

**Tartu Ülikool
Tervishoiu instituut**

**JOOGIVEE LIIGSEST FLUORIIDISISALDUSEST
TULENEV HAMBAFLUOROOSI RISK
EESTI ELANIKEL JA SOOVITUSED
RISKI VÄHENDAMISEKS**

Teadustöö lõpparuanne

**Töö juht: Astrid Saava
emeritprofessor (rahvatervis),
meditsiinidoktor**

**Vastutav täitja: Ene Indermitte
teadur,
rahvatervise magister**

Tartu 2008

SISUKORD

	Lk
1. SISSEJUHATUS	5
2. TERVISERISKI HINDAMISE TEOREETILISED ALUSED	7
3. FLUORIIDID JOOGIVEES – HAMBAFLUOROOSI RISKITEGUR	9
3.1. Fluoriidid Eesti põhjavees, nende päritolu	9
3.2. Joogivee fluoriidisisalduse uuringutega hõlmatus	12
3.3. Veevärkide vee fluoriidisisaldus Eestis	13
3.4. Veevärkide vee fluoriidisisaldus maakonniti	14
4. EESTI ELANIKE EKSPOSITSIOON JOOGIVEE ERINEVALE FLUORIIDISISALDUSELE	16
4.1. Fluoriidiekspositsiooni allikad	16
4.2. Eesti elanike ekspositsioon erineva fluoriidisisaldusega joogiveele	16
4.3. Eesti elanike ekspositsioon erineva fluoriidisisaldusega joogiveele maakonniti	17
4.4. Eesti elanike ekspositsioon liigsele joogivee fluoriidisisaldusele	19
4.5. Eesti elanike liigse fluoriidiekspositsiooni maakondades	21
4.6. Liigse fluoriidiekspositsiooni muutused perioodil 2004. kuni 2008. a	23
5. JOOGIVEE FLUORIIDISISALDUSE EBASOODSAD TERVISEMÕJUD	25
5.1. Fluoriidide võimalikud tervise mõjud	25
5.2. Hambafluuroosi levimuse seos joogivee fluoriidisisaldusega Eestis	26
6. HAMBAFLUOROOSI HAIGESTUMISE RISK EESTIS SEoses JOOGIVEE LIIGSE FLUORIIDISISALDUSEGA	30
6.1. Hambafluuroosi levimuse statistiline seos joogivee fluoriidisisaldusega	30
6.2. Hambafluuroosi haigestumise relatiivne risk erineva fluoriidisisaldusega joogivee tarbimisel	31
6.3. Eesti elanike liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarbimine ja vastav hambafluuroosi haigestumise risk maakonniti	33
7. KOKKUVÕTE	34
8. SOOVITUSED	37
KASUTATUD KIRJANDUS	38
LISAD	41
LISA 1. Joogiveeproovide fluoriidisisaldus uuritud maakondades 04.11-04.12.2008	43
LISA 2. Liigse fluoriidisisaldusega veevärgid (seisuga november 2008)	47
LISA 3. Joogivee liigse fluoriidisisaldusega asulate/veevärkide kaart (seisuga november 2008)	50
LISA 4. Infoliite makett	51

