affect children via the mother during pregnancy and breastfeeding. In addition, eating herring causes a ca. 12 (95%, CI 1,7-56) DALY cancer risk due to dioxins in the entire population. The health benefits of eating herring clearly exceed risks to health for women and particularly men after the age of 50 years. The greatest health benefits result from the reduction in heart disease and heart-related fatality, ca. -688 (95%, CI -2126 - -41) DALY/year. The results show that the consumption of Baltic herring has decreased in Finland to a low level and that the current common dietary advices on fish consumption are adequate to protect the population against the adverse health effects of dioxins and dioxin-like compounds. However, in risk benefit analysis in future it is important to estimate the total health effects of different environmental pollutants and of other fatty fish, and the sufficiency of dietary advices on fish consumption.</p>
Publication date	February 2015
Keywords	Baltic herring, dioxins, dioxinlike PCBs, fattyacids, vitamin D, intake, risk-benefit analysis, DALY
Name and number of publication	Evira Research Reports 1/2015
Pages	52
Language	Finnish
Confidentiality	Public
Publisher	Finnish Food Safety Authority Evira
Layout	Finnish Food Safety Authority Evira, In-house Services
ISSN/ISBN	1797-2981/978-952-225-141-1

Lyhenteet ja selitykset

LV Luottamusväli

DALY (Disability Adjusted Life Year) mittaa terveyden puuttumista joko kuoleman tai vamman/haitan seurauksena odotusarvoista terveyttä vastaan

YLL menetetyt elinvuodet ennenaikaisen kuoleman vuoksi

YLD menetetyt elinvuodet vamman tai haitan vuoksi

EFSA European Food Safety Agency, Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto

QALY (Quality Adjusted Life Year) mittaa terveenä elettyjä elinvuosia

RDA (Recommended Daily Allowances) suositeltu päiväsaanti

NOAEL annostaso, jossa haittavaikutusta ei havaita

LOAEL alhaisin havaittu taso, jolla on haittavaikutuksia

TDI (Tolerable Daily Intake) siedettävä päivittäinen saanti

Persentiili väestöjakauman prosenttipisteet

TEQ toksisuudeltaan vastaava määrä dioksiineja verrattuna myrkyllisimpään dioksiinijohdokseen (TCDD)

ERF (Exposure-Response Function) annos-vastesuhde

Todennäköisyystiheys mittaa tietyn arvon suhteellista todennäköisyyttä. Varsinaiset todennäköisyydet lasketaan jatkuvien muuttujien osalta aina jollekin arvojen välille (jota kuvaajassa vastaa pinta-ala), koska yksittäisen arvon todennäköisyys jatkuvassa muuttujassa on nolla.

Yusho- ja Yucheng-myrkytykset Japanissa (1968) ja Taiwanilla (1979) tapahtuneita ruokamyrkytyksiä, jossa riisiöljyyn pääsi PCB- ja PCDD/F-yhdisteitä.

US EPA USA:n ympäristövirasto

g/d g/vrk

1 mg (milligramma) 0,001 g (10^{-3} g)

1 µg (mikrogramma) 0,000 001 g (10^{-6} g)

1 ng (nanogramma) 0,000 000 001 (10^{-9} g)

1 pg (pikogramma) 0,000 000 000 001 (10^{-12} g)

Sisällys

1 Johdanto	8
1.1 Hyöty-haitta-analyysi	9
1.1.1 EFSA:n esimerkki hyöty-haitta-analyysistä	10
1.1.2 Kalan syönnin hyöty-haitta-analyysit Pohjoismaissa ja muualla	11
1.1.3 Tutkimustietoa ja jatkuvaa monitorointia Suomesta ja Ruotsista	13
1.2 Kalansyöntitutkimuksia Suomesta	15
1.2.1 Kalastajatutkimus	15
1.2.2 Terveys 2000	15
1.2.3 Sarkoomatutkimus	15
2 Menetelmät	16
2.1 Altistumisen arviointi	16
2.1.1 Silakansyönnin kyselytutkimus suomalaisille	16
2.1.2 Lasten silakansyönti päiväkodeissa ja kouluruokailussa	17
2.1.3 Silakansyönnin arviointi	18
2.1.4 Vierasainetutkimukset	19
2.1.5 Näytteenotto Selkämeren kaloista D-vitamiini- ja rasvahappomääritystä varten	19
2.1.6 Altistuminen ravinto- ja vierasaineille	20
2.2 Terveysvaikutusten arviointi	21
2.2.1 Annosvasteiden arviointi	21
2.2.2 Annosvastefunktiot	23
2.2.3 Terveysvaikutusten yhteismitallistaminen	24
2.2.4 Mallinnus Opasnet-verkkotuottilassa	25
3 Tulokset	26
3.1 Altisteiden pitoisuudet silakassa	26
3.2 Vastaaajien ikä, sukupuoli ja koulutus	27
3.3 Eri kalalajien käyttö	29
3.4 Silakan syönti	29
3.4.1 Aikuisten silakansyöntitottumukset	31
3.4.2 Lasten silakansyöntitottumukset	31
3.5 Silakansyöntiä selittävät tekijät	32
3.6 Terveysvaikutukset	35
3.7 Kalan syöntisuositukset	40
4 Pohdinta	43
4.1 Menetelmällisiä kommentteja	45
5 Viitteet	46
6 Liitteet	52
1 Kyselytutkimus silakan käytöstä suomalaisessa väestössä: esitetyt kysymykset	
2 Silakan käyttö. Taloustutkimus Oy/Anne Kosonen ja Riitta Ristiluoma	
3 Silakan käyttö, koulut ja päiväkodit. Taloustutkimus Oy/Anne Kosonen	

1 Johdanto

Kala on ravitsemuksellisesti arvokas ruoka-aine ja sitä suositellaan syötäväksi 2 kertaa viikossa kalalajeja vaihdellen (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Toisaalta kaloihin kertyy haitallisia ympäristömyrkyjä, joille ihminen altistuu käyttäessään kalaa ravintona. Tästä syystä Evira on antanut poikkeuksen yleisiin kalansyöntisuosituksiin. Poikkeuksen piiriin kuuluvat iso, yli 17 cm kokoinen silakka (*Clupea harengus membras*), taimen (*Salmo trutta*) ja Itämeren lohi (*S. salar*). Silakka on Itämerestä pyydettävä, rasvainen kalalaji, joka kuuluu perinteisesti suomalaiseen ruokavalioon. Silakka on myös taloudellisesti tärkein pyyntikala Suomessa.

Silakan hyöty-riskiarvio -tutkimuksessa selvitettiin suomalaisten silakansyöntiä ja silakan sisältämien ravintoaineiden hyötyjä haitallisten ympäristömyrkyjen haittoja vastaan. Erityisen kiinnostuksen kohteena olivat lasten riskit. Vastaavaa, nimenomaan silakkaa ja suomalaista väestöä koskevaa tutkimusta ei ole ennen tehty. Sen sijaan esimerkiksi Ruotsin Livsmedelsverket on arvioinut vuonna 2011 ilmestyneessä raportissaan silakan syönnin hyötyjä ja riskejä terveydelle ruotsalaisessa väestössä (Glynn ym. 2011). Lisäksi Norjassa on arvioitu kaikenlaisen kalan ja merenelävien merkitystä, hyötyjä ja riskejä, norjalaisten ruokavaliossa (Norwegian Scientific Committee for Food Safety, 2006 ja VKM 2014).

Hyödyllisistä ravintoaineista raportissa tarkastellaan omega-3-rasvahappoja eikosa-pentaeenihappoa (EPA) ja dokosaheksaeenihappoa (DHA) sekä D-vitamiinia. Omega-3-rasvahapot ovat pitkäketjuisia monityydyttymättömiä rasvahappoja, joihin EPA:n ja DHA:n lisäksi kuuluu kasvikunnan tuotteista saatava alfa-linoleenihappo (ALA). Omega-3-rasvahapot ovat välttämättömiä rasvahappoja, joita on saatava riittävästi ravinnosta. Kala ja kalaöljyt ovat tärkein EPA:n ja DHA:n lähde; rasvaisena kalana silakka kuuluu paljon EPA:a ja DHA:a sisältäviin kalalajeihin. Omega-3-rasvahapoilla on osoitettu olevan monia positiivisia terveysvaikutuksia. Ne mm. vähentävät sepelvaltimotaudin ja siitä aiheutuvan kuoleman riskiä (Kris-Etherton ym. 2003; König ym. 2005; Oh 2005), sekä mahdollisesti Alzheimerin taudin ja dementian riskiä (Lim ym. 2006; Morris ym. 2003). Omega-3-rasvahappojen, erityisesti DHA:n, on myös havaittu olevan tärkeä keskushermoston kehitykselle sekä sikiöaikana että lapsuudessa (Fleith and Clandinin 2005; Gradowska 2013; Swanson ym. 2012). Aikuisten ja yli 2-vuotiaiden lasten kokonaisenergiansaannista 1 % pitäisi olla peräisin omega-3-rasvahapoista (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). DHA:ta tulisi saada 200 mg vuorokaudessa, EPA:lle vastaavaa arvoa ei suomalaisissa ravitsemussuosituksissa ole annettu.

D-vitamiinia tarvitaan kalsiumin imeytymiseen, normaaliin luun aineenvaihduntaan ja normaaliin solujen erilaistumiseen (Kato, 2000). D-vitamiinin puute johtaa lapsilla riisitautiin ja aikuisilla luun pehmenemistautiin (osteomalasiaan). Suuret D-vitamiinannokset ovat myrkyllisiä ja voivat johtaa kohonneeseen kalsiumpitoisuuteen veressä sekä kalsiumin kertymiseen munuaisiin ja edelleen munuaisvaurioon. Ruuasta saatavan D-vitamiinin saantisuositus ikäryhmässä 6 kk - 74 v on 10 µg/vrk, 75-vuotiaille ja sitä vanhemmille saantisuositus on 20 µg/vrk.

Tämän lisäksi Suomessa suositellaan ympärivuotista D-vitamiinilisää 10 µg/vrk 2 viikon ikäisestä – 2-vuotiaaksi, 7,5 µg/vrk 2–18-vuotiaille, sekä 20 µg/vrk yli 60-vuotiaille (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014). Raskaana oleville ja imettäville naisille suositellaan D-vitamiinilisää 10 µg/vrk ympäri vuoden (Valtion ravitsemusneuvottelukunta 2014).

Silakassa esiintyvistä terveydelle haitallisista ympäristömyrkyistä tarkastellaan dioksiineihin luettavia yhdisteitä, joihin kuuluvat polyklooratut dibentso-*p*-dioksiinit ja polyklooratut dibentsofuraanit sekä dioksiininkaltaiset polyklooratut bifenyylit (PCB:t). Dioksiinit ovat kaikkialle levinneitä, rasvaliukoisia, hyvin pysyviä ja ravintoketjussa kertyviä ympäristömyrkyjä, joille ihmiset altistuvat pääasiassa eläinperäisen ruuan kautta. Suomessa väestön dioksiinialtistuksesta suurin osa on peräisin kalasta, erityisesti Itämeren rasvaisista kalalajeista kuten silakasta (Kiviranta ym. 2004; Tuomisto ym. 2011). Altistuksen suuruudesta riippuen dioksiineilla on havaittu monenlaisia haitallisia terveysvaikutuksia. Yleistä huolta on herättänyt niiden karsinogeeninen potentiaali; nykytiedon mukaan tavallisen ravinnon dioksiinipitoisuuksien aiheuttama syöpäriski on kuitenkin pieni (Tuomisto ja Tuomisto, 2012). Sen sijaan jo nykyisellä dioksiinialtistumisella kehityshäiriöiden riski on mahdollinen (Alaluusua ym. 1996, 1999), minkä vuoksi kalan syöntisuositukseen sisältyy silakkaa koskeva poikkeus: lapset, nuoret ja hedelmällisessä iässä olevat voivat syödä isoa silakkaa vain 1-2 kertaa kuukaudessa 100 gramman annoksina (Evira). Dioksiinien ja dioksiininkaltaisten PCB-yhdisteiden keskimääräinen päivittäinen saanti toksisuusekvivalentteina lasketuna on noin 1,9 pg/kg/vrk ruumiinpainoa kohti (Hallikainen ym. 2006), mikä suunnilleen vastaa EU:n suositusta 2 pg/kg/vrk (EFSA 2000/2001) sekä on myös lähellä Maailman terveysjärjestön (WHO) suositusta siedettävälle päiväsaannille (1-4 pg/kg/vrk; WHO 2000).

1.1 Hyöty-haitta-analyysi

EFSA on antanut vuonna 2010 ohjeet ihmisten terveyttä koskevan hyöty-haitta-analyysin tekemiselle (EFSA 2010). Hyöty-haitta-analyysi ei ole mikään rutiinitoiminta, vaan se on tarpeen silloin, kun on epäiltävissä terveyshaitta ja kun hyödyn ja haitan välillä on vain pieni ero. Hyötyjä ja haittoja sisältävä ongelma tulee hyvin tunnistaa ja sille on löydettävä kvalitatiivinen tai kvantitatiivinen mittaussuositus ottamalla huomioon olemassa oleva tieto. Oletukset ja epävarmuudet tulee selkeästi tunnistaa ja kirjata.

Tässä raportissa puhutaan silakan ympäristömyrkyistä haittana ja vastaavasti ravintoaineista hyötynä ihmisen terveydelle. Perinteinen lähestyminen hyöty-haitta-analyysissä on verrata suositeltuja päivittäisiä ravintoaineiden saanteja RDA:han (Recommended Daily Allowances), haitta-aineen NOAEL:iin (pitoisuus, jossa haittavaikutusta ei havaita) tai esim. haitta-aineen TDI:hin eli siedettävään päivittäiseen saantiin, siis kun punnitaan hyödyllisiä ja haitallisia terveysvaikutuksia kalan syönnistä ihmiselle. Hyöty-haittaa tulee punnita eri ihmisryhmistä ja ottaa myös huomioon erilaiset elämäntilanteet. Mitattaviksi suureiksi on ehdotettu sairastavuutta ja kuolemantapauksia painotettuna joko haittapainokertoimilla (DALY) tai laatupainokertoimilla (QALY). Tässä työssä käytetään mittarina DALYa. DALY- ja QALY –mittareista löytyy tarkempaa kuvausta kappaleesta 2.2.3.

Dioksiinien ja muiden ympäristömyrkyjen kvantitatiivinen haittavaikutusten määrittäminen on vaikeaa. Dioksiinit aiheuttavat suurina annoksina monenlaisia haittavaikutuksia, mm. rotilla maksasyöpää. Ihmisillä on havaittu kokonaissyöpämäärän kasvua työperäisen altistumisen yhteydessä (McGregor ym. 1998). Sen sijaan nykyisellä ravinnosta saatavalla altistuksella syöpävaara on arvioitu vähäiseksi. Hyvin suurella altistuksella dioksiinien tyypillinen välitön haittavaikutus ihmisellä on vaikea ihosairaus, ns. klooriakne, mutta tähän tarvittava altistus on käytännössä mahdollinen vain onnettomuustapauksissa. Herkimpiä dioksiinien haittavaikutuksia ovat kehityshäiriöt ja hormonaaliset häiriöt. Kehityshäiriöiden taustalla on dioksiinien kyky häiritä tarkkaan ohjelmoituja solutason tapahtumia elinten herkän kehitysvaiheen aikana. Kehityshäiriöt eivät välttämättä tule edes näkyviin sen sukupolven aikana, jossa altistuminen tapahtuu, vaan ne voivat ilmetä vasta seuraavassa sukupolvessa.

Hyöty-haitta-analyysissä halutaan tuoda esiin myös riskinhallitsijoiden rooli ja jatkuva yhteistyö riskinarvioitsijoiden kanssa. On tärkeää, että tieto hyöty-haitta-analyysistä voidaan käytännössä soveltaa esimerkiksi syöntisuosituksissa ja varmistaa, että kalan syönnistä on riittävä hyöty ja vain vähän haittaa.

1.1.1 EFSA:n esimerkki hyöty-haitta-analyysistä

EFSA:n raportissa (EFSA 2010) esitetään esimerkkinä hyöty-haitta-arvio kalasta. Sel-laiseksi otetaan metyylielohopeaa sisältävän kalan syönti. Metyylielohopean tiedetään olevan erittäin haitallinen yhdiste, jota kertyy eniten petokaloihin. Raportissa todetaan, että kala sisältää tärkeitä ravintoaineita, kuten omega-3-rasvahappoja, vitamiineja ja proteiineja, mutta niiden pitoisuudet eri kalalajeissa ja eri olosuhteissa vaihtelevat huomattavasti. Tästä syystä pitäisi tuntea ravintoaineiden saanti paremmin sekä kalasta että mahdollisista muista lähteistä koko ruokavaliossa. Arvioinnin yksinkertaistamiseksi EFSA valitsi vain yhden vertailukohteen, omega-3-rasvahapot, joiden tärkein saantilähde on kala.

Näille valituille yhdisteille, ravintoaineille ja haitta-aineille, on EFSA:n ohjeen mukaisesti löydettävä sopivat kriittiset hyödylliset ja haitalliset vaikutukset, jotka on mahdollista kvantitatiivisesti määrittää. Metyylielohopealle ne ovat hermoston kehitykseen liittyvät haittavaikutukset ja kalan rasvahapoille sydäninfarktilta suojaava vaikutus. Lisäksi hyötyvaikutukset raskaana olevalle ovat lapsen suurempi syntymäpaino tai parempi hermoston kehitys. Vaikka EFSA:n raportissa ei mainittukaan, ras-

vahapoista on arvioitu olevan hyötyä vasta raskauden loppupuolella, kun elohopean haittavaikutukset syntyvät jo raskauden alkuaikoina (Innis ja Elias 2003).

Esimerkkitutkimukseen valittiin vain sellaisia kaloja (hai, miekkakala ja tonnikala), joista metyylielohopean saanti voi nousta suureksi. EFSA:n suositukseen mukaan voidaan ottaa mukaan myös kaikki muu kalatutkimustieto elohopeasta, mutta se lisää epävarmuustekijöitä tuloksen tulkintaan. Arvioituja elohopean saantilaskelmia petokaloista verrataan metyylielohopean siedettävään viikoittaiseen saantiin, joka on 1,6 µg/kg/vko ja hyötyvaikutus katsotaan ainakin kerran viikossa syötyyn kala-ateriaan.

EFSA:n tarkastelussa käytetään eri skenaarioita, joissa tarkastellaan väestön altistusjakauman prosenttipisteitä eli persentiilejä 5 ja 95 elohopea-altistuksessa ja vastavasti kalan kulutuksessa. Silloin voidaan tarkastelussa maksimoida riski ja minimoida hyöty tai minimoida riski ja maksimoida hyöty. Esimerkiksi jos kaikkein pienimmällä 5. persentiilin metyylielohopea-altistuksella jo ylitetään siedettävä viikoittainen saanti ja kun 95. persentiilin kalan kulutus jää alle yhden kerran viikossa, voidaan sanoa, että riski on selvästi suurempi kuin hyöty. EFSA:n menetelmässä siis tarkastellaan näiden prosenttipisteiden ja ohjearvojen suhteita sen selvittämiseksi, ovatko riskit tai hyödyt hallitsevia, vai onko tilanne niin tasaväkinen, että tarvitaan tarkempaa määrällistä arviointia.

Jos on olemassa riittävästi havaintoja, on mahdollista laskea metyylielohopean pituusjakauma ja kalan kulutus eri ikäryhmillä tai eri ihmisryhmillä ja todennäköinen hyödyn ja haitan painottuminen eri altistuksilla. Hyödyllisten ja haitallisten vaikutusten annos-vastekäyriltä voidaan arvioida hyödyn tai haitan ilmeneminen, kun altistus tunnetaan.

EFSA:n asiantuntijaryhmä katsoi, että hyöty-haitta-analyysiä tulee edelleen kehittää erityisesti hyödyn tunnistamisen suhteen, samoin tulee kehittää erilaisten mittareiden, kuten haittapainotettujen elinvuosien, DALYn, sekä laatu-painotettujen elinvuosien, QALYn, käyttöä.

1.1.2 Kalan syönnin hyöty-haitta-analyysit Pohjoismaissa ja muualla

Kalan hyöty-haitta-analyysijä on tehty monissa maissa, mutta eri tavoilla. Asiaan on pyritty löytämään parannusta eli yhteistä menetelmää. Vuonna 2007 järjestettiin asiasta pohjoismainen seminaari, johon oli kutsuttu osajia myös muista Euroopan maista, kuten Hollannista ja Belgiasta sekä Baltian maista. Myöhemmin EFSA järjesti vastaavan kokouksen Parmassa ja julkaisi yhteisen kannanoton asiasta EFSA Journal -lehdessä vuonna 2010.

Ruotsissa julkaistiin kalan hyöty-haitta-analyysi vuonna 2007. Heidän menetelmänsä olivat hyvin yhtenäiset EFSA:n myöhemmin antamiin suosituksiin. Projektiryhmä totesi, ettei heillä ollut riittävästi kvantitatiivista tietoa hyödyistä ja haitoista ja siksi he joutuivat loppujen lopuksi turvautumaan siedettäviin päivittäisiin tai viikoittaisiin haitta-ainesaanteihin ja rasvahappojen ja D-vitamiinin osalta päivittäisiin saantisuositukseen (Livsmedelverket 2007).

Kalansyönnin hyötyjä ja haittoja on arvioitu myös tutkimuksissa Mozaffarian ja Rimm (2006) sekä Cohen ym. (2005a). Näistä jälkimmäinen on synteesi Harvard Center for Risk Analysis -keskuksen toteuttamasta asiantuntijapaneelista ja tuloksena syntyneistä neljästä julkaisusta (Bouzan ym. 2005; Cohen ym. 2005b; Cohen ym. 2005c; König ym. 2005), joissa on kvantitoitu hyötyjä ja haittoja, jotka mahdollisesti seuraavat muutoksista väestön kalan kulutuksessa ja/tai siihen ohjeistamisesta. Haittojen puolesta on keskitytty metyylielohopeaan ja sen haittoihin kognitiiviselle kehitykselle. Hyötyjen osalta on tarkasteltu DHA:n vaikutusta kognitiiviseen kehitykseen sekä kalan kulutuksen yhteyttä aivoinfarktin ja sydänkuolemien riskiin. Tulokset on ilmaistu QALYinä.

Mozaffarian ja Rimmin (2006) tutkimuksessa arvioitiin neljää osa-aluetta kalan terveysvaikutuksiin liittyen. Nämä olivat 1) kalan ja kalaöljyn saanti suhteessa sydän- ja verisuonitautitapahtumiin ja -kuolleisuuteen, 2) metyylielohopean ja kalaöljyn vaikutus varhaiseen hermoston kehitykseen (neurodevelopment), 3) metyylielohopean aiheuttamat riskit sydän- ja verisuonisairauksien sekä neurologisten sairauksien suhteen aikuisilla, sekä 4) kalan sisältämien dioksiinien ja PCB-yhdisteiden aiheuttamat terveysriskit.

Viime vuosina on lisäksi toteutettu mm. EU:n puitteissa kolme yleisesti ruoan hyöty-haitta-arvioiden parhaita käytäntöjä tutkivaa ja kehittävää projektia. Tutkimusprojekteissa BEPRARIBEAN (Best Practices for Risk-Benefit Analysis of Foods) ja BRAFO (Risk-Benefit Analysis of Foods) tutkittiin kuinka tehdä parempia hyöty-haitta-arvioita (ks. myös Leino 2014, jossa yhteenvetoa näistä). BEPRARIBEAN tuotti johdantoartikkelin ja kuusi katsausjulkaisua, joissa hyöty-haitta-arviota tarkasteltiin eri näkökulmista: ympäristöterveys, kuluttajien näkökulma, ruoka ja ravitsemus, markkinointi ja rahoitus, ruuan mikrobiologia sekä lääkkeet (Luteijn ym. 2012, Kalogeras ym. 2012, Magnússon ym. 2012, Pohjola ym. 2012, Tijhuis ym. 2012a, Ueland ym. 2012, Verhagen ym. 2012b). Lisäksi kirjoitettiin yhteenvetoartikkeli, jossa em. kuuden artikkelin oppien perusteella pyritään menemään vielä pidemmälle hyöty-haitta-analyysissä (Tijhuis ym. 2012b). Yhteenvetoartikkelissa mm. käsitellään samankaltaisuuksia ja eroja ruuan ja ravitsemuksen sekä muiden tutkittujen alojen välillä sekä tähän liittyviä mahdollisuuksia kehittää ruuan ja ravitsemuksen hyöty-haitta-analyysiä edelleen pidemmälle. BEPRARIBEAN toteutettiin vuosina 2009-2011 ja siihen osallistuivat tutkimusinstituutit Food Group Denmark (Tanska), Maastricht University (Hollanti), RIVM (Hollanti), University of Ulster (Iso-Britannia), Nofima (Norja), Matis (Islanti) ja THL (Suomi).

BRAFO-projektin ensisijainen tavoite oli luoda menetelmä ruuan ja sen sisältämien komponenttien terveyshyötyjen ja -haittojen kvantitatiiviseksi vertailemiseksi. Tavoitteena oli pystyä ilmaisemaan nämä yhteismitallisesti siten, että tiedon laatu ja vaikutuksen vakavuus huomioidaan. BRAFO päättyi suosittamaan vaiheittaista lähestymistapaa. (Boobis ym. 2012; Hoekstra ym. 2012; Schütte ym. 2012; Verhagen ym. 2012a; Watzl ym. 2012).

EU:n 6. puiteohjelmaan kuuluneessa QALIBRA (http://www.qalibra.eu/showFile.cfm?filename=final_summary_report.pdf) Quality of Life – Integrated Benefit and Risk Analysis. Web-based tool for assessing food safety and health benefit -hankkeessa tuotettiin nettipohjainen työkalu ruuan turvallisuuden ja hyötyjen arvioimiseen. QALIBRA-niminen työkalu käyttää mm. DALYja hyötyjen ja riskien vertailussa. QALIBRA, BRAFO ja BEPRABIREAN -projekteilla oli myös vuorovaikutusta keskenään.

Tuorein kalan hyöty-riskiarvio on joulukuussa 2014 Norjassa valmistunut arviointi. Sen kulutustutkimuksen mukaan aikuiset norjalaiset syövät peräti 52 grammaa kalaa päivässä, valtaosin turskaa ja kasvatettua lohta. Sillin osuus on pieni, vain 1 g/d. Arvioinnin keskeinen päätelmä oli, että kalassa olevien ympäristömyrkköjen haitat ovat Norjassa nykyään merkityksettömiä. Ongelmana on pikemminkin monien nuorten naisten vähäinen kalankäyttö, joka ei saavuta suosituksia ja joka estää äitiin ja lapseen kohdistuvien terveyshyötyjen ilmenemisen. Arvioinnin päätelmä oli (toisin kuin edellisessä arviossa 2006), että minimaaliset ympäristöriskit eivät anna aiheutta osaväestöihin kohdistuviin kalansyöntirajoituksiin (VKM 2014).

1.1.3 Tutkimustietoa ja jatkuvaa monitorointia Suomesta ja Ruotsista

Suomella ja Ruotsilla on molemmilla poikkeuslupa myydä tiettyjä kaloja omissa maisaissaan, kuten silakkaa ja Itämerestä pyydettyä lohta. Edellytyksenä on, että teemme riittävästi tutkimusta, informoimme kuluttajaa ja annamme tarvittaessa kalaa koskevat syöntisuositukset ja tarvittavat rajoitukset tietyille kalalajeille, jotka voivat sisältää paljon ihmisen terveydelle vaarallisia ympäristömyrkköjä.

Edellä mainitusta syystä Suomessa ja Ruotsissa on tehty useita Itämeren kalan ympäristömyrkkytutkimuksia, kuten vuosittaisia monitorointeja ja lisäksi suurempia ja kattavampia projekteja. Viimeksi mainittuja on Suomessa toteutettu vuonna 2002 ja 2009, ja ne on julkaistu Eviran tutkimuksina 1/2004 (EU-kalat I; Hallikainen ym. 2004; Venäläinen ym. 2004) ja 2/2011 (EU-kalat II; Hallikainen ym. 2011; ks. myös Airaksinen ym. 2014, jossa on vertailutietoa EU-kalat I ja II -tutkimuksista). Ensimmäinen EU-kalat -tutkimus antoi valmiudet asettaa kalan syöntisuositukset vuonna 2004 ja toinen lähes identtinen hanke EU-kalat II toi esille 7 vuoden aikana tapahtuneet haitta-ainepitoisuuksien muutokset ja käsityksen siitä, ettei syöntirajoituksia lohien rinnalle lisättyä taimenta lukuun ottamatta tarvinnut muuttaa. Kalan yleiset syöntisuositukset ja Eviran antamat poikkeukset löytyvät Eviran internet-sivuilta www.evira.fi ja ne on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kalan syöntisuositukset Suomessa¹

Valtion ravitsemusneuvottelukunta

- Kalaa on hyvä syödä ainakin kaksi kertaa viikossa.
- Eri kalalajeja on suositeltavaa käyttää vaihdellen.

Eviran poikkeukset syöntisuositukseen

- Lapset, nuoret ja hedelmällisessä iässä olevat voivat syödä vain 1-2 kertaa kuukaudessa isoa, perkaamattomana yli 17 cm:n silakkaa tai vaihtoehtoisesti Itämerestä pyydettyä lohta tai taimenta.
- Lapset, nuoret ja hedelmällisessä iässä olevat voivat syödä järvestä tai merestä pyydettyä haukea vain 1-2 kertaa kuussa.
- Raskaana olevien ja imettävien äitien ei pitäisi syödä haukea ollenkaan, koska se kerää elohopeaa.
- Sisävesialueiden kalaa päivittäin syöviä suositellaan vähentämään muidenkin elohopeaa keräävien petokalojen käyttöä. Näitä kaloja ovat hauen lisäksi isokokoiset ahvenet, kuhat ja mateet.

¹ Syöntisuositukset perustuvat 100 gramman annoskokoan ja kalan keskimääräiseen kulutukseen pitkällä aikavälillä.

Suomi sai vuonna 2011 pysyvän poikkeuksen myydä oman maansa sisällä sellaista silakkaa, lohta ja nahkiaista, jotka ylittävät EU:n asettamat enimmäispitoisuusrajat. Tätä asiaa perusteltiin maa- ja metsätalousministeriöstä sekä taloudellisilla näkökulmilla että kalan hyödyllisillä terveysvaikutuksilla. Sanottiin, että kalaa on parempi syödä kuin jättää syömättä, koska se sisältää hyödyllisiä ravintoaineita D-vitamiinia, omega-3-rasvahappoja ja hivenaineita.

EU edellyttää myös, että Suomessa tehdään tutkimusta, onko kuluttajainformaatio kalan syöntirajoituksista mennyt perille. Sellainen tehtiin vuonna 2006, jolloin todettiin, että vain 30 % vanhemmasta väestöstä tuntee kalan syöntisuositukset poikkeuksineen.

Kun poikkeukset yleisiin kalansyöntisuosituksiin annettiin 2004, Suomessa tunnettiin miten paljon suomalainen syö keskimäärin kalaa, mutta ei tiedetty tarkkaan, ketkä Suomessa syövät silakkaa (Kiviranta ym 2001). Tiedettiin, että noin 2/3 vuotuisesta silakkasaaliista menee minkin rehuksi ja vain alle 1/3 saaliista syödään. Osa silakkasaaliista menee Tanskaan puhdistettavaksi rehun tuotantoon ja osa pienistä silakoista menee vientiin Baltian maihin ja Venäjälle. Silakka on Suomessa kaikkein merkittävin kala taloudellisesti ja sitä pyydetään paljon verrattuna muihin kotimaisiin kaloihin, noin 100 miljoonaa kiloa vuodessa.

Tuolloin lainsäädäntötyön ollessa kiihkeimmillään heräsi ajatus, että elintarvikeviranomaisten tulisi paremmin tuntea silakan syönti eri ikäryhmissä, erityisesti lasten silakansyönti, jotta voitaisiin tarkemmin arvioida yksittäisten kuluttajaryhmien altistuminen dioksiineille ja PCB-yhdisteille sekä silakan sisältämille muille ympäristömyrkyille. Itämeren lohi ei vastaavalla tavalla antanut aihetta tutkimuksiin, koska sen kulutus on marginaalista silakkaan verrattuna. Tähän Evira saikin rahoitusta maa- ja metsätalousministeriöltä vuonna 2013. Kyselyn toteutti Taloustutkimus Oy yhteistyössä Eviran ja THL:n tutkijoiden kanssa.

Hyöty-haitta-analyysi silakasta on erityisen kiinnostava, koska aikaisempien arvioidemme mukaan suurin osa väestön dioksiini- ja PCB-altistuksesta tulee kalasta (86 %) ja siitä ainakin puolet silakasta. Suomen tärkeimmän pyyntialueen Selkämeren silakan dioksiini- ja PCB-pitoisuudet ovat varsin hyvin tiedossa. Tähän tietoon yhdistettiin tässä tutkimuksessa myös hyödyt eli Eviran kemian ja toksikologian laboratoriossa analysoidut ravintoaineet, D-vitamiini ja omega-3-rasvahapot sekä keväällä että syksyllä pyydettyistä silakoista.

Silakan ympäristömyrkkypitoisuudet ja vastaavista silakoista määritetyt ravintoainepitoisuudet yhdistettiin hyöty-haitta-analyysissa eri kuluttajaryhmien silakansyöntimääriin. Taloustutkimus Oy:n kyselytutkimukseen silakan kulutuksesta osallistui 2 042 aikuista ja 851 lasta kattavasti koko Suomesta. Tämä kysely toimi myös eräänlaisena pilottitutkimuksena vastaavanlaisten kyselyjen varalta. Riskinarvioinnissa tiettyjen elintarvikkeiden tarkemmalle kulutustiedolle esimerkiksi eri ikäryhmissä on suuri tarve.

1.2 Kalansyöntitutkimuksia Suomesta

Suomalaisten kalansyöntiä on selvitetty mm. tutkimuksissa Terveys 2000 (Aromaa ja Koskinen 2002), Kalastajatutkimus (Turunen ym. 2008; Opasnet), ja sarkoomatutkimus (Tuomisto ym. 2004; Opasnet).

1.2.1 Kalastajatutkimus

Kalastajatutkimuksen tutkittavat ovat ammattikalastajarekisteristä poimittuja suomalaisia kalastajia sekä Väestörekisteristä tunnistettuja ammattikalastajien vaimoja ja muita perheenjäseniä (Turunen ym. 2008). Ruokavaliokysymyksiä sisältävästä terveystutkimuksesta (n = 1 427) saadut silakan syöntitiedot löytyvät Opasnetistä (kts. 2.2.4). Silakkaa ei syönyt lainkaan 17 % miehistä (n = 599) ja 18 % naisista (n = 785). Suurin osa vastaajista söi silakkaa joko harvemmin kuin kerran kuussa tai 1–2 kertaa kuussa. 1 % miesvastaajista söi silakkaa lähes joka päivä. Vanhempiin ikäluokkiin kuuluvat söivät silakkaa useammin kuin nuoremmat. Suurin osa henkilöistä, jotka eivät syöneet silakkaa lainkaan kuului nuorimpaan ikäluokkaan eli alle 45-vuotiaisiin.

1.2.2 Terveys 2000

Terveys 2000 on vuosina 2000–2001 toteutettu kansallinen terveystutkimus, jossa selvitettiin 30 vuotta täyttäneen väestön terveyttä ja toimintakykyä mm. kyselyiden, haastatteluiden ja terveystarkastuksen avulla (Aromaa ja Koskinen, 2002). Edeltävän 12 kk:n ruokavaliota kartoitettiin ruokavaliokyselyllä (FFQ, n = 5 998). Silakan keskimääräinen kulutus oli 8,5 ± 11 g/vrk. Suurinta kulutus oli vanhimmissa ikäluokissa sekä TYKSin sairaanhoitopiirin alueella. Miesten ja naisten välillä ei ollut suurta eroa.

1.2.3 Sarkoomatutkimus

Ns. sarkoomatutkimus (Tuomisto ym. 2004) on suomalainen tapaus-verrokkitutkimus rasvakudoksen dioksiinipitoisuuksien ja pehmytkudossarkooman yhteydestä. Tutkimuksessa oli 110 tapausta ja 227 kaltaistettua kontrollia. Kyselylomakkeen avulla kartoitettiin mm. tutkittavien elintapoihin liittyviä tekijöitä, kuten kalankäyttöä. Vastausten perusteella on laskettu silakan kulutus eteläsuomalaisessa väestössä vuosina 1997–1998. Miehillä silakan kulutus oli 1,7–3,4 g/d, naisilla 1,4–3,5 g/d. Kulutus oli pienintä nuorimmissa ikäluokissa. Miehillä silakan kulutus vanhimmassa ikäluokassa, jossa keski-ikä oli 77 v., oli pienempää kuin keski-ikänsä 62-vuotiaiden ikäluokassa, naisilla tätä eroa ei havaittu.

Yhteenvedon kolmesta tutkimuksesta Terveys 2000 -tutkimuksen mukaan suomalaiset syövät silakkaa selvästi enemmän verrattuna sarkoomatutkimuksesta tai nyt suoritettuun kyselyyn saatuun tietoon. Lopullista käsitystä eri arvioiden oikeellisuudesta on vaikea saada, mutta tilastoidut silakanpyyntimäärät puhuvat pienemmän arvion puolesta. Eron selityksenä ei ainakaan ole silakan syönnin väheneminen, koska sarkoomatutkimus suoritettiin jo 1997–1999 eli ennen Terveys 2000 -tutkimusta.

2 Menetelmät

Kyselytutkimuksella saatua tietoa analysoitiin terveysvaikutusmallilla, jonka keskeinen toiminta ja osat kuvataan tässä lyhyesti. Yleiskuvauksena voi sanoa, että koko hyöty-riskimalli on toteutettu Opasnetin laskentatyökaluilla ja kuvattu sivulla <http://fi.opasnet.org/fi/Silakka> (kts. kohta 2.2.4). Sieltä löytyvät myös tässä raportissa kuvatut tulokset ja päätelmät. Kaikki lähtöaineisto on tallennettu avoimena datana Opasnet-tietokantaan, josta se on vapaasti ladattavissa koneluettavassa muodossa (http://fi.opasnet.org/fi/Silakan_hyöty-riskiarvio).

2.1 Altistumisen arviointi

2.1.1 Silakansyönnin kyselytutkimus suomalaisille

Tutkimuskysymykset ovat Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ja Elintarviketurvallisuusviraston (Evira) laatimat (liite 1). Kyselytutkimuksen käytännön suorituksesta vastasi Taloustutkimus Oy.

Kyselytutkimuksen kohderyhmänä olivat 15–79-vuotiaat suomalaiset Ahvenanmaata lukuun ottamatta, sekä heidän alle 15-vuotiaat lapsensa. Tutkimus toteutettiin henkilökohtaisina haastatteluina osana valtakunnallista kuluttajatutkimusta. Otos muodostettiin kiintiöpoiminnalla, jossa kiintiöinä olivat kohderyhmän valtakunnallinen ikä-, sukupuoli-, lääni- ja kuntatyyppijakauma. Kysymykset esitettiin yhteensä 2 042 henkilölle. Silakan syömistä kysyttiin myös talouden alle 15-vuotiaista lapsista (851 lasta; vanhempi vastasi lapsensa/lapsiensa puolesta). Haastattelut toteutettiin pääosin vastaajien kotona.

Haastattelut tehtiin ajallisesti kahdessa eri osassa aikatrendin havaitsemiseksi. Ensimmäisessä osassa haastattelut tehtiin 6.9.–23.9.2013 ja toisessa osassa 14.11.–2.12.2013. Haastattelujen toteutukseen osallistui ensimmäisessä osassa 47 Taloustutkimuksen kouluttamaa haastattelijaa ja toisessa osassa 49 haastattelijaa. Haastatteluja tehtiin ensimmäisessä osassa 80 paikkakunnalla (kaupunkeja 47 ja muita kuntia 33) ja toisessa osassa 97 paikkakunnalla (kaupunkeja 55 ja muita kuntia 42).

Tarkasteltava ajanjakso oli edelliset 3 kuukautta haastatteluhetkestä lukien. Haastateltavilta kysyttiin useita taustatietoja sekä kalan, erityisesti silakan, syöntiin liittyviä tietoja. Näitä olivat mm.

- Silakan ja silakkaruokien syömiskerrat viimeisen 3 kuukauden aikana?
- Kuinka paljon silakkaa syödään yleensä yhdellä syöntikerralla?
- Millä tavoin viimeisen 3 kuukauden aikana syöty silakka on valmistettu?
- Mistä syödyt silakat on hankittu?

Vain aikuisilta kysyttiin lisäksi

- Kuinka usein eri kalalajeja yleensä syödään?
- Tiedetäänkö yleinen kalansyöntisuositus?
- Tiedetäänkö kalan syöntisuositukseen liittyvä silakansyöntiä koskeva poikkeus?

Lisätietoa kyselytutkimuksen suorittamisesta ja tulosten analysoinnista löytyy liitteestä 2.

2.1.2 Lasten silakansyönti päiväkodeissa ja kouluruokailussa

Lisäksi toteutettiin erillinen kyselytutkimus, jonka tarkoituksena oli selvittää silakan käyttöä ruokaloissa, joissa ruokailee alle 15-vuotiaita lapsia. Tutkimus toteutettiin puhelinhaastatteluina. Kohderyhmänä olivat henkilöt, jotka vastaavat päiväkotien ja koulujen ruokalistojen laatimisesta. Kyselyyn otettiin harkintaotoksella eri puolilta Suomea haastateltaviksi 21 henkilöä, 10 kaupungin ja 11 kunnan ravitsemuspalvelun tarjoajan edustaa.

Haastattelut tehtiin 11.–12.9.2013 keskitetysti Taloustutkimuksen valvotusta puhelinhaastattelukeskuksesta Helsingistä. Haastattelutyöhön osallistui Taloustutkimuksen kouluttama haastattelija. Haastattelu sisälsi seuraavat kysymykset

- Minkä alueen ruokapalveluista henkilö vastaa?
- Minkä ryhmien, joissa ruokailee 2–15-vuotiaita lapsia, ruokapalveluista henkilö vastaa?
- Kuinka monta 2–15-vuotiasta lasta on ruokapalvelun piirissä?
- Kuinka usein ruokalistalla on silakkaruokia, silakkaa kokonaisuina tai lisukkeena?
- Mitä silakkaruokia ruokalistoilta on?
- Mikä on arviolta keskimääräinen annos silakkaa?
- Kuinka monta kokonaista silakkaa syödään arviolta per henkilö?
- Kuinka moni syö silakkaa?
- Mikä on suosituin silakkaruoka?
- Onko silakan käyttö lisääntymässä vai vähenemässä ruokalistoilta?
- Onko kalan käyttö lisääntymässä vai vähenemässä ruokalistoilta?

Lisäksi pyydettiin toimittamaan ruokalista sähköpostilla. Yksityiskohtaista tietoa päiväkoteihin ja kouluihin kohdistuneesta silakankäyttötutkimuksesta löytyy liitteestä 3.

2.1.3 Silakansyönnin arviointi

Kyselyssä kysyttiin a) kokonaisten silakoiden syönti, b) silakkaruokien kuten silakka-laatikon syönti ja c) lisukesilakan syönti viimeisen kolmen kuukauden ajalta. Lisäksi kysyttiin, montako kokonaista silakkaa vastaaja syö kerralla. Näiden avulla arvioitiin silakan keskimääräinen syönti vastaajittain:

$$S = \frac{K * n * m_K + R * m_R + L * m_L}{d}$$

jossa K , R ja L ovat kokonaisten silakan, silakkaruoan ja lisukesilakan syöntimäärät seurantajaksolla (kertaa/3 kk); n on yksittäisten silakoiden lukumäärä ja m on silakan määrä (g) yhdessä annoksessa tai silakassa; ja d on päivien lukumäärä seurantajaksolla (tässä tapauksessa 91).

Vastaajat luokiteltiin iän, ruumiinpainon, asuinmaakunnan ja sukupuolen perusteella, joten tuloksia voi tarkastella näiden osaryhmien suhteen erikseen. Kiinnostavimmiksi luokitteluiksi osoittautuivat ikä, sukupuoli ja maakunta.