TABELID

	Lk.
Tabel 1. Eesti elanikkonna hõlmatus ühisveevärgiga	9
Tabel 2. Fluoriidisisaldus põhjavees. $n_{F>1.5\text{mg/l}}$ – veeproovide arv, milles fluoriidisisaldus on suurem kui 1,5 mg/l.	10
Tabel 3. Veevõrkide ja veetarbijate hõlmatus joogivee fluoriidisisalduse uuringutega	12
Tabel 4. Vee fluoriidisisalduse määramiseta veevõrgid, nende jaotus veetarbijate arvu alusel	13
Tabel 5. Veevõrkide jaotus fluoriidisisalduse alusel maakodades	15
Tabel 6. Joogivee osatähtsus (%) fluoriidiekspositsioonis rahvastiku eri vanus- ja sihtrühmades joogivee erineva fluoriidisisalduse korral.	16
Tabel 7. Elanike ekspositsioon erineva fluoriidisisaldusega joogiveele maakonniti	18
Tabel 8. Vee liigse fluoriidisisaldusega veevõrkide jaotus veevärgi suuruse ja veetarbijate arvu järgi	20
Tabel 9. Liigse fluoriidiekspositsiooni jaotumine intensiivsuse järgi veevõrkide ja veetarbijate vahel	21
Tabel 10. Elanike liigse fluoriidiekspositsioon maakodades intensiivsuse järgi	23
Tabel 11. Joogivee liigse fluoriidisisaldusega veevõrkide ja veetarbijate arvu dünaamika ajavahemikus 2004 - 2008	23
Tabel 12. Joogivee liigse fluoriidiekspositsiooni intensiivsuse dünaamika ajavahemikus 2004 – 2008 (TKI andmed)	24
Tabel 13. Hambafluuroosi esinemine Lääne-Eesti kooliõpilastel (Kiik, 1970)	26
Tabel 14. Hambafluuroosi esinemine sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest Lääne-Eesti kooliõpilastel 1963/64. õppeaastal (Kiik, 1970)	27
Tabel 15. Hambafluuroosi levimus 12-aastastel Tartu kooliõpilastel (Russak jt, 2002)	28
Tabel 16. Hambafluuroosi levimus joogivee erineva fluoriidisisalduse korral	31
Tabel 17. Haigestumise relatiivse riski arvutamine	32
Tabel 18. Hambafluuroosi haigestumise relatiivne risk (šansisuhe ja riski suhe) erineva intensiivsusega fluoriidiekspositsiooni korral koos usalduspiiridega	32
Tabel 19. Elanike liigse fluoriidiekspositsioon intensiivsuse järgi ja vastav hambafluuroosi haigestumise risk maakonniti	33

JOONISED

	Lk.
Joonis 1. Terviseriski hindamise skeem ja vajalike andmete allikad	8
Joonis 2. Fluoriidide regionaalne jaotus põhjavees.	11
Joonis 3. Veevärkide histogramm vee fluoriidisisalduse alusel	14
Joonis 4. Veevärkide jaotus vee fluoriidisisalduse alusel	14
Joonis 5. Veevärkide jaotus vee fluoriidisisalduse alusel maakondades	15
Joonis 6. Erineva fluoriidisisaldusega joogivee tarbijate arv Eestis 2008.a-l	17
Joonis 7. Erineva fluoriidisisaldusega joogivee tarbijate osakaal (%) võrdlevalt 2004. ja 2008. aastal	17
Joonis 8. Elanike erinev joogiveekaudne fluoriidiekspositsioon maakonniti.	18
Joonis 9. Vee liigse fluoriidisisaldusega veevärkide jaotus veetarbijate arvu järgi	19
Joonis 10. Joogivee liigse fluoriidisisaldusega veetarbijate jaotus veevärkide suuruse järgi	19
Joonis 11. Veevärkide jaotus vee liigse fluoriidisisalduse alusel	20
Joonis 12. Liigse fluoriidisisaldusega vett andvate veevärkide jaotus veetarbijate arvu ja vee fluoriidisisalduse järgi	21
Joonis 13. Liigse fluoriidiekspositsiooni intensiivsus veevärkides maakonniti	22
Joonis 14. Liigse fluoriidiekspositsiooni intensiivsus veetarbijatel maakonniti	22
Joonis 15. Hambafluuroosi esinemissagedus (%) Tartu kooliõpilastel.	28
Joonis 16. Hambafluuroosi levimus sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest	29
Joonis 17. Hambafluuroosi levimus sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest	30

1. SISSEJUHATUS

Käesolev töö on tehtud Eesti Vabariigi Sotsiaalministeeriumi ja Tartu Ülikooli vahel sõlmitud lepingu (töövõtuleping nr. 9.6-4/3272 14. novembrist 2008) alusel.

Töö eesmärgiks on hinnata elanike joogivee liigsest fluoriidisisaldusest tulenevat hambafluuroosi riski Eesti oludes ja anda ohustatud elanikele soovitusi riski vähendamiseks. Töö sisuks on:

- koostada ülevaade erineva fluoriidisisaldusega joogivee kasutamisest Eestis maakondade lõikes;
- selgitada joogivee liigsele fluoriidisisaldusele eksponeeritute elanike arv maakonniti;
- anda joogivee liigsest fluoriidisisaldusest tuleneva hambafluuroosi riski kvantitatiivne (relatiivse riski) hinnang;
- koostada ohustatud elanikele infoleht joogivee liigsest fluoriidisisaldusest tuleneva terviseriski vähendamiseks.