Silakansyönnin kokonaismäärä päivässä arvioitiin laskemalla yhteen kokonaisten silakoiden, silakkaruokien ja silakkalisukkeiden syöntimäärät. Ensin kukin syöntitiheys kerrottiin arvioidulla annoskoolla. Kokonaisista silakoista oli myös kysytty syötyjen silakoiden lukumäärä yhdellä aterialla. Epävarmat tiedot annettiin vaihteluväleinä, jotka mallissa tulkittiin tasajakaumiksi. Silakansyönnin kyselytulosten tulkinta on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Silakansyönnin kyselytulosten tulkinta mallissa.

Muuttuja	Vastaus	Tulkinta
Silakoiden määrä aterialla (kpl)	En syö silakkaa ollenkaan	0
	1 - 2	0.5 - 2
	3 - 5	3 - 5
	6 - 10	6 - 10
	Enemmän kuin 10	10 - 12
	En osaa sanoa	0 - 4
Yhden kokonaisten silakan paino (g)		15 - 30
Silakan määrä silakkaruoassa (g)		20 - 40
Silakan määrä silakkaruoassa, lapset (g)		5 - 25
Silakan määrä lisukkeena (g)		5 - 10

Regressioanalyysissä käytettiin lineaarista regressiota. Aluksi käytettiin lukuisia kysymyksiä selittävinä muuttujina, mutta näistä ei noussut esiin mitään tarkempaa tarkastelua vaativaa. Niinpä jatkossa keskityttiin niihin muuttujiin, jotka etukäteen arveltiin olennaisiksi selittäviksi tekijöiksi: ikä, sukupuoli, maakunta, ammatti, ruumiinpaino. Sama analyysi tehtiin myös lapsille, joskin nuo mainitut muuttujat koskivat lapsen vanhempaa; lapsesta itsestään oli käytössä ikä.

Mallia varten 2 893 kyselyssä olleen ihmisen joukosta arvottiin yksilöllinen silakan-syönti 40 000 kertaa, ja näin muodostettua aineistoa käytettiin mallinnuksen syön-tiarviona. Arvonnassa käytettiin Taloustutkimuksen otannan painokertoimia.

2.1.4 Vierasainetutkimukset

Tässä tutkimuksessa käytetyt silakan dioksiini- ja PCB-pitoisuudet ovat peräisin EU-kalat II projektista (Hallikainen ym. 2011), jossa hankittiin tietoa kotimaisen kalan sisältämistä ympäristömyrkkypitoisuuksista. Dioksiinien ja dioksiininkaltaisten PCB-yhdisteiden pitoisuus (pg/g tuorepainossa) on ilmaistu käyttäen toksisuusekvivalentti-suuretta (toxic equivalence quantity (TEQ); Van den Berg ym. 2006). Raportissa käytetty TEQ-muuttuja sisältää yhteenlaskettuna dioksiini- ja PCB-TEQit.

2.1.5 Näytteenotto Selkämeren kaloista D-vitamiini- ja rasvahappomääritystä varten

Vitamiini- ja rasvahappomäärityksiä varten Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos (1.1.2015 Luonnonvarakeskus LUKE) keräsi silakoita huhti-kesäkuussa 2013 Selkämereltä, yhteensä 30 silakkanäytettä, joissa kussakin oli kymmenen tiettyyn suuruusluokkaan kuuluvaa kalaa. Näytekaloja oli kaiken kaikkiaan 300, joista puolet oli naaraita ja puolet koiraita. Silakat mitattiin ja punnittiin ja jaettiin pituuden mukaan viiteen kokoluokkaan. Kutakin viittä eri suuruusluokkaa edusti kolme kalapoolia. Vastaava näytteenkeräys tehtiin myös syksyllä syys-lokakuussa. Kaikista näytteistä analysoitiin D-vitamiini, rasvapitoisuus, EPA, DHA, omega-3 -rasvahappojen yhteismäärä sekä rasvahappojen prosenttiosuudet rasvan määrästä.

Rasvapitoisuuden määrittäminen

Rasvapitoisuus määritettiin gravimetrisesti suolahappohydrolyysin jälkeen liuotinuutolla (Eviran menetelmäohje 8285). Ensin näytettä keitetään suolahapon kanssa. Seoksen annetaan jäähtyä ja se suodatetaan. Jännös pestään, kuivataan ja rasva uutetaan petrolietterillä. Menetelmä perustuu Komission asetukseen (EY) N:o 152/2009. Menetelmän laajennettu mittaausepävarmuus on 15 %, kun rasvapitoisuus on pienempi kuin 5 % ja 10 %, kun rasvapitoisuus on 5-10 %.

Rasvahappokoostumuksen määrittäminen

Ennen kuin kalan rasvahappokoostumus voidaan määrittää, erotetaan näytteestä rasva, saippuoidaan rasvan triglyseridit ja esteröidään vapautuneet rasvahapot haihtuviksi metyyliesteriksi (Eviran menetelmäohje 8237). Tässä työssä rasva erotettiin ASE-uuttomenetelmällä, minkä jälkeen rasvahapot esteröitiin booritrifluoridimenetelmällä. Metyyliesterit analysoitiin Agilentin GC 6890 kaasukromatografilla varustettuna massaselektiivisellä detektorilla (GC-MSD) ja DB-23 kolonnilla (J&W Science, 60 m, 250 µm, 0,15 µm). Menetelmän määrittämissä raja-arvo on n. 0,1 % rasvahappojen kokonaismäärästä. Menetelmän laajennettu epävarmuus on 41 %, kun rasvahappojen prosenttiosuus on < 2 %, 18 % prosenttiosuudelle 2–15 % ja 9 %, kun prosenttiosuus on > 15 %.

D3-vitamiinin määrittäminen

D3-vitamiinin määrittäminen perustuu opinnäytetyöhön (Hänninen, 2003). Homogenoitu ja kylmäkuivattu silakkanäyte saippuointiin, jonka jälkeen saippuointimaton osa uutettiin. Konsentroidu näyte puhdistettiin sekä kiinteäfaasiuutolla että preparatiivisella nestekromatografialla (HPLC). HPLC-laitteistona oli WatersTM näytteenäytetty, johon oli liitetty kaksi pumppua (WatersTM 515 HPLC Pump). Preparatiivisena kolonnina oli μ -Porasil (300 mm x 3,9 mm, 10 μ m; silika-esikolonne). Fraktionkerääjänä käytettiin Gilson FC203B:tä. Lopuksi silakkanäyte kvantitoitiin käyttäen samaa HPLC-laitteistoa, johon kytkettiin valodiodirividetktori (WatersTM 996 Photo-diode Array Detector). Kvantitatiivisessa HPLC-analyysissä käytettiin kolonnia Vydac C18 (2,1 x 150 mm, 5 μ m), johon oli liitetty esikolonne (C18, 2,1 mm). D3-vitamiinin määrittäminen on sisäisen standardin menetelmä, jossa D3-vitamiinia määritettäessä sisäisenä standardina käytetään D2-vitamiinia. Menetelmän määrittämissä on 0,04 μ g /100 g. Menetelmän laajennettu mittausepävarmuus on \pm 14 %.

2.1.6 Altistuminen ravinto- ja vierasaineille

Päivittäinen altistuminen silakassa oleville aineille arvioitiin arpomalla silakan pitoisuustiedoista yksittäinen näyte edustamaan keskimääräistä pitoisuutta silakassa. Tämä menetelmä liioittelee epävarmuutta, koska pitkän ajan kuluessa yksi ihminen syö silakoita, joissa pitoisuudet ovat välillä suuremmat ja välillä pienemmät keskiarvojen asettuessa sille välille. D-vitamiini- ja omega-3-rasvahaponäytteenä ovat puullattuja eli useamman kalan yhdistelmiä, jolloin tämä harha pienenee. Lisäksi vähän silakkaa syöville (joita on huomattava osuus suomalaisista) tämä pitkän ajan tasoittuminen on vähäisempää, koska silakan kappalemäärät pysyvät pieninä. Altistuminen laskettiin kaavalla:

$$E_i = S \cdot c_i$$

jossa i on eri altisteita kuvaava indeksi, E on altistuminen, S silakan syönnin edellisestä kaavasta ja c on altisteen pitoisuus silakassa. Altistuminen laskettiin sekä absoluuttisina arvoina (mg/d) että ruumiinpainoon suhteutettuna (mg/kg/d), koska eri annosvasteet oli ilmoitettu eri tavoin.

Koska osa annosvasteista on epälineaarisia (esimerkiksi omega-3-rasvahappojen sydänvaikutukset ja D-vitamiinisuosituksen saavuttaminen), on olennaista tietää näiden aineiden kokonaissaannit eikä ainoastaan silakasta saatavaa osuutta. Suomalaisien ravintoainesainnit kuvataan Findiet-tutkimuksessa (Helldán ym. 2013), jonka mukaiset olennaiset saannit on kuvattu taulukossa 3. Mallissa taustasaanniksi oletettiin vastaavan sukupuolen mukainen saantikeskiarvo. Omega-3-rasvahappojen osalta luku saatiin vähentämällä alfa-linoleenihapon määrä keskiarvosta. Lisäksi tarkasteltiin tilannetta, jossa altistusta ei ole. Joissakin tuloskuviissa on eritelty se, onko taustasaanti mukana vai ei; jos sitä ei ole eritelty, se on arvottu mukaan puolesta tapauksista ja puolesta taas ei.

Taulukko 3. Vitamiinien ja omega-3-rasvahappojen (n-3 sarja) keskimääräinen (keskihajonta suluissa) päivittäinen saanti ikäryhmittäin.

Aine	Miehet 25-64 v	Miehet 65-74 v	Naiset 25-64 v	Naiset 65-74 v
N-3-sarjan monitydyttymättömät rasvahapot (sisältäen alfa-linoleenihapon), g	3,5 (1,9)	3,4 (1,9)	2,8 (1,5)	2,5 (1,5)
Alfa-linoleenihappo, g	3,0 (1,6)	2,7 (1,6)	2,4 (1,4)	2,1 (1,3)
D-vitamiini, μ g	11,1 (8,0)	12,8 (9,0)	8,7 (5,7)	8,7 (6,1)

2.2 Terveysvaikutusten arviointi

Terveysvaikutukset laskettiin käyttämällä eri menetelmiä altisteesta ja terveysvasteesta riippuen. Omega-3-rasvahappojen arvioidaan ehkäisevän sydänkuolemia sitä enemmän, mitä suurempi on väestön sydäntautiriski. Laskennassa käytettiin tietoa suomalaisesta sydänkuolleisuudesta ja aivohalvauksista eri ikäryhmissä sukupuolitain. Omega-3-rasvahappojen vaikutus älykkyyteen (tarkemmin älykkyydosamäärään eli ÄO:hon) laskettiin olettaen, että altistuminen tapahtuu äidin ravinnon kautta sikiöaikana. Ikätarkasteluja esittämissä kuvissa nämä vaikutukset on sijoitettu äidin iän kohdalle, ei sikiön.

Dioksiinien syöpävaikutuksen oletettiin olevan elinikäisen altistumisen aiheuttama elinikäinen syöpäriski, joka kuitenkin jaettiin eri vuosille eli tarkasteltiin vuosittaista riskiä kuten sydänkuolemissakin. Syöpäriski siis sijoitettiin aina sen ikäryhmän kohdalle, jonka silakansyöntiä tarkasteltiin.

D-vitamiinista tarkasteltiin sitä, poiketaanko annetuista suosituksista vai ei. 1 tarkoittaa poikkeamaa, 0 suositusten mukaisuutta.

2.2.1 Annosvasteiden arviointi

Taulukkoon 4 on kerätty käytetyt annosvasteet.

Taulukko 4. Käytetyt annosvasteet

Altiste	Vaikutus ja mittari	Altistuminen, mittari ja yksikkö	Annosvasteen tyyppi	Annosvasteen parametrit	Viite
D-vitamiini	D-vitamiinisuositus	Saanti suun kautta µg/d	Porrasfunktio: 1 jos ei saavuteta, 0 jos saavutetaan	Suosittelut rajat 7,5 - 100	Valtion ravitsemusneuvottelutoimikunta 2014
Dokosaheksaeenihappo (DHA)	Lapsen älykkyys (ÄO-pisteiden muutos)	Sikiöaikainen altistuminen istukan kautta, mitattuna äidin päiväsaannista mg/d	Lineaarinen, kulmakerroin	0,0008 - 0,0018	Cohen ym. 2005a
Dioksiinit (TEQ)	Hampaan kehityshäiriöt sisältäen puuttumisen (Developmental Defects of Enamel -indeksin mukaisesti 1: kyllä, 0; ei)	Saanti istukan kautta ja äidinmaidosta mitattuna äidin päiväsaannista pg/d	Lineaarinen, kulmakerroin	0,001382	Alaluusua ym. 1996
Dioksiinit (TEQ)	Syöpäsairastuvuus, elinikäinen riski jaettuna 50 vuodelle.	Saanti suun kautta (pg/kg/d)-1	Yksikköriski; saanti suhteutettu ruumiinpainoon	0,000035 (0,000032 - 0,000156)	U.S.EPA 2000
Dioksiini (TEQ)	Siedettävä päiväsaanti (TDI) (1 jos ylittyy, 0 jos ei)	Saanti suun kautta (pg/kg/d)	Tolerable daily intake (TDI); saanti suhteutettu ruumiinpainoon	Suosittelut rajat 0 - 1	WHO 2004

Omega-3-rasvahapot (EPA+DHA)	Sepelvaltimotautikuolleisuus (Cohen 2005)	Saanti suun kautta (mg/d)	Suhteellinen Hill-funktio (antiarytminen vaikutus)	ED50: 47, Emax: -0,17 (95 % CI: -0,25 - -0,088)	Cohen ym. 2005a
Omega-3-rasvahapot (EPA+DHA)	Sepelvaltimotautikuolleisuus (Cohen 2005)	Saanti suun kautta (mg/d)	Suhteellinen riski (RR) (valtimokovettumaa estävä vaikutus)	0,99951 (95 % CI: 0,99934 - 0,99989)	Cohen ym. 2005a
Omega-3-rasvahapot (EPA+DHA)	Aivohalvaus (pääasiassa aivoinfarkti)	Saanti suun kautta (mg/d)	Suhteellinen Hill-funktio	ED50: 47, Emax: -0,12 (95 % CI: -0,25 - 0,01)	Cohen ym. 2005a
Omega-3-rasvahapot (EPA+DHA)	Aivohalvaus (pääasiassa aivoinfarkti)	Saanti suun kautta (mg/d)	Suhteellinen riski (RR)	0,9998 (95 % CI: 0,99934 - 1,00027)	Cohen ym. 2005a

Kalansyönnin vaikutus sepelvaltimotautikuolleisuuteen perustuu artikkeliin Cohen ym. (2005a). Uudempiakin katsauksia asiasta on olemassa, mutta Cohen ym. antaa määrällisen arvion myös sille, että pienet omega-3-rasvahappojen annokset vähentävät riskiä enemmän ja suuret antavat lisähyötyä vähemmän. Tämän ilmiön tarkastelu on olennaista hyöty-riskinarvioinnin kannalta. Työssä tehtiin myös herkkyystarkastelu, jossa käytettiin uudempia arvoja (Mozaffarian ja Rimm 2006). Vaikka vaikutusten kokoluokka oli hieman pienempi käytettäessä Mozaffarianin ja Rimmin arvioita, päätelmät eivät kuitenkaan poikenneet toisistaan ja siksi päädyttiin Cohenin ym. arvioihin.

Cohenin ym. (2005a) työssä sekä sepelvaltimotautikuolleisuuden että aivohalvauksen (jotka yleensä ovat aivoinfarkteja eivätkä verenvuotoja) annosvasteet jaettiin kahteen osaan. Ensin verrattiin edes vähän kalaa syöviä niihin, jotka eivät syöneet lainkaan kalaa (eli söivät alle 1 annoksen kuukaudessa). Sen jälkeen tarkasteltiin kalaa syövä väestön riskiä olettaen, että suhteellinen riski muuttuu vakiomäärän jokaisella lisäannoksella. Sydänkuolemien osalta Cohen ym. tulkitsivat pienen saannin aiheuttaman ison laskun johtuvan lähinnä rytmihäiriöitä ehkäisevästä eli antiarytmisestä vaikutuksesta, kun taas suuremman saannin he arvelivat ehkäisevän valtimokovettumatautia. Riskinarvioinnin kannalta ei kuitenkaan ole välttämätöntä tietää, onko suurilla ja pienillä omega-3-rasvahappoannoksilla eroa vaikutusmekanismissa. Olennaista on, että annosvasteet perustuvat laajoihin tutkimuksiin ihmisillä, joilta kalansyönti oli tutkittu.

Cohenin ym. (2005a) julkaisemat annosvasteet perustuvat kala-annosten käyttöön altistuksen mittarina. Yksi kala-annos oletettiin työssä sadan gramman suuruiseksi, mutta kalalajeihin tai niiden rasvahappopitoisuuksiin ei otettu kantaa. Niinpä tässä työssä joudutaan olettamaan, että tutkittavien ruokavalion kalajakauma vastasi suunnilleen sitä, mikä on tyypillistä tutkimusmaissa (mm. USA, Alankomaat, Italia, Iso-Britannia, Norja). Koska maakohtaisia tietoja ei ollut käytettävissä, päädyttiin olettamaan, että EPA+DHA-pitoisuus oli keskimäärin 0,7 % eli 700 mg 100 gramman kala-ateriassa. Tämä on enemmän kuin vähärasvaisissa kaloissa (0–0,5 %) ja vähemmän kuin rasvaisissa kaloissa (1–2 %).

Cohen ilmoitti annosvastetulokset prosentuaalisina muutoksina suhteellisessa riskissä (RR). Sepelvaltimotaudista luvut olivat -17 % (95 % LV -25 %--8,8 %) kalaa syöville verrattuna ei lainkaan kalaa syöviin (< 1 annos kuussa). Lisäksi riski pieneni edelleen jokaista viikossa syötävä lisäannosta kohti -3,9 % (95 % LV -6,6--1,1 %).

Aivohalvauksesta luvut olivat -12 % (95 % LV -25 %--1,0 %) kalaa syövien ja syömättömien välillä ja jokaista viikoittaista lisäannosta kohti -2,0 % (95 % LV -6,6 %--2,7 %) (Cohen ym. 2005a).

2.2.2 Annosvastefunktiot

Tässä työssä käytettiin useita erilaisia annosvasteita kuvaavia funktioita (taulukko 4). Tarkoituksena oli kuvata itse ilmiötä mahdollisimman tarkasti siten kuin sen mekanismit nykyään tunnetaan mutta kuitenkin matemaattiselta kannalta yksinkertaisesti. Näin ollen päädyttiin seuraaviin erilaisiin annosvastekuvaajiin.

Suhteellinen riski (RR, relative risk) kuvaa tilannetta, jossa tarkastellulla terveysvasteella on jokin taustariski johtuen yleensä lukuisista erilaisista tekijöistä. Näin on esimerkiksi sepelvaltimotaudissa, jonka riskitekijöitä ovat mm. korkea verenpaine, ylipaino, suuri veren kolesterolipitoisuus ja tupakointi. Nämä eri tekijät aiheuttavat taustariskin, joka ihmisellä on olemassa riippumatta hänen kalansyönnistään tai omega-3-rasvahappojen saannistaan. Kalansyönti sitten vaikuttaa tähän taustariskiin, jonka ajatellaan muuttuvan saman *suhteellisen osuuden* verran jokaista kalaannosta kohti. Suhteellista riskiä voidaan siis kuvata muodossa -3,9 % per kala-annos viikossa tai yksikössä prosenttia per mg päivässä [%/(mg/d)]. Sama asia voidaan sanoa myös suhdelukuna eli muuttaa prosentit luvuksi, jota verrataan taustariskiin 1. Esimerkissä -3,9 % on suhdelukuna ilmoitettuna $1 - 3,9 \% / 100 = 0,961$.

Lineaarinen eli suoraviivainen annosvaste olettaa, että vaikutuksen suuruus ei riipu taustariskin suuruudesta vaan on suoraan altistuksen ja annosvasteen kulmakertoimen tulo. Yleensä tällaisten vasteiden osalta taustariskiä ei tarvitse laskea tai tietää, koska se ei vaikuta tarkasteltavan altisteen aiheuttamaan muutokseen altistumattomaan tilanteeseen verrattuna. Joissakin tapauksissa taustariski on toki olemassa kuten syövä tapauksessa, mutta hampaan kehityshäiriöistä puhuttaessa voidaan ajatella, että hampaat kehittyvät normaalisti (eli riski on nolla) ellei niihin vaikuta herkässä kehitysvaiheessa jokin häiriö kuten dioksiinialtistus. Myös älykkyydosamäärästä tässä työssä käytettiin lineaarista annosvastetta, mutta tietenkään ei ole mielekäästä puhua taustariskistä vaan taustatekijästä. Älykkyydosamäärä on sellainen henkilön taustatekijän mittari, johon dokosaheksaeni happo voi vaikuttaa suurentavasti. Porrasfunktio olettaa, että on olemassa jokin hyväksyttävä tai turvallinen altistumisalue, jonka sisällä haittoja ei ilmene. Vastaavasti jos altistuminen on turvallisen alueen pienemmällä tai suuremmalla puolella, voi haittaa aiheutua. Esimerkiksi dioksiinin tai D-vitamiinin saantisuositukset voidaan ajatella tällaisiksi porrasfunktioiksi siten, että jos suosituksen saavuttamisessa epäonnistutaan, funktion arvoksi tulee 1 ja jos siinä onnistutaan, pysytään perustasolla 0.

Suhteellinen Hill-funktio on johdettu reseptorikinetiikasta (Hill plot). Se kuvaa tilannetta, jossa tutkittava altiste sitoutuu vaikutuskohtaansa eli reseptoriin. Funktion arvo kuvaa aktivoituneiden reseptorien määrää (olettaen, että kuhunkin reseptoriin voi sitoutua vain yksi altistemolekyylä). Funktio on sikäli miellyttävä, että se on melko suoriivainen pienillä altistumisilla mutta kaartuu suurilla altistumisilla kohti tasoa, jota se ei koskaan ylitä (eli asympotoottisesti). Altistumista, joka aktivoi puolet reseptorista kutsutaan nimellä ED_{50} ja maksimiaktivaatiota kutsutaan nimellä E_{max} . Näiden kahden melko havainnollisen parametrin avulla voidaan siis helposti kuvata kyllästyviä eli saturoituvia annosvasteita. Hill-funktio on muotoa

$$E = \frac{c * E_{max}}{c + ED_{50}}$$

jossa E on aktivaation ja c altistumisen suuruus.

Funktiota kutsutaan suhteelliseksi Hill-funktioksi siksi, että usein tietylle vasteelle on kuvattu jokin taustavasteen suuruus, ja tässä E_{max} -parametria käytetään suhteellisena muutoksena tuohon taustavasteeseen nähden.

Tiedot altisteiden ja erilaisten vasteiden annos-vastesuhteista saatiin tieteellisestä kirjallisuudesta ja niiden englanninkieliset kuvaukset on esitetty Opasnetin kolmessa eri liitteessä (ERF of dioxin, ERF of omega-3 fatty acids ja ERFs of vitamins).

Tautiriskit Suomessa ovat olennaisia sydänvaikutuksissa, koska omega-3-rasvahapot muuttavat niiden suhteellista määrää. Tautiriski saatiin Tilastokeskukselta (http://193.166.171.75/Database/StatFin/ter/ksyyt/ksyyt_fi.asp).

2.2.3 Terveysvaikutusten yhteismitallistaminen

Terveysvaikutukset arvioitiin siis jokaiselle mainitulle vasteelle erikseen mutta myös yhdistettynä haittapainotetuiksi elinvuosiksi (disability-adjusted life year, DALY; taulukko 5).

DALY on suure, joka mittaa terveyden puuttumista joko kuoleman tai vamman/haitan seurauksena odotusarvoista terveyttä vastaan. DALYn käsite ja sen laskeminen on yksityiskohtaisesti kuvattu mm. raportissa Hänninen ja Knol (2011). Lyhyesti ilmaistuna DALY yhdistää yhteen mittariin vamman/haitan kanssa eletyn ajan sekä elinajan, joka menetetään kuoleman vuoksi:

$DALY = YLL + YLD$, missä YLL = menetetyt elinvuodet ennenaikaisen kuoleman vuoksi ja YLD = menetetyt elinvuodet vamman/haitan vuoksi. Jälkimmäinen lasketaan kaavalla $YLD = n \times DW \times L$, missä n = tapausmäärä, DW = haittapainokerroin ja L = haitan keskimääräinen kesto vuosina (Hänninen ja Knol, 2011).

Haittapainokertoimien (DW) avulla vakavuudeltaan erilaisia terveysvaikutuksia voidaan vertailla keskenään ja yhteismitallistaa. Haittapainokertoimen arvo voi vaihdella 0:n (täydellinen terveys) ja 1 (kuolema) välillä. Haittapainokertoimet määrittää yleensä asiantuntijapaneeli. Tässä työssä olemme kuitenkin arvioineet itse haitta-

painokertoimia joillekin terveysvaikutuksille ja jopa D-vitamiinin saantisuositukselle (taulukko 5), koska sellaisia ei ollut muualta löydettävissä.

Haittapainotus on joistakin vasteista, kuten sydänkuolemista, melko luotettava, mutta esimerkiksi D-vitamiinin saannin poikkeamiselle suosituksesta annettiin myös painokerroin, vaikka se ei ole varsinainen terveysvaikutus. Kuitenkin tämä mutkien oikominen mahdollistaa yhteismitallisen tarkastelun ja on siksi perusteltua, kunhan käytetyt painokertoimet keskustellaan kriittisesti ja tarvittaessa korjataan.

QALY on ikään kuin käänteinen arvo DALYlle, sillä se kuvaa terveenä elettyä aikaa. Syvemmälle QALYn määrittelyyn ja DALYn ja QALYn eroihin ei ole tässä yhteydessä tarvetta mennä, koska tässä raportissa käytimme ainoastaan DALYä. Lisätietoa kiinnostuneille löytyy mm. sivustolta <http://www.qalibra.eu/tool/support/page8.cfm>.

Taulukko 5. Haittapainotetut elinvuodet vaikutuksille (DALY / tapaus tai ÄO-yksikkö)

Vaikutus	Mittari	DALY	Lisätietoja / viite
Sydänkuolema	Kuolleisuus	5–15	Oletetaan DW 1 ja D 10 U 50 % ¹
Aivohalvaukset	Kuolleisuus	5–15	Oletetaan DW 1 ja D 10 U 50 % ¹
Hampaiden kehityshäiriöt ml. hampaan puuttuminen	Kyllä/Ei (kuten määritelty harkuteoksessa "Developmental Defects of Enamel Index")	0–0,12	Oletetaan DW 0,001 D 60 U 100 %
Syöpä	Elinikäinen todennäköisyys	0–0,28	DW 0.1 D 20, lisäksi eliniän lyhenemä 5 a. Tämä syntyy elinikäisellä altistuksella joten oletetaan 1/50 syntyvän vuoden altistuksella. U 100 %
D-vitamiinisuositus	1 jos suositusta ei saavuteta	0,0001– 0,0100	Oletetaan DW 0,001 D 1 U 100 x
Lapsen ÄO	Muutos älykkyydosamäärässä	-0,0517 (-0,03–0,0817)	Kehitysvammaisuus, lievä (IQ<70): 0,031 (0,018–0,049) Lähde: IHME ² . D 50 U: IHME.
Hammasvaurio	Kehityshäiriö: karies tai puuttuva hammas	0,008 (0,003–0,017)	Painokerroin periodontiitille: IHME. D: 1. U: IHME

¹ DW = disability weight eli painokerroin: 1 = kuollut, 0 täysin terve; D = duration eli kesto; U = uncertainty eli epävarmuus

² IHME = The Institute for Health Metrics and Evaluation, University of Washington

2.2.4 Mallinnus Opasnet-verkkotyötilassa

Opasnet (www.opasnet.org) on Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ylläpitämä wiki-pohjainen sivusto ja verkkotyötila, jonka tarkoituksena on tukea yhteiskunnallista päätöksentekoa. Opasnet toimii avoimen arvioinnin periaattein, eli kaikki tiedot ja mallit ovat yksityiskohtiaan myöten kaikkien vapaasti luettavissa ja käytettävissä. Lisäksi sisältöjä voi kommentoida ja useissa tapauksissa myös parannella luotuaan tunnukset ja kirjaututtuaan sisään. Tarvittaessa sivut voidaan suojata muokkauksilta. Opasnet sisältää integroidun tietokannan, johon voi tallentaa syöte- ja tulostietoja. Tämän lisäksi olennainen osa Opasnetin toiminnallisuutta on R-koodiin perustuva matemaattinen mallinnus, jonka avulla tämänkin raportin kaikki terveysvaikutukset on laskettu. Kyseinen mallinnustyö on nähtävissä Opasnetin sivulla http://fi.opasnet.org/fi/Silakan_hyöty-riskiarvio.

3 Tulokset

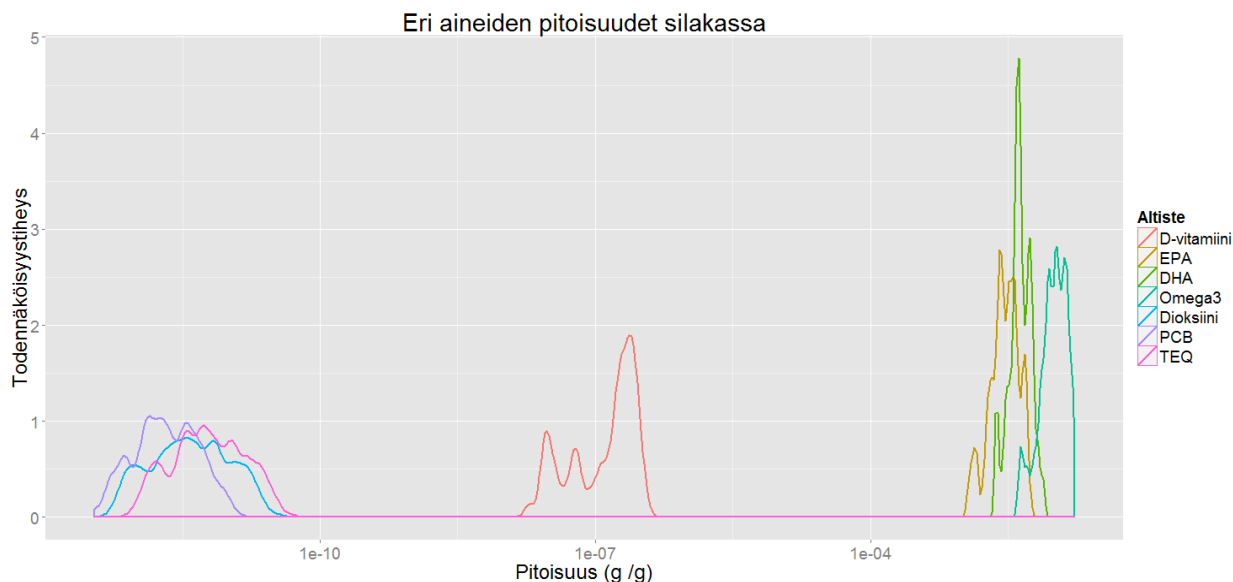
3.1 Altisteiden pitoisuudet silakassa

Keväällä ja syksyllä pyydytyissä silakoissa oli eroa rasvapitoisuuden suhteen, syys-silakka on rasvaisempaa kuin kevätsilakka ja siinä on näin ollen enemmän omega-3-rasvahappoja, EPA:a ja DHA:ta. D-vitamiinipitoisuuteen vuodenaika ei vaikuttanut merkittävästi. Kalan koolla oli vaikutusta rasvapitoisuuteen, rasvahappokoostumukseen ja D-vitamiinipitoisuuteen. Rasvapitoisuus suureni kalan koon kasvaessa. D-vitamiinia oli puolestaan kokoluokissa 1-3 (pienet ja keskikokoiset) enemmän kuin kokoluokissa 4-5 (isot). Tyydyttyneen ja monitydyttymättömän rasvan osuus pieneni, ja vastaavasti yksinkertaisesti tyydyttymättömän rasvan osuus suureni kalan koon kasvaessa. Omega-3-rasvahappojen muutos oli samansuuntainen kaikkien monitydyttymättömien rasvahappojen muutoksen kanssa: kokoluokassa 1 (pienimmät) omega-3-rasvahappojen osuus oli suurin, kokoluokassa 2 seuraavaksi suurin ja kokoluokissa 3-5 pienin. Rasvapitoisuus kuitenkin vaikuttaa rasvahappojen lopulliseen määrään kalassa. Suuren rasvapitoisuuden ansiosta suurimmissa kokoluokissa 4-5 oli hieman enemmän omega-3-rasvahappoja kuin pienemmissä kaloissa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä (Taulukko 6). Silakan sukupuoli ei vaikuttanut rasvapitoisuuteen tai rasvahappokoostumukseen. Sen sijaan D-vitamiinin pitoisuuteen sukupuolella oli vaikutusta: koiraisissa oli suurempi pitoisuus D-vitamiinia (18,4 µg/100g) kuin naaraisissa (12,8 µg/100g). Sukupuolten välinen ero ei selity naaraiden isommalta koolla, koska molemmista sukupuolista oli yhtä monta poolia eri kokoluokkia.

Kaikkien tutkittavien aineiden pitoisuudet silakassa (Kuva 1) olivat kutakuinkin sitä luokkaa kuin mitä aiemmasta kirjallisuudesta on voinut päätellä. Kaikki pitoisuustulokset on ilmoitettu silakan tuorepainoa kohti. Dioksiineja ja PCB-yhdisteitä oli vähiten, pitoisuudet vaihtelivat 0,3–50 pg/g (TEQ) keskiarvon ollessa 8 pg/g (TEQ). EU:n raja-arvo dioksiineille ja dioksiinien kaltaisille PCB-yhdisteille on 6,5 pg/g (TEQ), mutta Suomi on saanut pysyvän poikkeuksen silakan myymiseen omalle alueelleen sekä muihin saman poikkeuksen omaaviin maihin taloudellisten, ekologisten ja myönteisten terveysvaikutusten perusteella.

D-vitamiinipitoisuus silakassa oli noin 0,15 µg/g (95 % LV 0,03–0,34 µg/g). Tässä ehkä vähän yllättävää oli, että D-vitamiinipitoisuus vaihtelee silakassa varsin paljon

ja voi olla hyvinkin pieni. Niinpä huonolla tuurilla päiväsuositus voi jäädä saavuttamatta, vaikka söisi 100 g:n silakka-annoksen. Sen sijaan omega-3-rasvahappojen pitoisuuden vaihtelu oli paljon pienempää ollen noin 1,2 % (95 % LV 0,4–1,6 %). Silakka on siis varsin luotettava terveellisten rasvahappojen lähde.



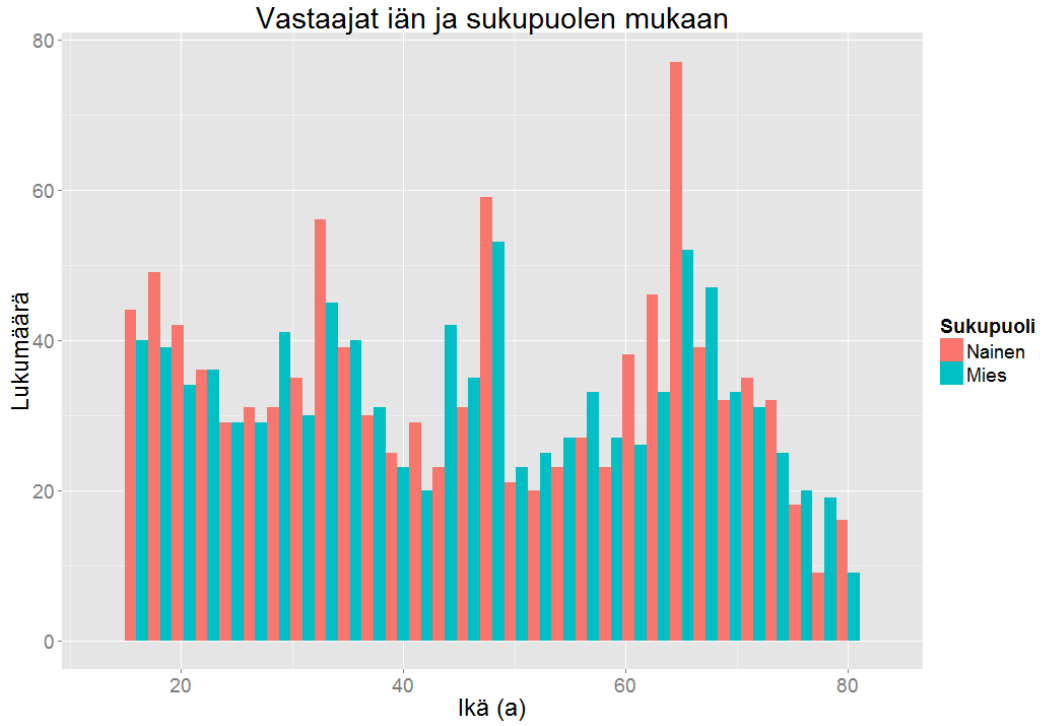
Kuva 1. Mitattujen haitallisten ympäristömyrkkyjen ja hyödyllisten ravintoaineiden pitoisuudet silakassa tuorepainoa kohti (pitoisuus $1e-10$ g/g = 1×10^{-10} g/g eli 100 pg/g). Todennäköisyystiheys kertoo jakauman eri arvojen suhteelliset todennäköisyydet. Varsinaiset todennäköisyydet pitoisuuden sijoittumisesta tietyille pitoisuusväliille kuvataan tässä yhteydessä käyrän alle jäävä pinta-ala niin, että jokaisen käyrän alle jäävä kokonaispinta-ala on 1.

Taulukko 6. Tutkittujen altisteiden pitoisuuksia silakassa grammaa tuorepainoa kohti.

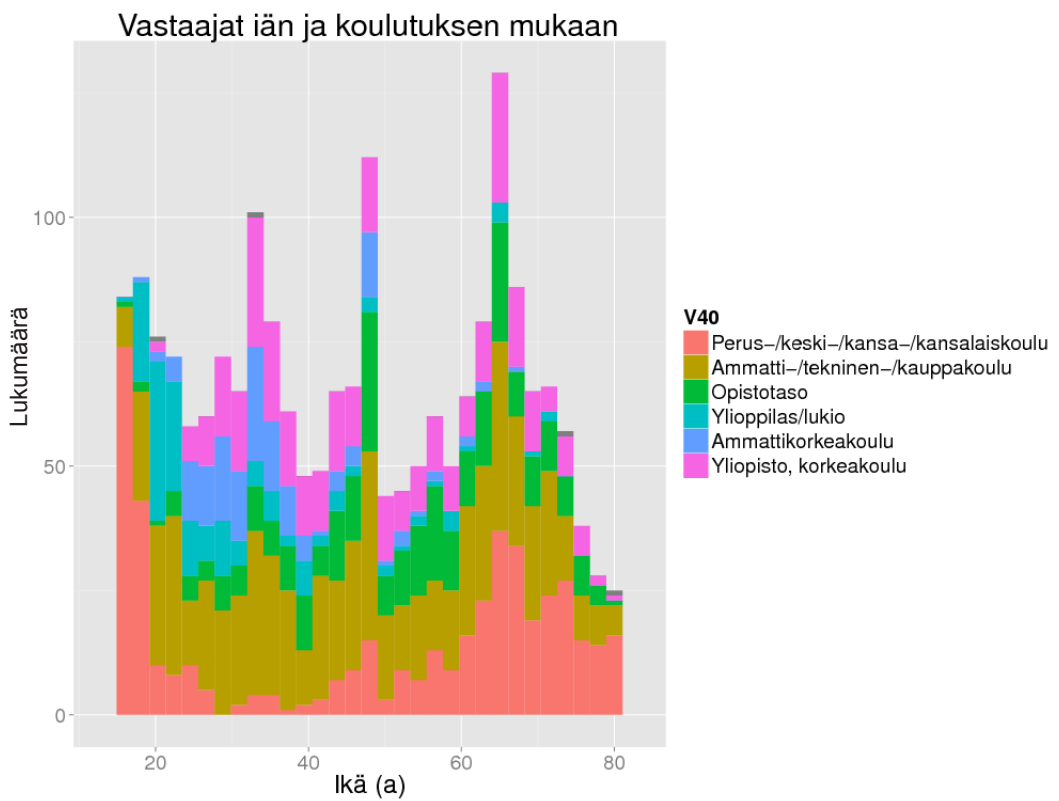
Altiste	Yksikkö	Keski-arvo	Keskijajonta	Minimi	2.5-prosentti-piste	Mediaani	97.5-prosentti-piste	Maksimi
DHA	mg/g	4,37	1,15	2,34	2,37	4,19	6,57	7,63
EPA	mg/g	3,02	1,03	1,19	1,26	2,88	5,05	5,32
Omega3	mg/g	10,2	3,15	4,30	4,35	10,4	15,7	16,7
D-vitamiini	ng/g	157	93,2	19,1	27,0	169	337	338
PCB	pg/g WHO-TEq	2,77	2,20	0,35	0,48	2,03	8,63	13,0
Dioksiini	pg/g WHO-TEq	5,81	5,64	0,49	0,68	3,67	20,1	34,4
TEQ	pg/g	8,58	7,78	0,84	1,18	5,78	28,8	47,5

3.2 Vastaajien ikä, sukupuoli ja koulutus

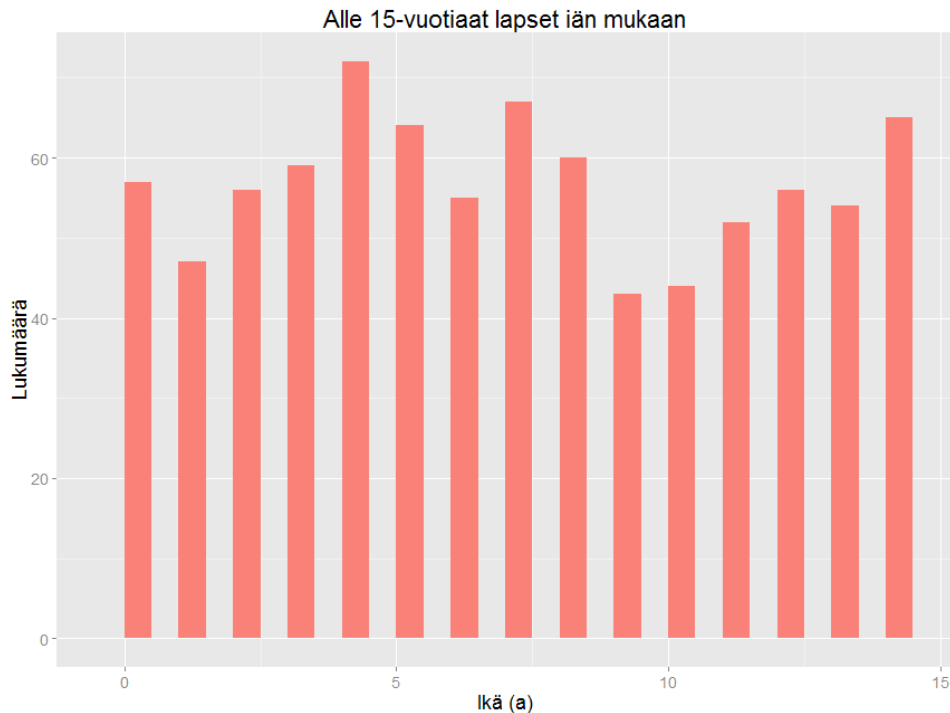
Kyselytutkimuksen vastaajat (n = 2 042) iän ja sukupuolen sekä iän ja koulutuksen mukaan luokiteltuna on esitetty kuvissa 2 ja 3. Vastaajien lapset (n = 851) luokiteltuna iän mukaan on esitetty kuvassa 4.



Kuva 2. Vastaajat iän ja sukupuolen mukaan.



Kuva 3. Vastaajat iän ja koulutuksen mukaan.



Kuva 4. Kyselyssä mukana olleet lapset iän mukaan.