Töö teoreetilises osas on käsitletud joogivee liigsest fluoriidisisaldusest tuleneva terviseriski hindamise aluseid ja vajalikke andmeid, nende saamise allikaid ja sobivust terviseriski hindamisel. Töö rakendusliku osa sihtrühmaks on liigse fluoriidisisaldusega joogivett tarvivad elanikud Eesti linnades ja asulates, kelle kohta antakse hambafluuroosi haigestumise riski hinnang.

Joogivee fluoriidisisalduse ülevaade koostamisel maakondade lõikes on kasutatud töö täitjate varasemate uuringute (2004-2005) tulemusi (Indemitte jt 2005) ja Tervisekaitseinspektsiooni joogivee kvaliteedi andmebaasi andmeid joogivee fluoriidisisalduse kohta TKI järelevalve all olevates ühisveevärkides aastatel 2005 kuni oktoober 2008. Sama joogiveeallika kasutamise puhul on vee fluoriidisisaldus üsna stabiilne. Nende veevärkide puhul, kus viimasel ajal on rakendatud meetmeid veevarustuse parandamiseks, võeti novembris 2008 täiendavalt veeproovid tarbija juurest atesteeritud proovivõtja poolt (Ene Indemitte, atesteerimistunnistus nr 21). Vee fluoriidisisaldus määrati SPADNS meetodil HACK Company kolorimeetriga DR/890 Tartu Ülikooli tervishoiu instituudi akrediteeritud töökeskkonnalaboris (APHA, 1998). See meetod on tunnustatud väliuuringute läbiviimiseks (WHO, 2004). Kokku võeti 102 veeproovi 85 asulast üheksas maakonnas (Lisa 1).

Liigsele fluoriidisisaldusele eksponeeritud elanike arv maakonniti leiti fluoriidirikast (> 1,5 mg/l) vett andvate veevärkide tarbijate arvu alusel, mis saadi Tervisekaitseinspektsiooni andmebaasist (20.11.2008 saadud fail: Joogivesi tabel 2007. a. – tarbijad muudetud-1.xls). Sellest andmebaasist on välja jäetud toitlustus-, laste-, sotsiaal-, majutus- jt asutuste veevärgid, millel puudub oma püsiv tarbijaskond. Juhul kui nendest veevärkidest saavad vett ka püsielanikud, siis jäävad nad arvestusest välja. Seega võib veetarbijate arv käesolevas töös olla mõnevõrra allahinnatud. Siinjuures tuleb märkida, et enamikus laste- ja sotsiaalasutustes, kus veevõrgu vees on liigselt fluoriide, on üles pandud joogiveeautomaadid nõuetekohase kanistriveega.

Joogivee liigsest fluoriidisisaldusest tuleneva hambafluuroosi riski kvantitatiivsel hindamisel kasutati Eestis varem läbiviidud hambahaiguste uuringute algandmeid. Nimelt on hambafluuroosi levimust seoses joogivee erineva fluoriidisisaldusega uurinud Vera Kiik Lääne-Eesti asulate 7-19-aastastel kooliõpilastel aastatel 1963-64 (Kiik, 1970) ja Silvia Russak koos käesoleva töö täitjatega Tartu 12-aastastel

kooliõpilastel 2000. aastal (Russak jt, 2002). Kaasaegseid statistikapakette (SPSS, STATA) kasutades koostati regressioonivõrrand, mis võimaldab arvutada hambafluuroosi levimuse vastavalt joogivee fluoriidisisaldusele. Hindamaks kogu populatsiooni tõenäosust haigestuda hambafluuroosi joogivee erineva fluoriidisisalduse korral arvutati haigestumise relatiivne risk nii riski suhtena (RR - *risk ratio*) kui ka šansisuhtena (OR - *odds ratio*). Mõlemad näitajad võrdlevad haigestumise erinevust kahe rühma vahel, kuid tegelikult on need sisuliselt kaks erineva tähendusega näitajat (Ahlbom & Norell, 1993; Simon, 2001). Relatiivne risk (riski suhe) võrdleb haigestumise levimuse erinevust kahes erineva ekspositsiooniga rühmas (Spitalnic, 2005). Šansisuhe aga võrdleb omavahel suhtelise šansi (võimaluse) tõenäosust haigestuda nendes rühmades (Spitalnic, 2006). Arvestades riski hindamise aluseks olevate uuringute disaini (juht-kontrolluuringud) on käesoleval juhul õige anda haigestumise relatiivne risk šansisuhtena.