3.3 Eri kalalajien käyttö

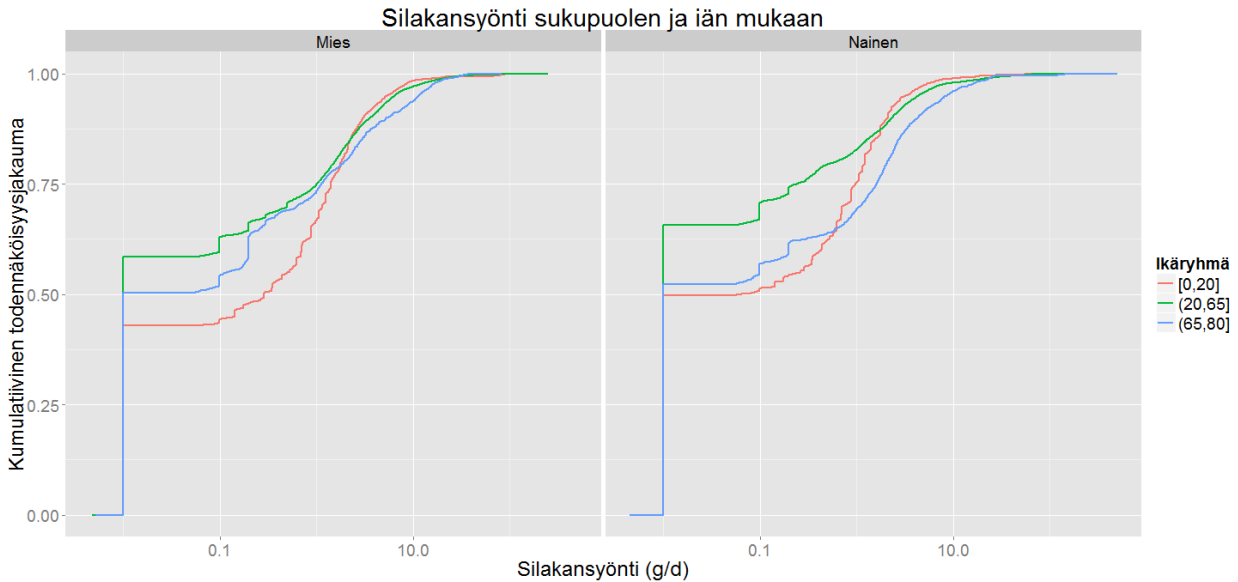
Kalalajien käytön tarkat tiedot löytyvät liitteestä 2. Yli 15-vuotiaat syövät eri kalalajeista useimmin kirjolohta, jota yhdeksän kymmenestä sanoo syövänsä ainakin joskus (yli puolet useamman kerran kuukaudessa). Vähiten syödään tuoretta tonnikalaa (ei purkissa), jota ei syö lainkaan kaksi kolmasosaa yli 15-vuotiaista. Vastaajat, jotka syövät silakkaa 3 kertaa kuussa tai useammin, syövät keskimääräistä useammin myös lähes kaikkia muita kysytyjä kalalajeja (esim. Itämeren lohta, ahventa, haukea, kuhaa, siikaa ja muikkuja). Lapsiperheet syövät muita hieman useammin kalapuikkoja, Itämeren lohta, purkkitonnikalaa ja äyriäisiä.

Ikäryhmittäin tarkasteltuna yli 55-vuotiaat syövät muita ikäryhmiä useammin erityisesti ahvenia, haukia ja muikkuja. Tässä ikäryhmässä on myös eniten silakkaa runsaasti käyttäviä (ovat syöneet silakkaa 5 kertaa tai useammin tutkimusta edeltäneiden 3 kuukauden aikana). Sen sijaan kalapuikkoja, purkkitonnikalaa, Itämeren lohta ja äyriäisiä tämä ikäryhmä kuluttaa muita harvemmin.

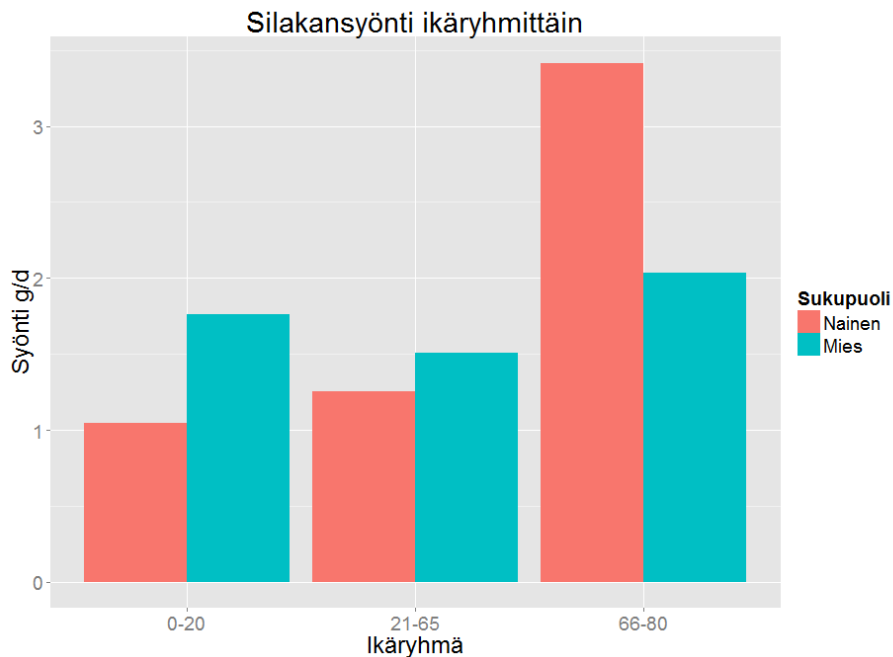
3.4 Silakan syönti

Silakansyönnin jakauma on esitetty kuvassa 5. Nuoret aikuiset syövät vähemmän silakkaa kuin muut ikäryhmät. Tämä näkyy niiden osuudessa, jotka eivät syö silakkaa ollenkaan. Kaikkein eniten silakkaa syövien joukossa yli 65-vuotiaiden osuus suurenee. Jos tarkastellaan lasten silakansyöntiä pelkästään vanhemmilta saatujen tietojen perusteella, heidän ikäluokkansa näyttäisi syövän silakkaa kaikkein vähiten (tie-

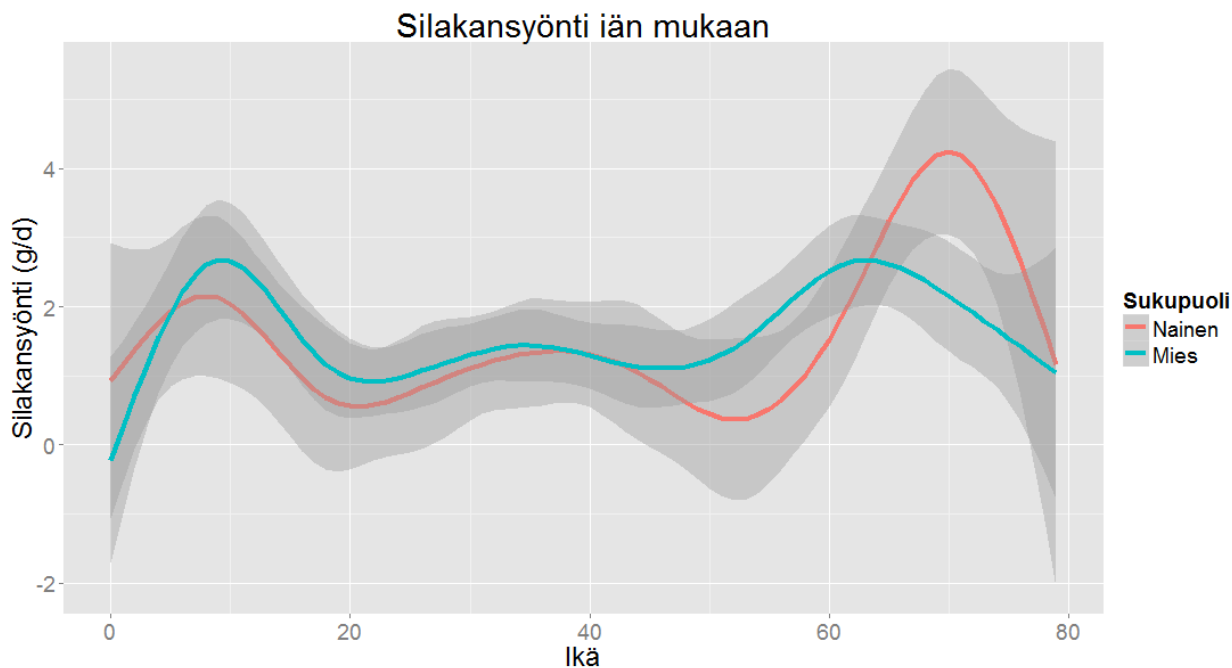
toja ei ole esitettyinä). Mutta kun mukaan otetaan kouluruokailuista saadut tiedot, syöntiarviot suurenevät ja erityisesti arviot kokonaan silakkaa syömättömien lasten osuudesta pienenevät. Silakansyönti on keskimäärin noin 1 - 2 grammaa päivässä (kuvat 6 ja 7). Hyvin harvat syövät yli kymmenen grammaa päivässä, mutta hiukan yli puolet ei syö silakkaa lainkaan. Silakansyöjien joukossa keskimulutus on noin 2 - 4 grammaa päivässä.



Kuva 5. Silakansyönti Suomessa ikäryhmän ja sukupuolen mukaan, kun se esitetään kumulatiivisena todennäköisyysjakaumana. Luvut perustuvat simuloituun saantiarvioon, jossa on yhdistetty useita kyselylomakkeen vastauksia, tietoja annoskoosta sekä päiväkotien ja koulujen silakkaruokatarjonnasta. Lasten osalta aineistossa ovat mukana syöntitiedot sekä vanhemmilta että kouluruokailusta.



Kuva 6. Suomalaisen silakansyönnin keskiarvo ikäryhmittäin koko väestössä.



Kuva 7. Silakansyönti Suomessa iän mukaan, kun se esitetään sovitettuna käyränä kummallekin sukupuolelle.

3.4.1 Aikuisten silakansyöntitottumukset

Neljä suomalaista kymmenestä on syönyt silakkaa haastatteluajankohtia edeltäneiden kolmen kuukauden aikana. Silakan syömisessä on eroja ikäryhmittäin, sukupuolittain ja alueittain tarkasteltuna. Miehet suosivat silakkaa naisia useammin. Miehistä lähes puolet (46 %) on syönyt silakkaa haastatteluajankohtaa edeltäneiden kolmen kuukauden aikana, naisista 39 %. Sitä suurempi osa suomalaisista on syönyt silakkaa viimeisen kolmen kuukauden aikana, mitä vanhempia ikäryhmiä tarkastellaan. Yli 65-vuotiaista lähes puolet (48 %) on syönyt silakkaa viimeisen kolmen kuukauden aikana.

Alueellisesti tarkasteltuna silakkaa viimeisen kolmen kuukauden aikana syöneitä (syyskuuta ja joulukuuta edeltävänä aikana) on muuta Suomea enemmän pääkaupunkiseudulla ja vähemmän Itä- ja Pohjois-Suomessa. Aikuisista noin puolet ei syö silakkaa lainkaan. Yli 15-vuotiaat syövät silakoita tyypillisimmin kokonaisuina, erityisesti yli 55-vuotiaat miehet suosivat kokonaista silakkaa. Keskimääräinen annoskoko kokonaisia silakoita syödessä on aikuisten keskuudessa useimmin 3–5 silakkaa. Yksityiskohtaiset tiedot aikuisten silakan syöntitottumuksista löytyvät liitteestä 2.

3.4.2 Lasten silakansyöntitottumukset

Alle 4-vuotiaista lapsista silakkaa on syönyt yli kymmenes ja 7–14-vuotiaista kolmannes. Puolet tutkimukseen osallistuneista lapsista ei syö silakkaa lainkaan. Silakan syömisessä on selviä eroja myös sen mukaan onko lapsi kotihoidossa vai päiväkodissa tai koulussa. Vanhemman antamien tietojen mukaan kotihoidossa olevista

lapsista vain hieman yli kymmenes (11 %) on syönyt viimeisen kolmen kuukauden aikana silakkaa, kun päiväkodissa olevista lapsista silakkaa syöneitä on neljännes ja koululaisista kolmannes. Kuitenkin kun tähän lisätään tiedot koulujen ja päiväkotien ruokavastaavilta, näyttää silakkaa ainakin joskus syövien lasten osuus olevan pikemminkin 50–60 %.

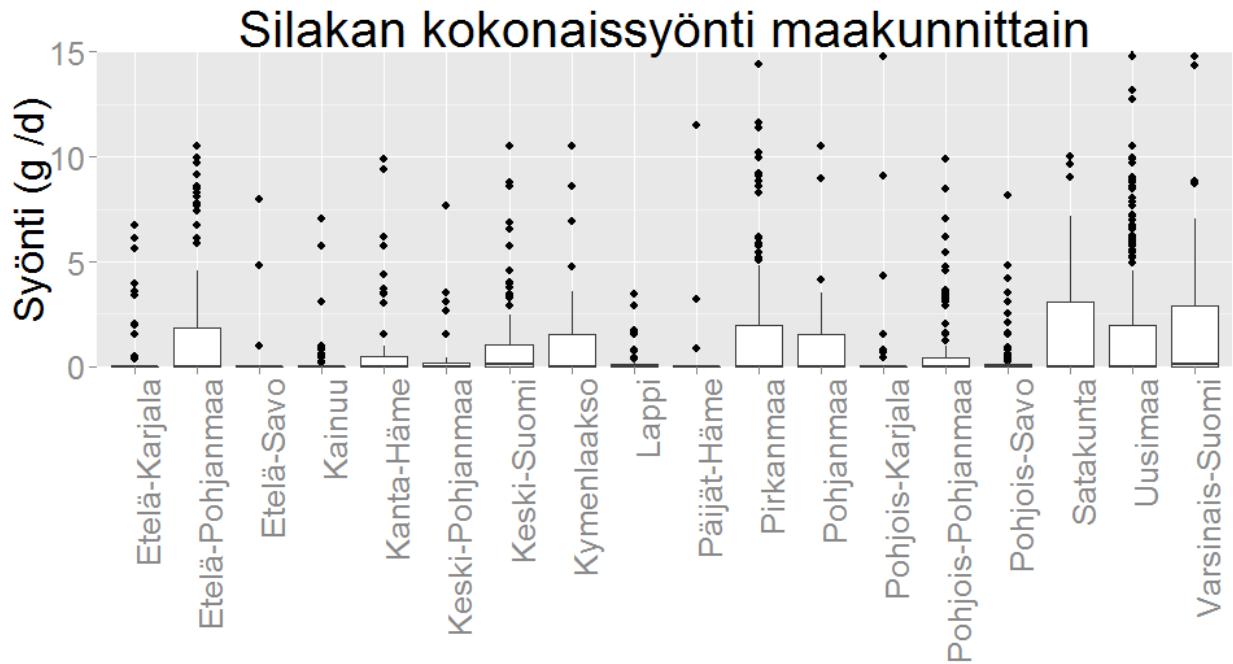
Alle 15-vuotiaista koululaiset syövät vanhempien mukaan erityisesti kokonaista silakkaa, jota syö noin neljännes. Päiväkodissa hoidossa olevat lapset syövät silakkaa yhtä paljon sekä kokonaisuena (14 %) että pääruoassa raaka-aineena (16 %). Kotihoidossa olevista lapsista syö kokonaista silakkaa edes joskus noin kymmenes. Sen sijaan vain harva kotihoidossa olevista lapsista syö silakkaa pääruoassa raaka-aineena (3 %) tai muuta ruokaa, jossa silakka on vain lisukkeena (2 %). Alle 15-vuotiailla keskimääräinen annoskoko kokonaisia silakoita syödessä on useimmin 1–2 silakkaa. Yksityiskohdattaiset tiedot lasten silakansyönnistä löytyvät liitteestä 3.

Päiväkotien ja koulujen ruokahuollosta vastaavista henkilöistä hieman yli puolet vastasi, että jotain silakkaruokaa on tarjolla ainakin joskus, tällöin yleisimmin 1 kerran 2 kk:n aikana (liite 2). Yleensä kyseessä on kokonainen silakka (paistettu tai pihvi). Yksittäisten silakoiden lkm/annos on yleensä 2, ja silakan määrä useimmiten 50–100 g/annos. Päiväkodeissa olevista lapsista lähes kaikki tai suurin osa syö silakkaa silloin kun sitä on tarjolla, yläasteella olevien lasten keskuudessa silakkaa syö selvästi pienempi osa lapsista. Tarkat prosenttiosuudet näihin tietoihin liittyen löytyvät liitteestä 3.

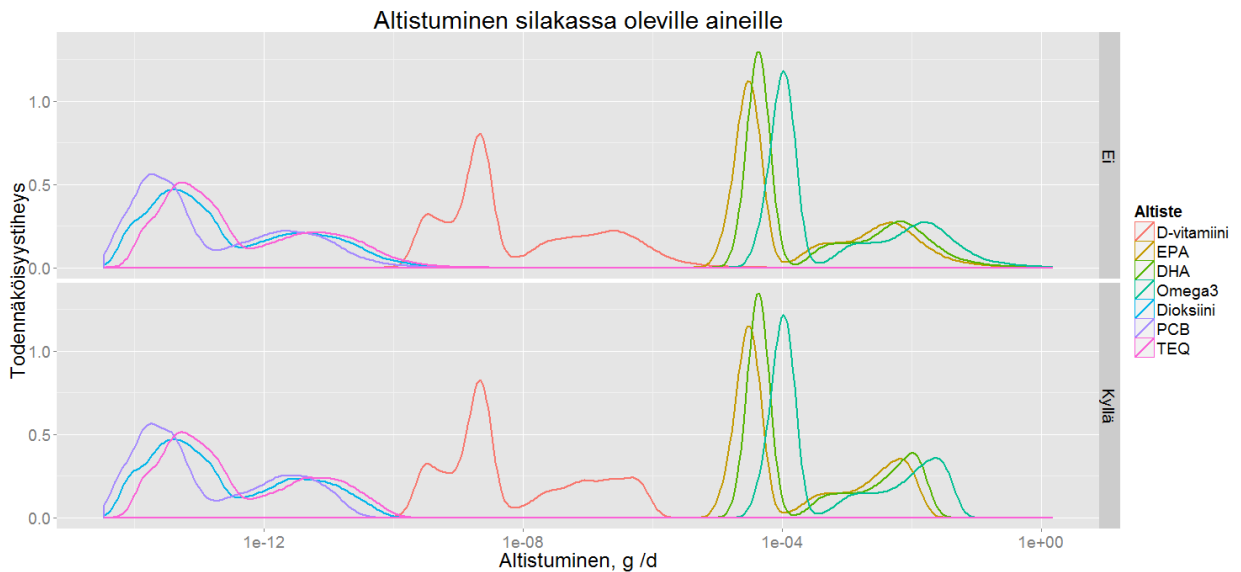
3.5 Silakansyöntiä selittävät tekijät

Aineistosta tehtiin regressioanalyysi (taulukko 7) erikseen aikuisille ja lapsille sen selvittämiseksi, mitkä tekijät olivat kytköksissä silakansyönnin määrään. Tähän otettiin kaksi eri lähestymistapaa. Ensin yritettiin selittää yksittäisten ihmisten silakan kokonaisuöntiä. Sen jälkeen tarkasteltu tutkimusväestö jaettiin kahteen osaan: suurkuluttajiin eli yli 10 grammaa päivässä syövät ja muut. Näiden kahden ryhmän välille koetettiin löytää eroja muista kysytyistä tekijöistä.

Kaikkein selkeimmin silakansyöntiä lisäsi ikä, noin 0,4 grammaa päivässä jokaista vuosikymmentä kohti. Myös asuinpaikalla oli merkitystä: rannikon maakunnissa syötiin enemmän silakkaa kuin sisämaassa (kuva 8). Ero oli jopa puolitoista grammaa päivässä yli keskiarvon (Satakunta, Pohjois-Pohjanmaa) tai lähes gramman alle keskiarvon (Lappi). Miehet näyttivät syövän hieman enemmän silakkaa, mutta ero ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Asuinpaikka ja ikä näyttävät siis olevan parhaimmat selittävät tekijät silakankulutukselle. Altistuminen tutkituille silakassa oleville ympäristömyrkyille ja ravintoaineille on esitetty kuvassa 9.



Kuva 8. Silakan kokonaissyönti maakunnittain.



Kuva 9. Altistuminen tutkituille silakassa oleville ympäristömyrkyille ja ravintoaineille. Yläkuvassa on nykyinen kalansyönti; alakuvassa oletetaan, että kaikki noudattavat silakansyöntirajoitusta 3g/d.

Mielenkiintoista oli, että kun tarkasteltiin suurkuluttajia, maakunnan vaikutus hävisi. Jatkossa olisi kiinnostavaa selvittää, onko kyseessä vain tilastollisen voiman puute, vai ovatko suurkuluttajat ehkä jossain muussa suhteessa kuin asuinpaikan suhteen erilaisia. Ikä oli vahvin suurkulutusta selittävä tekijä. Tässä asiassa myös sukupuoli oli selvä vaikutus, ja miesten joukossa oli enemmän suurkuluttajia.

Lapsista tulokset olivat samansuuntaisia. Ikä vaikutti selvästi silakansyöntiä lisäävästi. Rannikolla ja Pirkanmaalla silakansyönti oli yleisempää, joskaan erot eivät olleet niin selkeitä kuin aikuisilla. Lapsissa suurkulutukselle ei näissä analyyseissä löytynyt selittäviä tekijöitä; lapsen ikä vaikutti jonkin verran.

Taulukko 7. Lineaarisen regressiomallin antamat kertoimet ja tilastolliset merkitsevyydet silakansyöntiä (g/d) selittäville tekijöille.

Muuttuja	Arvo	Estimaatti	Keskivirhe	t-arvo	p-arvo
(Vakio)		-1,71	1,17	-1,46	0,14
Sukupuoli	Nainen	-0,18	0,30	-0,62	0,54
Ikä (vuosina)		0,04	0,01	2,98	0,003 **
Ruumiinpaino (kg)		0,01	0,01	1,14	0,25
Ammatti	Eläkeläinen	-0,12	0,59	-0,21	0,84
	Johtava asema	0,65	1,05	0,61	0,54
	Kotiäiti/-isä	0,96	1,04	0,93	0,35
	Maanviljelijä	0,64	1,80	0,36	0,72
	Opiskelija, koululainen	0,46	0,63	0,74	0,46
	Työntekijä	-0,20	0,54	-0,37	0,71
	Työtön	-0,37	0,73	-0,50	0,62
	Ylempi toimihenkilö/ asiantuntija	0,25	0,62	0,41	0,68
	Yrittäjä	0,35	0,75	0,47	0,64
Maakunta	Etelä-Pohjanmaa	1,38	0,83	1,65	0,10
	Etelä-Savo	-0,36	1,32	-0,27	0,78
	Kainuu	-0,39	0,92	-0,42	0,67
	Kanta-Häme	0,27	1,03	0,27	0,79
	Keski-Pohjanmaa	1,45	1,12	1,30	0,19
	Keski-Suomi	-0,068	0,82	-0,08	0,93
	Kymenlaakso	0,97	1,06	0,91	0,36
	Lappi	-0,89	0,95	-0,94	0,35
	Päijät-Häme	-0,55	1,65	-0,34	0,74
	Pirkanmaa	1,43	0,75	1,91	0,06
	Pohjanmaa	0,42	1,53	0,27	0,78
	Pohjois-Karjala	0,18	0,85	0,21	0,83
	Pohjois-Pohjanmaa	1,75	0,77	2,27	0,02 *
	Pohjois-Savo	-0,33	0,77	-0,43	0,67
	Satakunta	1,63	0,84	1,93	0,05
	Uusimaa	1,14	0,68	1,68	0,09
	Varsinais-Suomi	1,12	0,78	1,44	0,15

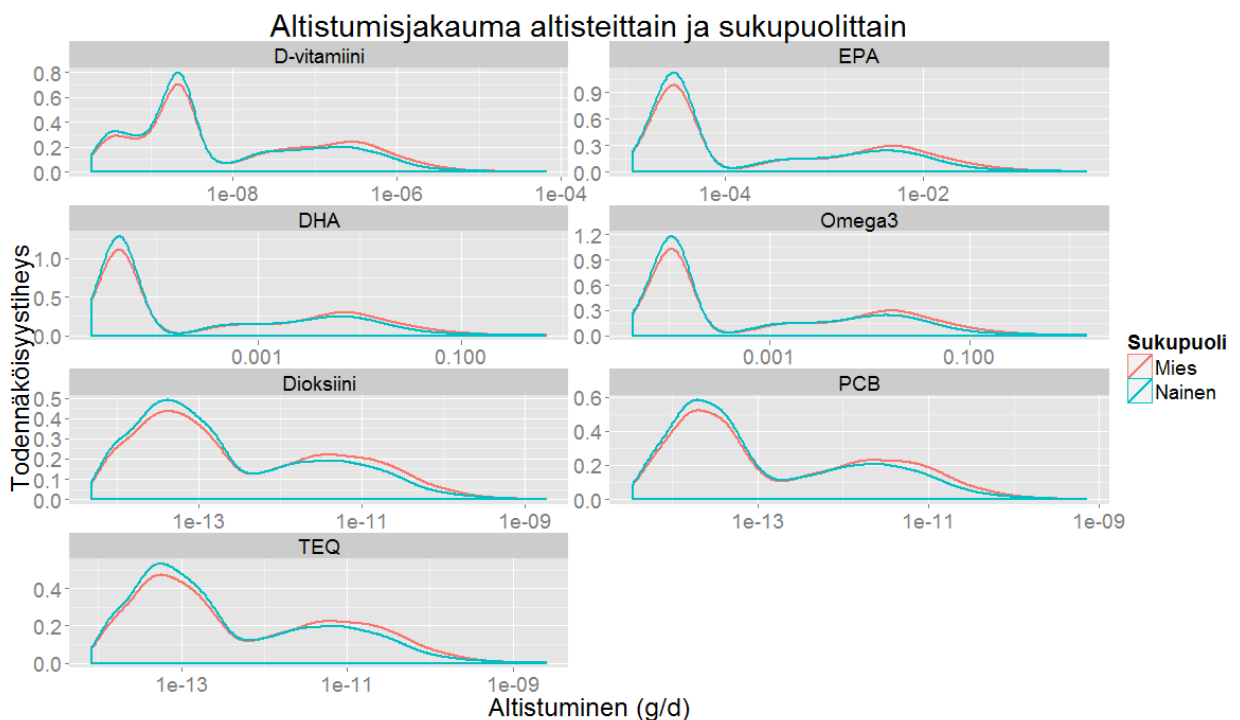
Tilastolliset merkitsevyydet: 0 **** 0,001 *** 0,01 ** 0,05 * 0,1 ' ' 1

Residuaalikeskivirhe: 6,09, 2220 vapausastetta (57 havaintoa poistettu puuttuvan tiedon takia)
 R^2 : 0,02663, sovitettu R^2 : 0,01392. Koska nämä arvot ovat pieniä, käytetty malli pystyi vain huonosti selittämään silakansyönnin vaihteluita. Yksittäisen ihmisen silakansyöntiä on siis hyvin vaikea ennustaa, jos käytettävissä ovat vain taulukossa esitetyt tiedot.

F-testi: 2,095 vapausasteilla 29 ja 2220, p-arvo: 0,0005686

3.6 Terveysvaikutukset

Päätulos on selvä: yli 50-vuotiailla naisilla ja varsinkin miehillä silakansyönnin terveyshyödyt ovat selkeästi suuremmat kuin terveyshaitat. Suurimmat terveyshyödyt saadaan sydäntautia ja sydänkuolleisuutta vähentävästä vaikutuksesta, joka oli -688 (95 % LV -2126--41) DALY/vuosi (kuva 10), joka on itseisarvoltaan noin kolmannes koko passiivitupakoinnin tautitaakasta Suomessa (2000 DALY/vuosi). Tässä ikäryhmässä kaikki tutkitut terveyshaitat ovat vain murto-osa hyödyistä, joten silakkaa voi tällä perusteella huoletta suositella yli 50-vuotiaiden ravinnoksi ilman ympäristömyrkyistä johtuvaa ylärajaa.



Kuva 10. Altistuminen silakan aineille sukupuolittain.

Omega-3-rasvahappojen annosvaste on epälineaarinen eli niiden tuottama lisähyöty pienenee, jos niitä saadaan myös muualta. Tätä vaihtoehtoa on myös tarkasteltu olettamalla 90–120 mg/d EPA:a ja DHA:ta kumpaakin muusta ravinnosta, mikä on Finriski-tutkimuksen mukaan lähellä suomalaisen saannin keskiarvoa. Terveyshyödyt pienenevät selvästi verrattuna tilanteeseen, jossa silakka on ainoa näiden rasvahappojen lähde (kuva 11). Kuitenkaan päätelmä ei muutu, koska hyödyt ovat edelleen paljon suuremmat kuin haitat.

Myös D-vitamiinista tarkasteltiin muun saannin merkitystä. Tämä tarkastelu ei kuitenkaan ollut kovin informatiivinen, koska suomalainen keskisaanti ylittää suosituksen, jolloin silakansyönti ei auttanut suosituksen saavuttamista. Toisaalta, kun oletettiin, ettei muita D-vitamiinilähteitä ole, pelkkä silakansyönti vain hyvin harvoin riitti kattamaan koko D-vitamiinitarpeen eli siinäkin tilanteessa terveyshyötyä ei nähty. Tämä tulos on kuitenkin keinotekoinen, koska a) väestössä on kuitenkin osapopulaa-

tioita, jotka jäävät hieman alle suosituksen ja joilla silakka auttaisi pääsemään suositukseen ja b) mallissa oletetaan D-vitamiinille porrasfunktio eli pienikin suosituksesta poikkeaminen aiheuttaa täysimääräisen terveyshaitan. Todellisuus on tietenkin liukuvampi, mutta sen tarkempi tarkastelu edellyttäisi tietoa D-vitamiinin todellisten terveysvaikutusten annosvasteista ja saannin jakaumasta väestössä.

Alle 50-vuotiailla tilanne on varsin erilainen (kuvat 11 ja 12). Sydänkuoleman ja aivohalvauksen taustariski ja siten tautitaakka on niin pieni, ettei silakansyönnillä ole näihin vasteisiin juuri mitään vähentävää vaikutusta. Mutta miehillä myös haitat ovat olemattoman pieniä, joten silakkarajoitukset miehille eivät ole perusteltuja ainakaan tässä tarkasteltujen terveysvaikutusten takia. Dioksiinien syöpäriski arvioitiin hyvin pieneksi, eikä miesten altistuminen dioksiineille välity lapseen. Sama koskee luonnollisesti naisia, jotka eivät enää hanki lapsia.

Naisilla sen sijaan nimenomaan sikiön ja imeväisen altistuminen raskauden ja imeytyksen aikana on erittäin merkittävä altistusreitti, ja siksi hedelmällisessä iässä olevia naisia tarkasteltiin erikseen. Olennaisia altisteita ovat istukan ja äidinmaidon kautta välittyvät dioksiinit, jotka voivat aiheuttaa lapselle kehityshäiriöitä kuten poskihammasvauriota. Vaikka koe-eläimillä on todettu jopa pienillä annoksilla myös muita kehityshäiriöitä, ihmisillä hammasvauriot ovat kenties kaikkein herkin raportoitu dioksiinien haittavaikutus, ja sen vuoksi tässä riskinarviossa tarkastellaan erityisesti niitä. Myös rotilla hampaiden kehityshäiriöt ovat kaikkein herkimpään vasteiden joukossa. Voidaan olettaa, että ihmisillä hammasvauriota voidaan pitää yleismittarina kaikista kehityshäiriöistä. Haittapainokerroin on arvioitu yläkanttiin sen huomioimiseksi, että hammasvaurioiden lisäksi jonkin muun kehityshäiriön riski saattaa lisääntyä tutkitulla altistuksella. Suurten annosten vakavat häiriöt, joita ihmisillä on nähty mm. Yusho- ja Yucheng-myrkytysten yhteydessä, eivät ole nykyaltistuksilla olennaisia ja siksi niitä ei tarkastella erikseen. Tarkastelluista silakan ravintoaineista DHA vaikuttaa myönteisesti lapsen älykkyyssosamäärään (ÄO), ja vaikutuksen oletetaan välittyvän nimenomaan äidin kalansyönnin kautta lähinnä sikiöaikana.

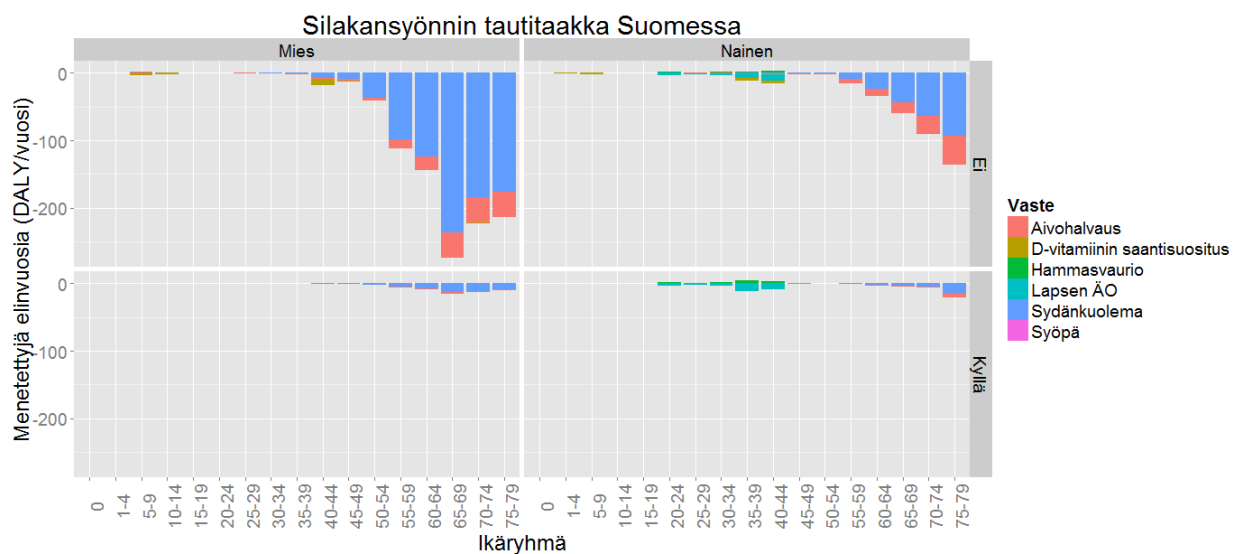
Lapsiin kohdistuva dioksiineista johtuva terveyshaitta, käytännössä hammasvaurio, oli noin 11 (95 % LV 0–88) DALY/vuosi (kuva 12). Tämä terveyshaitta kohdistuu pienen osaväestöön eli kunakin vuonna syntyviin lapsiin, joka on noin prosentti koko väestöstä. Lisäksi dioksiinien aiheuttama syöpähaitta 0–19-vuotiailla oli noin 1–2 DALY (kuva 12). Lasten oma silakansyönti voi myös aiheuttaa vastaavaa terveyshaittaa periaatteessa mutta tuskin käytännössä. Tältä osin malli on vielä puutteellinen eikä hyvää vertailua ole lapsen saamasta altistuksesta istukan/äidinmaidon tai toisaalta ulkopuolisen ruoan kautta. Kuitenkin dioksiinien osalta on ilmeistä, että äidistä tuleva altistus on paljon suurempi, koska siinä purkautuvat vuosien ajan rasvaan kertyneet dioksiinit erityisesti pitkän imeytyksen aikana, eikä lapsi voi itse syödä kalaa vastaavia määriä.

Kannattaa myös huomioida, että lapsuudenaikaisen, onnettomuusperäisen dioksiini-altistuksen on kuvattu vaikuttavan haitallisesti miehen siemennesteen laatuun (siittiöiden määrään ja liikkuvuuteen). Yhdysvaltain ympäristöjärjestön US EPA:n sivuil-

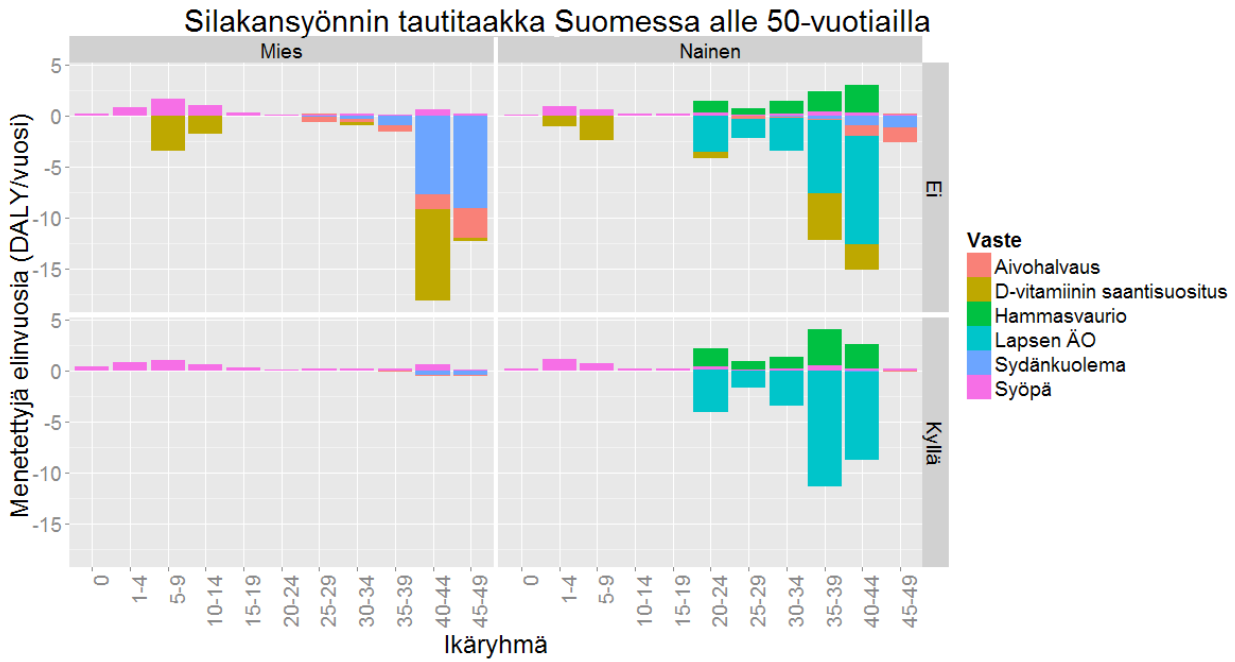
ta löytyvä LOAEL-arvo tälle vaikutukselle on 20 pg/kg/d (Mocarelli et al. 2008) ja EPA:n käyttämä epävarmuuskerroin 30, jolloin siedettävän päiväsaannin arvoksi (US EPA käyttää termiä "reference dose") krooniselle suun kautta tapahtuvalle altistukselle tulee 0,7 pg/kg/vrk (US EPA 2012; <http://www.epa.gov/iris/subst/1024.htm>). Keskimääräinen suomalaisten dioksiini-altistus, 1,9 pg/kg/vrk (TEQ), on selvästi alle LOAEL-arvon, mutta yli em. siedettävän päiväsaannin. Voidaan siis todeta, että keskimäärin väestö lienee turvassa tältä vaikutukselta, mutta silakkaa suurkuluttavien poikien kohdalla tämä vaikutus tulisi sisällyttää tuleviin arviointeihin. Alle kymmenen-vuotiaiden poikien ryhmässä mallin mukaan 17 %:lla EPA:n ohjearvo ylittyi.

Kuvissa 13 ja 14 on esitetty terveysvaikutus tilanteessa, jossa nykykulutusta rajoitetaan 3 gramman päiväsaannin ylittävältä osalta kolmeen grammaan. Näin suurkuluttajien silakansyönti vähenee ja muiden pysyy ennallaan. Kuvassa on erotus nykytilaan verrattuna, eli positiiviset arvot tarkoittavat terveyshaitan suurenemista. Kuvista nähdään, että rajoitus johtaisi kokonaisterveyshaitan suurenemiseen, joskin haittaa aiheuttavat terveysvasteet muuttuisivat jonkin verran. Erityisesti yli 50-vuotiailla rajoitus aiheuttaisi terveyshaittaa sydänhyötyjen menettämisen takia, mutta myös hedelmällisessä iässä olevilla naisilla tulee lapsiin kohdistuvaa terveyshaittaa älykkyyteen myönteisesti vaikuttavien omega-3-rasvahappojen vähentyessä. Syöpä- ja hammasvauriovaikutusten väheneminen (noin 6 ja 7 DALY/vuosi vastaavasti) ei ole lähellekään saman suuruinen kuin rajoituksen aiheuttaman terveyshaitan sydänvaikutuksiin (n. 200 DALY/vuosi), aivohalvukseen (63 DALY/vuosi) ja lasten älykkyyteen (13 DALY/vuosi).

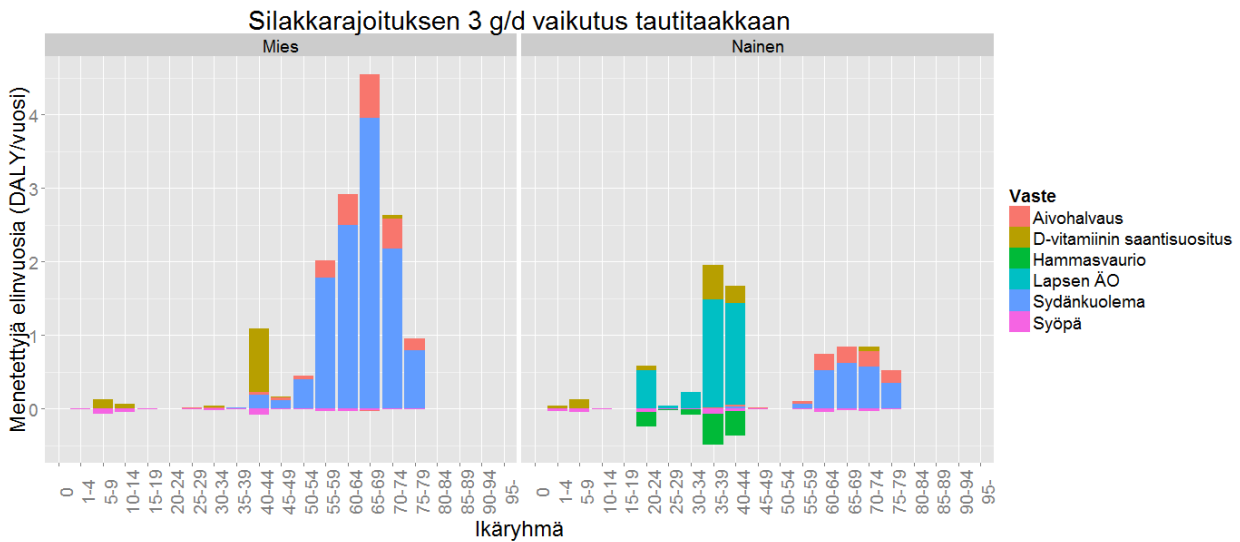
Kuvassa 15 on esitetty silakansyönnin aiheuttama yksilöllinen terveyshaitta eri terveysvasteiden mukaan jaoteltuna silakansyönnin määrän suhteen.