Liigse fluoriidisisaldusega veetarbijatele on koostatud infoleht, mis informeerib neid esinevatest ohtudest ja annab juhiseid joogivee fluoriidisisalduse optimeerimiseks ning fluoriidiekspositsiooni vähendamiseks, sh indiviidi tasemel.

Töö on tehtud Tartu Ülikooli tervishoiu instituudis. Töö juhiks oli meditsiinidoktor, emeriitprofessor Astrid Saava, kes juhtis andmete hankimist, korraldas andmetöötlust, osales täiendavates väliuuringutes, tegi riskianalüüsi ja vastutas lõpparuande koostamise eest. Töö vastutajaks täitjaks oli rahvatervise magister, teadur Ene Indermitte, kes osales väliuuringutes, võttis veeproovid, viis läbi andmetöötluse, analüüsis saadud tulemusi, koostas infolehe veetarbijatele ning osales lõpparuande valmimises. Töös osales spetsialist Tiina Tusti, kes määras fluoriidide sisalduse veeproovides ja osales andmetöötluses ning tabelite koostamises.

Täname Tervisekaitseinspeksiooni lahke abi eest töö kavandamisel (Mihhail Muzõtšin) ja võimaluse eest saada vajalikke andmeid veetarbijate ja joogivee kvaliteedi andmebaasidest (Aune Annus). Oleme tänulikud Tartu Ülikooli teadurile geoloogiadoktor Enn Karrole koostöö eest põhjavee fluoriidide päritolu ja sisalduse selgitamisel.

2. TERVISERISKI HINDAMISE TEOREETILISED ALUSED

Joogivee fluoriidisisaldusel on oluline mõju inimese tervisele, esmajoones hammaskonna seisundile. Väikestes annustes toimivad fluoriidid kaariest ennetavalt, muutes hambaemaili vastupidavamaks hapetele (Mount & Hume, 1998). Samas on fluoriididel ka mitmeid kahjulikke toimeid, nagu hambafluuroosi, aga ka luustiku fluuroosi näol (WHO, 2002). Paljudes epidemioloogilistes uuringutes, mis on läbi viidud peamiselt Aasia ja Lähis-Ida maades, on saadud usaldusväärsed seosed joogivee fluoriidisisalduse ja hambafluuroosi levimuse vahel (Fawell et al, 2006).

Hindamaks elukeskkonnast tulenevat terviseriski on vaja läbida kindlad etapid. Käesolevas töös, kus me tahame hinnata joogivee erinevast fluoriidisisaldusest tulenevat hambafluuroosi haigestumise riski Eesti elanikel, oleksid need etapid järgmised (joonis 1):

1. Riskiteguri määratlemine, selle esinemine elukeskkonnas ja inimeseni jõudmise teed ja viisid.

Meie projektis on uuritavaks riskiteguriks fluoriidid ja selle peamiseks allikaks inimesele joogivesi. Teiste allikate (toit, ravimid, hambahooldusvahendid jms) osatähtsus on väike. Seega on vaja selgitada peamised joogiveeallikad ja fluoriidide päritolu ning sisaldus veeallikates (põhja- ja pinnavees), kasutades olemasolevat hüdrogeoloogilist ja geokeemilist informatsiooni. Järgnevalt tuleb saada ülevaade elanike ühisveevarustuse olukorrast ja joogivee fluoriidisisalduse uuritusest veevärkides, teha kindlaks kasutatava joogivee fluoriidisisaldus veevärkide vees maakondade lõikes.

2. Elanike ekspositsiooni määramine riskitegurile.

Selleks on vaja selgitada elanike joogiveevarustusega hõlmatus. Arvestades kasutatava joogivee fluoriidisisaldust tuleb anda elanike fluoriidiekspositsioon intensiivsuse järgi maakondade lõikes.

3. Riskiteguri tervisemõju kvantitatiivne määramine annus–vastus seosena, s.o selgitada hambafluuroosi levimus sõltuvalt kasutatava joogivee fluoriidisisaldusest (fluoriidiekspositsioonist).

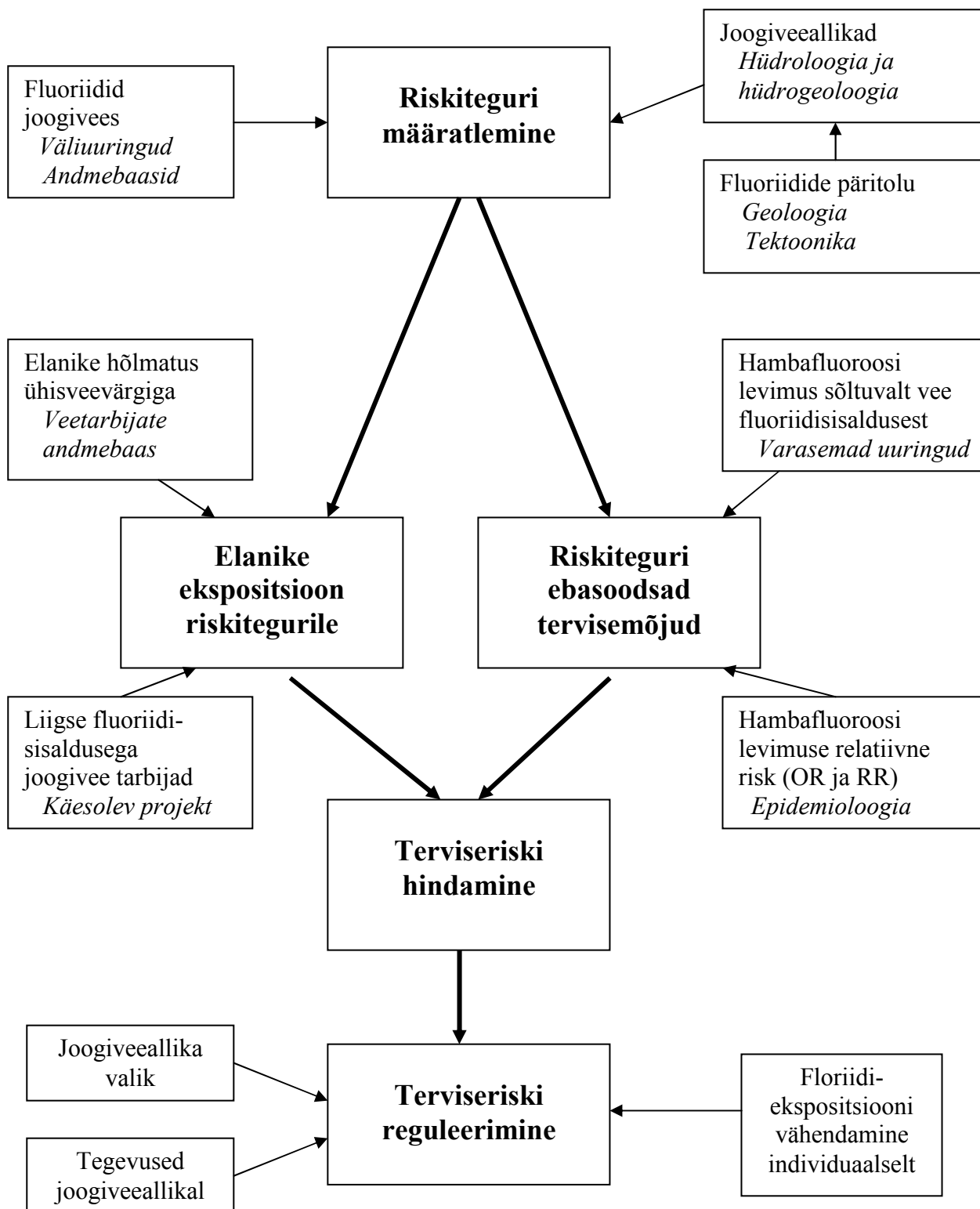
Eelnevate uuringute algmaterjale kasutades on võimalik leida eksponeeritud elanike haigestumise relatiivne risk nii šansisuhte (OR) või riski suhte (RR) näol. Epidemioloogid soovivad retrospektiivsetes uuringutes kasutada relatiivse riski hindamiseks šansisuhet. Kuna meie riski hinnangud põhinevad retrospektiivsete uuringute tulemustel, siis tuleks haigestumise riski hindamisel võtta aluseks esmajoones šansisuhe.