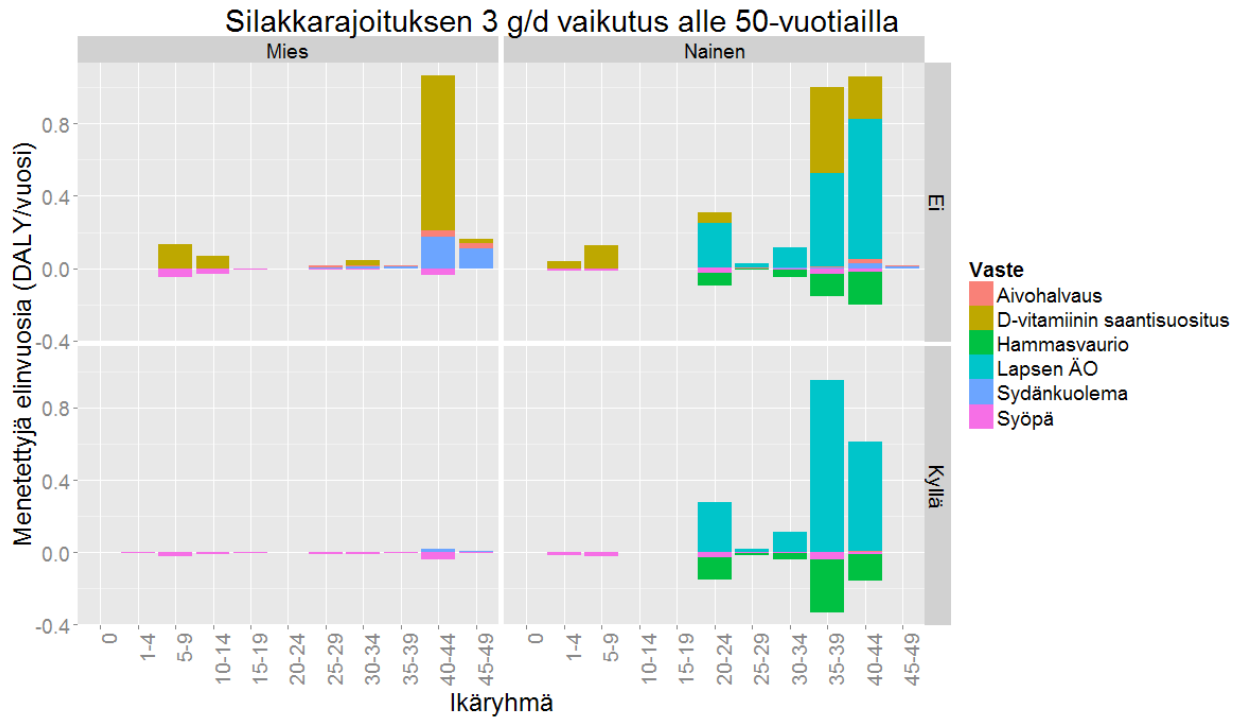
Kuva 11. Silakansyönnin terveyshaitat haittapainotettuina elinvuosina mitattuna Suomessa ikäryhmittäin sukupuolen mukaan jaoteltuna. Yläpaneelissa oletetaan, ettei D-vitamiinia ja omega-3-rasvahappoja saada mistään muusta lähteestä. Alapaneelissa oletetaan keskimääräinen suomalainen saanti näille ravintoaineille, jolloin silakan tuoma lisähyöty sydänkuoleman ja aivohalvauksen osalta pienenee.



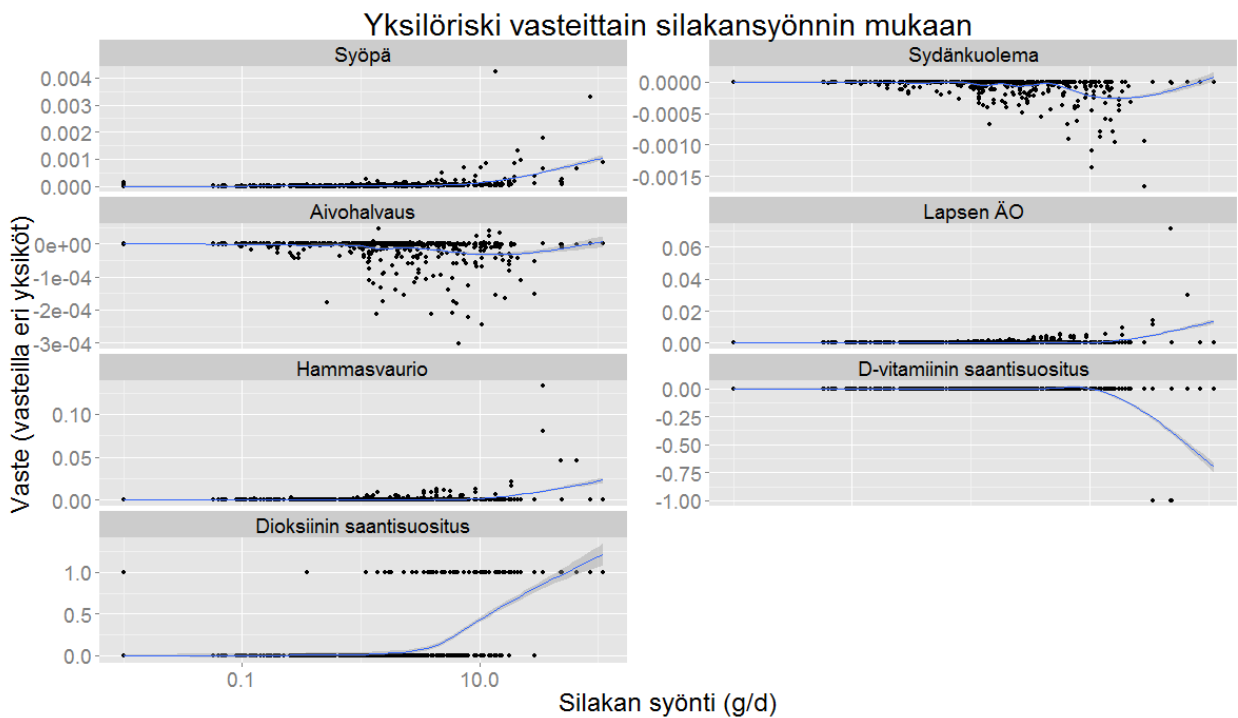
Kuva 12. Silakansyönnin terveyshaitat ikäryhmittäin ja sukupuolittain. Kuva on osasuurennos edellisestä kuvasta rajautuen vain alle 50-vuotiaisiin.



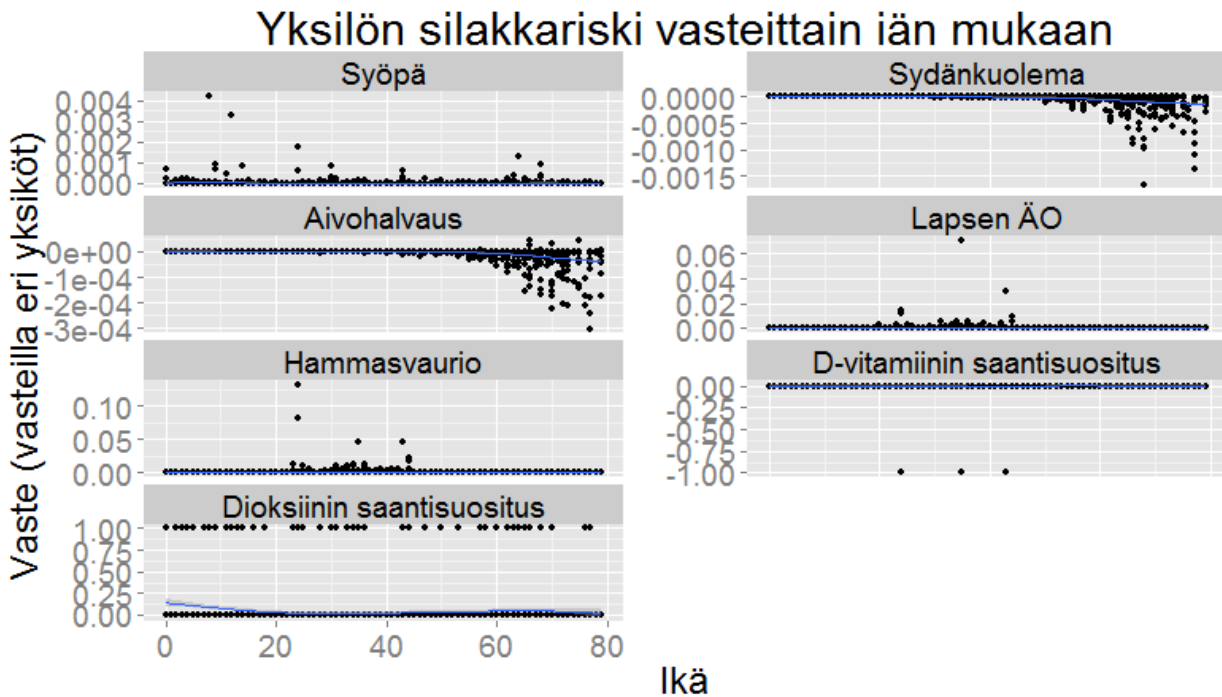
Kuva 13. Silakkarajoitusten vaikutus tautitaakkaan. Rajoituksessa yli 3 g/d silakkaa syövät vähentävät syönnin tasan kolmeen grammaan. Muiden osalta ei tule muutosta. Kuvassa oletetaan, että puolessa tapauksista muu kalansyönti huomioidaan ja puolessa taas ei eli tilanne on näiden kahden tarkastelun keskiarvo. Seuraavassa kuvassa nämä kaksi tilannetta on eritelty alle 50-vuotiaiden osalta.



Kuva 14. Silakkarajoitusten vaikutus tautitaakkaan alle 50-vuotiailla. Ylärivillä on muutos, joka syntyy, jos muuta kalansyöntiä ei huomioida eli silakka on ainoa omega-3-lähde. Alarivissä oletetaan keskimääräinen muu kalansyönti. Muuten oletukset ovat kuten kuvassa 13.



Kuva 15. Silakansyönnin aiheuttama yksilöllinen terveyshaitta eri terveysvasteiden mukaan jaoteltuna silakansyönnin määrän suhteen. Vasteet ovat eri yksiköissä: Syöpä; kuolemanriski elinaikana; sydäntauti: kuolemanriski per vuosi; lasten älykkyys: ÄO-pisteiden muutos; D-vitamiini- ja dioksiinisaantisuositukset: poikkeama suosituksesta (nolla on suosituksen mukainen tilanne, -1 on poikkeama terveelliseen ja 1 poikkeama epäterveelliseen suuntaan).



Kuva 16. Yksilöllinen silakkariski vasteittain silakansyöjän iän mukaan. On syytä huomata, että lapsen hammasvaurion ja älykkyydosamäärän (ÄO) osalta kyseessä on äidin silakansyönti ja äidin ikä. Syövän osalta taas esitetään elinikäinen syöpäriski olettaen, että henkilö jatkaisi silakansyömistä samalla tavalla kuin tarkasteluhetkellä koko elämänsä ajan. Vasteiden yksiköt ovat kuten kuvassa 15.

3.7 Kalan syöntisuositukset

Syöntisuosituksia tarkasteltiin kolmesta näkökulmasta. Ensinnäkin, tunnetaanko nykyiset syöntisuositukset? Toiseksi, mitä hyöty-riskiarvio sanoo erilaisista syöntisuosituksista? Kolmanneksi, minkä asioiden suhteen tarvittaisiin lisätietoa päätöksentekoa parantamaan?

Kalan yleinen syöntisuositus tunnettiin varsin hyvin (liite 2), sillä lähes yhdeksän vastaajaa kymmenestä sanoi tietävänsä, että kalaa tulisi syödä kaksi kertaa viikossa vaihdellen eri kalalajeja. Parhaiten kalan yleinen syöntisuositus oli yli 35-vuotiaiden naisten tiedossa, heistä keskimäärin 93 % on tietoinen suosituksista.

Virallista, silakkaa koskevaa poikkeusta ei tiedetty yhtä hyvin kuin yleisiä kalansyöntisuosituksia. Kaikista vastaajista (yli 15-vuotiaat) vajaa kolmasosa tiesi silakan syönnin liittyvän poikkeuksen olevan se, että lapset, nuoret ja hedelmällisessä iässä olevat voivat syödä isoa silakkaa vain 1–2 kertaa kuukaudessa 100 gramman annoksina. Parhaiten poikkeuksesta olivat tietoisia 35–54-vuotiaat naiset, joista reilu kolmannes tiesi poikkeuksesta.

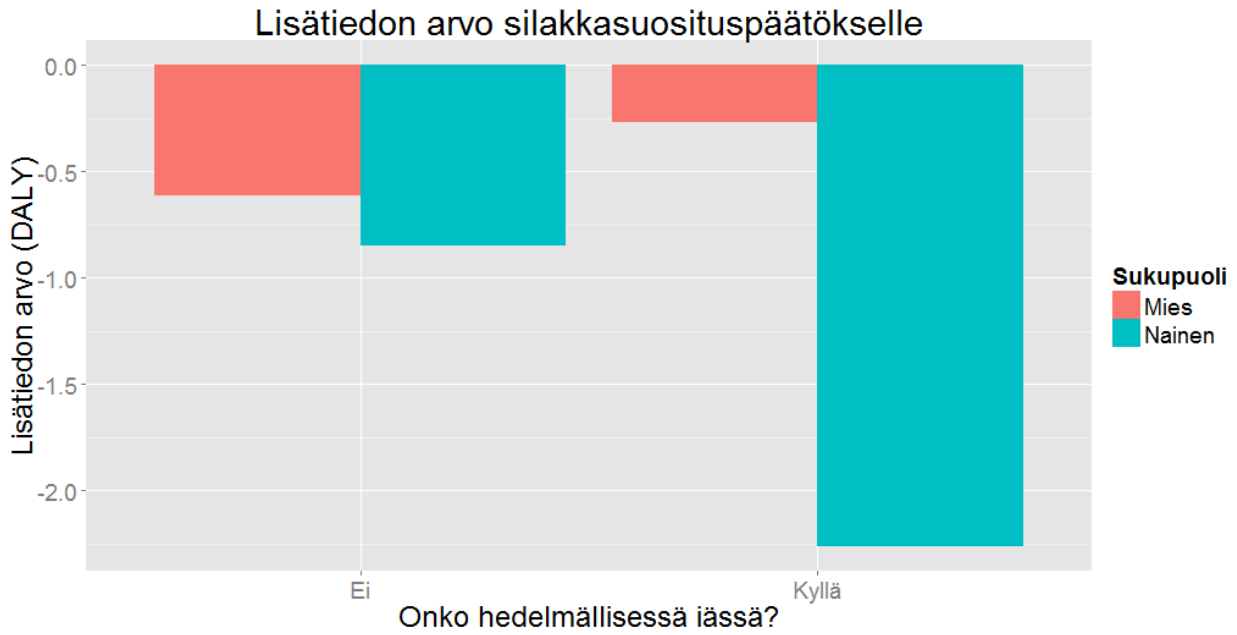
Kuvassa 17 esitetään arvio siitä, olisiko satunnaisesti valitulle, ikäryhmään kuuluvalla henkilölle terveyshyötyä nykyisen, kolme grammaa ylittävän silakansyönnin rajoittamisesta korkeintaan kolmeen grammaan päivässä. "Terveyshyöty" on tässä mää-

ritelty siten, että suosituksen noudattamisen edellytetään parantavan henkilön (tai hänen syntymättömän lapsensa) terveyden odotusarvoa vähintään yhden terveen elinpäivän verran elinaikana eli 0,00004 DALY:a vuodessa. Todennäköisyys on suurin hedelmällisessä iässä oleville naisille, mutta heillekin se on vain noin 10 %, eli melko varmasti rajoituksen noudattamisesta ei olisi henkilölle mitään hyötyä.

Kuvassa 18 esitetään lisätiedon arvo sille, että harkittaisiin suositusta jollekin ikäryhmälle lopettaa kokonaan silakansyönti. Lisätiedon arvo mittaa sitä, kuinka paljon parempia päätöksiä voitaisiin tehdä, jos kaikki malliin kuvatut epävarmuudet voitaisiin tutkimuksen avulla tai muuten kokonaan poistaa. Lisätiedon arvo on tässä tapauksessa vain muutaman DALY:n luokkaa, joten käytännössä mallin epävarmuuksilla ei ole mitään vaikutusta arvioinnin päätelmiin. Sen sijaan mallista puuttuvat epävarmuudet voivat olla tärkeitä; näistä keskustellaan jäljempänä.



Kuva 17. Todennäköisyys sille, että henkilö saisi terveyshyötyä alentamalla silakansyöntinsä kolmeen grammaan päivässä. "Terveyshyöty" on tässä määriteltä siten, että suosituksen noudattamisen edellytetään parantavan henkilön terveyden odotusarvoa vähintään yhden terveen elinpäivän verran elinaikana eli 0,00004 DALY:a vuodessa.



Kuva 18. Tiedonarvoanalyysi (value of information analysis) silakkasuositukselle. Tarkastelussa on lisätiedon arvo sille, että harkittaisiin suositusta hedelmällisessä iässä oleville (20 – 44-vuotiaille) tai muille rajoittaa silakansyönti korkeintaan kolmeen grammaan päivässä eli noin yhteen annokseen kuukaudessa. Kuten kuvasta näkee, lisätiedolla on varsin vähän merkitystä tässä päätöksessä, koska arvot ovat vain muutaman DALYn luokkaa, kun taas terveysvaikutukset ovat useita satoja DALYja ja alle 50-vuotiaillakin kymmeniä DALYja.

4 Pohdinta

Itämeri on saastunut dioksiineilla ja PCB-yhdisteillä, ja näitä pysyviä ympäristömyrkyjä kertyy varsin paljon myös rasvaiseen kalaan kuten silakkaan. Kuitenkin kala siinänsä on terveellistä ravintoa varsinkin vanhemmille ikäryhmille sydänhyötyjen takia. Sen sijaan lasten, nuorten ja hedelmällisessä iässä olevien naisten sekä erityisesti odottavien ja imettävien äitien kohdalla vaatii pohdintaa, ovatko silakansyönnin riskit vai hyödyt suuremmat. Vastaus ei ole itsestään selvä, sillä ratkaisevaa on, mitä asioita ja terveysvaikutuksia pidetään tärkeinä. Tässä tutkimuksessa pyrittiin syventämään näkemystä silakansyönnin kokonaishyödyistä ja -riskeistä, kun tutkimuskohteenä olivat silakan sisältämät haitalliset aineet, dioksiinit ja PCB:t ja vastaavasti hyödylliset aineet, D-vitamiini ja omega-3-rasvahapot.

Keskimäärin suomalaisten silakankulutus vastaa syöntisuosituksia. Yleiset syöntisuositukset ja siihen liitetyt Eviran antamat poikkeukset vuodelta 2004 ovat vuosien ajan muuttaneet kuluttajan käyttäytymistä niiden antamien ohjeiden mukaisesti. Asuinpaikka ja ikä näyttävät olevan parhaimmat selittävät tekijät silakankulutukselle. Lapsista päiväkodeissa olevat lapset syövät silakkaa useammin kuin kotihoidossa olevat. Silakansyönnin aiheuttamista terveyshaitoista merkittävin on lapsiin äidin altistuksen kautta kohdistuva kehityshäiriöiden (hammasvaurion) riski, jonka arvioitiin olevan noin 11 DALY:a vuodessa. Dioksiinit ovat myös tunnettuja syöpävaarallisuudestaan, mutta uudempien tutkimusten mukaan syöpäriski ei ole suurin terveysuhka, vaan se saattaa olla merkittävää vasta hyvin suurilla altistuksilla, jotka ovat harvinaisia nykyään.

Tasapaino riskien ja hyötyjen välillä on herkkä ja riippuu suuresti siitä, miten eri asioita arvostetaan, ja mitä tutkimuksia on saatavilla hyödyistä ja haitoista. Tässä erityisessä tutkimuksessa on haluttu testata hyöty-riskinarvioinnin toimivuutta, ja sen oikeaan osuvuutta on syytä ja tarkoitus myöhemmin tarkastella uusilla tutkimuksilla. Epävarmuudet ovat suuria, mutta eivät niin suuria, etteikö tuloksista voisi tehdä robusteja eli jämeriä päätelmiä. Tutkimuksen perusteella dioksiinien ja PCB:iden riskit ovat niin pienet, että tavallisen kuluttajan ei tarvitsisi asiaa murehtia, kunhan noudattaa nykyisiä yleisiä kalan syöntisuosituksia.

Toisaalta voisi mainita Ruotsin elintarvikeviraston kannan, joka varoittaa riskiryhmiä syömästä silakkaa yli kolmea kertaa vuodessa. Tämä perustuu siihen, että dioksiinien ja PCB-yhdisteiden pitoisuudet Itämeren kaloissa ovat niin suuria, että ne usein ylittävät EU:n asettamat raja-arvot. Riskiryhmänä ovat hedelmällisessä iässä olevat naiset, koska dioksiineista johtuvien kehityshäiriöiden riski kasvaa jo hiukan nykyistä altistumisista suuremmilla pitoisuuksilla.

Nyt tehdyn hyöty-haitta-arvion mukaan suomalaiset yleiset kalan syöntisuositukset ovat terveyden näkökulmasta tarpeelliset. Tänä päivänä silakan syönti on vähentynyt niin, että tässä tutkimuksessa ei enää havaittu silakan syöntirajoituksen mainittavasti vähentävän muutenkin pientä dioksiiniriskiä. Silakan pieni kulutus voi jopa estää lisäterveyshyötyjen saamisen ihmisillä, jotka mielellään söisivät paljon silakkaa.

Jatkossa olisi tärkeä sisällyttää hyöty-riskiarvioihin myös muut ympäristömyrkyt, joista tärkeimpiä ovat metyylielohopea, PBDE-yhdisteet eli palontorjunta-aineet, perfluoratut, vettä hylkivät PFOS-yhdisteet ja laivanpohjamaaleissa käytetyt orgaaniset tinayhdisteet. Näitä yhdisteitä kutsutaan hormonihäiriköiksi, ja niillä kaikilla on kehityshäiriöitä aiheuttavia haittavaikutuksia.

Kaikilla näillä yhdisteillä ja erityisesti isojen metyylielohopea-altistusten osalta on selkeä näyttö tai ainakin vahva epäily terveyshaitoista ihmisellä, ja niiden vaikutusten määrällinen arviointi silakasta ja muista kaloista olisi tarpeen. Eivarsa on vuosien ajan tutkittu PBDE-yhdisteitä silakasta samalla kun on mitattu dioksiini- ja PCB-pitoisuuksia. Silakasta on tutkittu valvonnassa myös arseenipitoisuuksia. Silakka näyttää keräävän myös näitä yhdisteitä enemmän kuin muut kalat. Sen sijaan silakan elohopeapitoisuudet ovat tunnetusti jääneet pienemmiksi kuin monien muiden meri- ja sisävesikaloiden.

Kokonaisterveysvaikutusten näkökulmasta silakan erillinen rajoitus ei siis ole enää perusteltu, jos arvioidaan pelkästään dioksiinin ja PCB:n terveysvaikutuksia olemassa olevan tieteellisen tiedon mukaan. Yksittäisen kuluttajan näkökulmasta rajoituksen noudattaminen tuottaa terveyshyötyä vain pienellä todennäköisyydellä jopa riskiryhmässä eli lapsenhankintaa suunnittelevien naisten joukossa. Kuitenkin riskinhallinnassa yleisesti noudatettavan varovaisuusperiaatteen mukaisesti on syytä hankkia lisää tutkimustietoa ja arviointeja myös muiden aineiden terveyshaitoista, ennen kuin silakan syöntisuositusten muuttamista harkitaan. On myös syytä tutkia useamman kalan hyödyt ja haitat, jotka samoissakin vesissä vaihtelevat suuresti kalalajista toiseen.

4.1 Menetelmällisiä kommentteja

Lasten silakansyönti tunnetaan huonommin kuin aikuisten, minkä vuoksi tässä hankkeessa keskityttiin aikaisempaa enemmän lapsiin ja jatkohankkeissa tätä pitää vielä vahvistaa. Toinen parannusehdotus koskee kysymystä lohen kulutuksesta. Kirjoloihen ja Itämeren lohen lisäksi kyselyyn olisi pitänyt sisällyttää norjalainen kasvatettu lohi. Lisäksi vaikuttaa siltä, että haastateltavat eivät välttämättä tiedostaneet käyttämänsä lohikalan lajia ja alkuperää oikein. Lohikalojen kulutusta kysyttäessä pitäisikin kenties pyytää haastateltavaa kiinnittämään erityistä huomiota käyttämänsä lohikalan lajiin.

Kyselytutkimuksessa tarkasteltiin silakan syöntiä kuluneiden 3 kk:n aikana. Siten tämä eroaa tavallisemmista ravitsemustutkimuksista, joissa yleensä ruokapäiväkirjan avulla määritellään ravinnonkäyttö 3 vrk:n ajalta. Kummassakin tapauksessa on kuitenkin mahdollista laskea ravintoaineen (tässä silakan) käyttö muodossa g/kg/vrk. Virhelähteet ovat jossain määrin erilaisia: 3 vrk on varsin lyhyt aika mutta kulutustiedot ovat tarkkoja. Kolme kuukautta kuvastaa periaatteessa paremmin pidemmän aikavälin ravinnonkäyttöä, mutta kulutustiedoissa on (huomattavasti) enemmän epävarmuutta. Tosin nimenomaan silakan kohdalla epävarmuutta vähentää sen käytön suhteellinen vähäisyys; useimmat ihmiset saattavat muistaa hyvinkin tarkasti montako kertaa ovat viimeisen 3 kk:n aikana silakkaa syöneet.

5 Viitteet

Airaksinen R, Hallikainen A, Rantakokko P, Ruokojärvi P, Vuorinen PJ, Parmanne R, Verta M, Mannio J, Kiviranta H. Time trends and congener profiles of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Baltic herring off the coast of Finland during 1978-2009. *Chemosphere*. 2014 Nov;114:165-71.

Alaluusua S, Lukinmaa P-L, Torppa J, Tuomisto J, Vartiainen T. Developing teeth as biomarker of dioxin exposure. *Lancet*. 1999; 353(9148):206.

Alaluusua S, Lukinmaa P-L, Vartiainen T, Partanen M, Torppa J, Tuomisto J. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans via mother's milk may cause developmental defects in the child's teeth. *Environ Toxicol Pharmacol*. 1996; 1:193-197.

Aromaa A, Koskinen S (toim.) *Terveys ja toimintakyky Suomessa. Terveys 2000-tutkimuksen perustulokset*, 2002. (<http://www.terveys2000.fi/julkaisut/b3.pdf>)

Boobis A, Chiodini A, Hoekstra J, Lagiou P, Przyrembel H, Schlatter J, Schütte K, Verhagen H, Watzl B. Critical appraisal of the assessment of benefits and risks for foods, 'BRAFO Consensus Working Group'. *Food Chem Toxicol*. 2012 Nov 2

Bouzan C, Cohen JT, Connor WE, Kris-Etherton PM, Gray GM, König A, Lawrence RS, Savitz DA, Teutsch SM. A quantitative analysis of fish consumption and stroke risk. *Am J Prev Med*. 2005 Nov;29(4):347-52. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16242601>)

Cohen JT, Bellinger DC, Connor WE, Kris-Etherton PM, Lawrence RS, Savitz DA, Shaywitz BA, Teutsch SM, Gray GM. A quantitative risk-benefit analysis of changes in population fish consumption. *Am J Prev Med*. 2005a Nov;29(4):325-34. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16242599>)

Cohen JT, Bellinger DC, Shaywitz BA. A quantitative analysis of prenatal methyl mercury exposure and cognitive development. *Am J Prev Med*. 2005b Nov;29(4):353-65. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16242602>)

Cohen JT, Bellinger DC, Connor WE, Shaywitz BA. A quantitative analysis of prenatal intake of n-3 polyunsaturated fatty acids and cognitive development. *Am J Prev Med*. 2005c Nov;29(4):366-74. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16242603>)

EFSA. Opinion of the SCF on the Risk Assessment of Dioxins and Dioxin-like PCBs in Food 23.11.2000 and 30.5.2001.

EFSA Scientific Committee. Guidance on human health risk-benefit assessment of foods. EFSA Journal 2010; 8(7):1673 (<http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/1673.pdf>)

EVIRA. Kalan syöntisuositukset, poikkeukset. (<http://www.evira.fi/portal/51466>)

Fleith M, Clandinin M. Dietary PUFA for preterm and term infants: review of clinical studies. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2005; 45(3):205-299.

Glynn A, Sand S, Becker W. Risk- och nyttavärdering av strömming/sill från Östersjön och laxfiskar från Östersjön, Väneren och Vättern. Livsmedelsverket, 2011.

Gradowska PL. Food Benefit-Risk Assessment with Bayesian Belief Networks and Multivariable Exposure-Response. Doctoral thesis, 2013.

Hallikainen A, Airaksinen R, Rantakokko P, Koponen J, Mannio J, Vuorinen P, Jääskeläinen T, Kiviranta H. Itämeren kalan ja muun kotimaisen kalan ympäristömyrkyt: PCDD/F-, PCB-, PBDE-, PFC ja OT-yhdisteet. EU-kalat II. Eviran tutkimuksia 2/2011. (<http://www.evira.fi/portal/fi/tietoa+evirasta/julkaisut/?a=view&productId=247>)

Hallikainen A, Kiviranta H, Isosaari P, Vartiainen T, Parmanne R, Vuorinen PJ. Kotimaisen järvi- ja merikalan dioksiinien, furaanien, dioksiinien kaltaisten PCByhdisteiden ja polybromattujen difenyyliettereiden pitoisuudet (EU-kalat I). Elintarvikeviraston julkaisuja, 1/2004. (http://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/asiakokonaisuudet/vierasaineet/eu_kalat_I.pdf)

Hallikainen A, Parmanne R, Kiviranta H, Vartiainen T: Voiko silakkaa edelleen syödä. Dioksiinien saanti elintarvikkeista uudelleen arvioitu. Duodecim 2006;122:801-804

Helldán, Anni; Raulio, Susanna; Kosola, Mikko; Tapanainen, Heli; Ovaskainen, Marja-Leena; Virtanen, Suvi. Finravinto 2012 -tutkimus - The National FINDIET 2012 Survey. THL, 2013. (<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-245-951-0>)

Hoekstra J, Hart A, Boobis A, Claupein E, Cockburn A, Hunt A, Knudsen I, Richardson D, Schilter B, Schütte K, Torgerson PR, Verhagen H, Watzl B, Chiodini A. BRAFO tiered approach for benefit-risk assessment of foods. Food Chem Toxicol. 2012 Nov;50 Suppl 4:S684-98.

Hänninen, S. (2003): D-vitamiinin määrittäminen Itämeren kalasta. Erikoistyöselostus, Helsingin yliopisto. Analyttisen kemian laboratorio.

Hänninen O, Knol A (eds.). European perspectives on environmental burden of disease. Estimates for nine stressors in six European countries. National Institute for Health and Welfare, report 1/2011.

Innis SM and Elias SL 2003: Intakes of essential n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids among pregnant Canadian women. Am J Clin Nutr 2003;77: 473-478.

Karjalainen AK, Hirvonen T, Kiviranta H, Sinkko H, Kronberg-Kippilä C, Virtanen SM, Hallikainen A, Leino O, Knip M, Veijola R, Simell O, Tuomisto JT. Long-term daily intake estimates of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenylethers from food in Finnish children: risk assessment implications. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess.* 2012;29(9):1475-88. doi: 10.1080/19440049.2012.694373.

Kiviranta H, Ovaskainen M-L, Vartiainen T. Market basket study on dietary intake of PCDD/Fs, PCBs, and PBDEs in Finland. *Environ Int.* 2004; 30:923-932.

Kiviranta H, Vartiainen T, Parmanne R, Hallikainen A, Koistinen J. PCDD/Fs and PCBs in Baltic herring during the 1990s. *Chemosphere.* 2003 Mar;50(9):1201-16.

Kiviranta H, Hallikainen A, Ovaskainen ML, Kumpulainen J, Vartiainen T. Dietary intakes of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and polychlorinated biphenyls in Finland. *Food Addit Contam.* 2001 Nov;18(11):945-53.

Kalogeras N, Odekerken-Schröder G, Pennings JM, Gunnlaugsdóttir H, Holm F, Leino O, Luteijn JM, Magnússon SH, Pohjola MV, Tijhuis MJ, Tuomisto JT, Ueland Ø, White BC, Verhagen H. State of the art in benefit-risk analysis: economics and marketing-finance. *Food Chem Toxicol.* 2012 Jan;50(1):56-66.

Kato S. The function of vitamin D receptor in vitamin D action. *J Biochem.* 2000; 127, 717-722.

Kris-Etherton PM, Harris WS, Appel LJ. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology* 2003; 23:e20-e30.

König A, Bouzan C, Cohen JT, Connor WE, Kris-Etherton PM, Gray GM, Lawrence RS, Savitz DA, Teutsch SM. A quantitative analysis of fish consumption and coronary heart disease mortality. *American Journal of Preventive Medicine* 2005; 29(4):335-346. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16242600>)

Laisi S, Kiviranta H, Lukinmaa PL, Vartiainen T, Alaluusua S. Molar-incisor-hypomineralisation and dioxins: new findings. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2008 Dec;9(4):224-7.

Leino, Olli. Fish consumption: human health effects and decision making. National Institute for Health and Welfare, Research 120/2014. Dissertation.

Lim WS, Gammack JK, Van Niekerk JK, Dangour A. Omega-3 fatty acid for the prevention of dementia. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2006.

Livsmedelverket. Fiskkonsumtion- risk och nytta, Rapport 12-2007.

Luteijn JM, White BC, Gunnlaugsdóttir H, Holm F, Kalogeras N, Leino O, Magnússon SH, Odekerken G, Pohjola MV, Tijhuis MJ, Tuomisto JT, Ueland Ø, McCarron PA, Verhagen H. State of the art in benefit-risk analysis: medicines. *Food Chem Toxicol.* 2012 Jan;50(1):26-32.

Magnússon SH, Gunnlaugsdóttir H, Loveren Hv, Holm F, Kalogeras N, Leino O, Luteijn JM, Odekerken G, Pohjola MV, Tjihuis MJ, Tuomisto JT, Ueland Ø, White BC, Verhagen H. State of the art in benefit-risk analysis: food microbiology. *Food Chem Toxicol.* 2012 Jan;50(1):33-9.

McGregor DB1, Partensky C, Wilbourn J, Rice JM. An IARC evaluation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and polychlorinated dibenzofurans as risk factors in human carcinogenesis. *Environ Health Perspect.* 1998; 106 Suppl 2:755-60.

Mocarelli P, Gerthoux PM, Patterson DG Jr, Milani S, Limonta G, Bertona M, Signorini S, Tramacere P, Colombo L, Crespi C, Brambilla P, Sarto C, Carreri V, Sampson EJ, Turner WE, Needham LL. Dioxin exposure, from infancy through puberty, produces endocrine disruption and affects human semen quality. *Environ Health Perspect.* 2008 Jan;116(1):70-7.

Morris MC, Evans DA, Bienias JL, Tangney CC, Bennett DA, Wilson RS, Aggarwal N, Schneider J. Consumption of fish and n-3 fatty acids and risk of incident Alzheimer disease. *Archives of Neurology* 2003; 60(7):940-946.

Mozaffarian D., Rimm E.B., Fish intake, contaminants, and human health. Evaluating the risks and the benefits. *JAMA*, 2006, 296, 15:1885-99. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17047219>)

Norwegian Scientific Committee for Food Safety. A comprehensive assessment of fish and other seafood in the Norwegian diet, 2006. (http://www.english.vkm.no/eway/default.aspx?pid=278&trg=Content_6615&Main_6359=6582:0:31,2567&Content_6582=6615:0:31,2669&Content_6615=6393:1812541::0:6450:7::0:0)

Oh R. Practical applications of fish oil (omega-3 fatty acids) in primary care. *Journal of the American Board and Family Practice* 2005; 18(1):28-36.

Opasnet. Verkkotyötila vaikutusarviointien tekemiseen. 2014. Tässä työssä on käytetty seuraavia Opasnetin sivuja:

- Arvioinnin pääsivu (http://fi.opasnet.org/fi/Silakan_hyöty-riskiarvio)
- Tämä arviointiraportti (http://fi.opasnet.org/fi/Silakan_hyöty-riskiarvio/_raportti)
- Dioksiinien annosvaste (http://en.opasnet.org/w/ERF_of_dioxin)
- Omega-3-rasvahappojen annosvaste (http://en.opasnet.org/w/ERF_of_omega-3_fatty_acids)
- D-vitamiinin annosvaste (http://en.opasnet.org/w/ERF_of_vitamins)
- Kalojen dioksiinipitoisuuksia (<http://fi.opasnet.org/fi/EU-kalat>)
- Elohopeapitoisuuksia (http://en.opasnet.org/w/Mercury_concentrations_in_fish_in_Finland)
- Terveysvaikutuslaskentamenetelmä (<http://en.opasnet.org/w/HIA>)
- Tilastoanalyysi (http://fi.opasnet.org/fi_wiki/index.php?title=Toiminnot:RTools&id=GyRdpSUBWnwkg0fo)

Pohjola MV, Leino O, Kollanus V, Tuomisto JT, Gunnlaugsdóttir H, Holm F, Kalogeras N, Luteijn JM, Magnússon SH, Odekerken G, Tjihuis MJ, Ueland Ø, White BC, Verhagen H. State of the art in benefit-risk analysis: environmental health. *Food Chem Toxicol.* 2012 Jan;50(1):40-55.

Schütte K, Boeing H, Hart A, Heeschen W, Reimerdes EH, Santare D, Skog K, Chiodini A. Food Chem Toxicol. Application of the BRAFO tiered approach for benefit-risk assessment to case studies on heat processing contaminants. 2012 Nov; 50 Suppl 4:S724-35.

Swanson D, Block R, Mousa SA. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. Advances in Nutrition, 2012; 3:1-7.

Teutsch SM, Cohen JT. Health trade-offs from policies to alter fish consumption. Am J Prev Med. 2005 Nov;29(4):324.

Tijhuis MJ, de Jong N, Pohjola MV, Gunnlaugsdóttir H, Hendriksen M, Hoekstra J, Holm F, Kalogeras N, Leino O, van Leeuwen FX, Luteijn JM, Magnússon SH, Odekerken G, Rompelberg C, Tuomisto JT, Ueland Ø, White BC, Verhagen H. State of the art in benefit-risk analysis: food and nutrition. Food Chem Toxicol. 2012 Jan;50(1):5-25.

Tijhuis MJ, Pohjola MV, Gunnlaugsdóttir H, Kalogeras N, Leino O, Luteijn JM, Magnússon SH, Odekerken-Schröder G, Poto M, Tuomisto JT, Ueland O, White BC, Holm F, Verhagen H. Looking beyond borders: integrating best practices in benefit-risk analysis into the field of food and nutrition. Food Chem Toxicol. 2012 Jan;50(1):77-93.

Tuomisto JT, Pekkanen J, Kiviranta H, Tukiainen E, Vartiainen T, Tuomisto J. Soft-tissue sarcoma and dioxin: A case-control study. Int J Cancer. 2004; 108:893-900.

Tuomisto J, Pekkanen J, Kiviranta H, Tukiainen E, Vartiainen T, Viluksela M, Tuomisto JT. Dioxin cancer risk - example of hormesis? Dose Response. 2006 May 1;3(3):332-41.

Tuomisto J, Tuomisto JT. Is the fear of dioxin cancer more harmful than dioxin? Toxicol Lett. 2012; 210:338-344.

Tuomisto J, Vartiainen T, Tuomisto J. Synopsis on dioxins and PCBs. National Institute for Health and Welfare. Report No. 14/2011.

Tuomisto JT. Itämeren ekosysteemi ja kalojen terveellisyys. Esitys Argumenta-seminaarissa 4.6.2014 Finlandia-talossa. Kala ja terveys. Alunperin julkaistu Opasnetissä (http://fi.opasnet.org/fi_wiki/index.php?title=Silakan_hy%C3%B6ty-riskiarvio/_/_raportti&oldid=27121#It.C3.A4meren_ekosysteemi_ja_kalojen_terveellisyys).

Turunen AW, Verkasalo PK, Kiviranta H, Pukkala E, Jula A, Männistö S, Räsänen R, Marniemi J, Vartiainen T. Mortality in a cohort with high fish consumption. Int J Epidemiol. 2008; 37:1008-1017.

Turunen AW, Suominen AL, Kiviranta H, Verkasalo PK, Pukkala E. Cancer incidence in a cohort with high fish consumption. Cancer Causes Control. 2014 Sep 11.

Turunen AW, Männistö S, Kiviranta H, Marniemi J, Jula A, Tiittanen P, Suominen-Taipale L, Vartiainen T, Verkasalo PK. Dioxins, polychlorinated biphenyls, methyl mercury and omega-3 polyunsaturated fatty acids as biomarkers of fish consumption. Eur J Clin Nutr. 2010 Mar;64(3):313-23.

Turunen AW, Jula A, Suominen AL, Männistö S, Marniemi J, Kiviranta H, Tiittanen P, Karanko H, Moilanen L, Nieminen MS, Kesäniemi YA, Kähönen M, Verkasalo PK. Fish consumption, omega-3 fatty acids, and environmental contaminants in relation to low-grade inflammation and early atherosclerosis. *Environ Res.* 2013 Jan;120:43-54.

US EPA 2000. Guidance for assessing chemical contaminant data for use in fish advisories. Volume 1: Fish sampling and analysis, 3rd edition. <http://www.epa.gov/waterscience/fish/advice/volume1/> Volume 2: Risk Assessment and Fish Consumption Limits, 3rd Edition. 2000. Table 3-1. (<http://www.epa.gov/waterscience/fish/guidance.html>)

Ueland Ø, Gunnlaugsdóttir H, Holm F, Kalogeras N, Leino O, Luteijn JM, Magnússon SH, Odekerken G, Pohjola MV, Tijhuis MJ, Tuomisto JT, White BC, Verhagen H. State of the art in benefit-risk analysis: consumer perception. *Food Chem Toxicol.* 2012 Jan;50(1):67-76.

Valtion ravitsemusneuvottelukunta. Terveyttä ruoasta - Suomalaiset ravitsemussuositukset 2014. (http://www.ravitsemusneuvottelukunta.fi/files/attachments/fi/vrn/ravitsemussuositukset_2014_fi_web.2.pdf)

Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, Fiedler H, Hakansson H, Hanberg A, Haws L, Rose M, Safe S, Schrenk D, Tohyama C, Tritscher A, Tuomisto J, Tysklind M, Walker N, Peterson RE. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and Mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicol Sci.* 2006 Oct;93(2):223-41.

Venäläinen ER, Hallikainen A, Parmanne R, Vuorinen PJ: Kotimaisen järvi- ja merikalan raskasmetallipitoisuudet. *Elintarvikeviraston julkaisu* 3/2004.

Verhagen H, Andersen R, Antoine JM, Finglas P, Hoekstra J, Kardinaal A, Nordmann H, Pekcan G, Pentieva K, Sanders TA, van den Berg H, van Kranen H, Chiodini A. Application of the BRAFO tiered approach for benefit-risk assessment to case studies on dietary interventions. *Food Chem Toxicol.* 2012a Nov; 50 Suppl 4:S710-23.

Verhagen H, Tijhuis MJ, Gunnlaugsdóttir H, Kalogeras N, Leino O, Luteijn JM, Magnússon SH, Odekerken G, Pohjola MV, Tuomisto JT, Ueland Ø, White BC, Holm F. State of the art in benefit-risk analysis: introduction. *Food Chem Toxicol.* 2012b Jan;50(1):2-4.

VKM. Benefit-risk assessment of fish and fish products in the Norwegian diet – an update. Opinion of the Scientific Steering Committee of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. VKM Report 2014:15. (<http://www.vkm.no/dav/7bbe3dbf57.pdf>)

Watzl B, Gelencsér E, Hoekstra J, Kulling S, Lydeking-Olsen E, Rowland I, Schilter B, van Klaveren J, Chiodini A. *Food Chem Toxicol.* Application of the BRAFO tiered approach for benefit-risk assessment to case studies on natural foods. 2012 Nov; 50 Suppl 4:S699-709.

WHO (2000). Consultation on assessment of the health risk of dioxins; re-evaluation of the tolerable daily intake (TDI): executive summary. *Food Addit Contam.* 2000; 17(4):223-240.

6 Liitteet

- 1 Kyselytutkimus silakan käytöstä suomalaisessa väestössä: [esitettyt kysymykset](#)
- 2 Evira 8.1.2014. [Silakan käyttö](#). Taloustutkimus Oy/
Anne Kosonen ja Riitta Ristiluoma, syyskuu ja marraskuu 2013
- 3 Evira 17.9.2013. [Silakan käyttö, koulut ja päiväkodit](#). Taloustutkimus Oy/
Anne Kosonen, syyskuu 2013