4. Riski hindamine, s.o arvutada eksponeeritud elanike hambafluuroosi haigestumise risk sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest (fluoriidiekspositsiooni intensiivsusest).

Kuna ekspositsioon sõltub otseselt saadava joogivee fluoriidisisaldusest, siis tuleb haigestumise risk arvutada vastavalt konkreetsele fluoriidiekspositsiooni intensiivsusele maakondade järgi.

5. Riski reguleerimine, s. o riskiteguri vältimise ja vähendamise võimaluste analüüs.

Siin tuleb käsitleda riskiteguri ennetamise võimalusi (veeallika valik), analüüsida fluoriidiekspositsiooni vähendamist nii ettevõtmistega veevärkides kui ka veetarbija tasemel. Veetarbijaid tuleb kindlasti teavitada joogivee liigsest fluoriidisisaldusest ja anda konkreetsed soovitused fluoriidiekspositsiooni vähendamiseks. Selleks koostatakse vastav infoleht.



Joonis 1. Terviseriski hindamise skeem ja vajalike andmete allikad

3. FLUORIIDID JOOGIVEES - HAMBAFLUOROOSI RISKITEGUR

Eesti elanikkond on joogiveega hästi varustatud. TKI veetarbijate andmebaasi (seisuga 2007, vt lk 3) aluseks võttes saab ligikaudu 81% elanikest oma joogivee ühisveevärkidest (tabel 1). Sellest arvestusest on välja jäetud laste-, sotsiaal-, toitlustus-, majutus- jt asutuste veevärgid, sest neil puudub oma püsiv tarbijaskond.

Suuremate linnade (Tallinn, Tartu, Narva, Pärnu) elanike hõlmatus ühisveevärgiga on väga suur (üle 98%). Halvem on olukord Hiiu, Põlva ja Jõgeva maakonnas, kus üle poole elanikkonnast ei ole varustatud ühisveevärgiga (tabel 1). Need saavad oma joogivee madalatest puur- ja salvkaevudest.

Tabel 1. Eesti elanikkonna hõlmatus ühisveevärgiga

Maakond	Rahvastiku arv 01.01.2008	Ühisvee- värkide arv	Veetarbijate arv	Ühisveevärgiga hõlmatus, %
Harju	523277	157	493917	94,4
Hiiu	10118	10	4373	43,2
Ida-Viru	170719	66	163974	96,0
Jõgeva	36922	39	18044	48,9
Järva	36208	58	22042	60,9
Lääne	27552	34	21700	78,8
Lääne-Viru	67375	80	47444	70,4
Põlva	31175	48	15130	48,5
Pärnu	88563	68	56277	63,5
Rapla	36684	48	21667	59,1
Saare	34845	27	22220	63,8
Tartu	149283	80	122908	82,3
Valga	34265	38	18862	55,0
Viljandi	55877	57	35002	62,6
Võru	38072	41	19746	51,9
Kogu Eesti	1340935	851	1083306	80,8

Joogiveeallikana kasutatakse nii pinna- kui põhjavett. Narva linn saab oma joogivee Narva jõest, Tallinn võtab suurema osa veest Ülemiste järvest, kuid kasutab ka põhjavett. Teised linnad, alevid ning suuremad maa-asulad saavad oma joogivee sügavatest põhjaveekihtidest ja ülejäänud maaelanikkond pinnalähedasest põhjaveekihist. Tulenevalt regionist on võimalik joogivett saada mitmest erinevast põhjaveekogumist (Karise jt 2004).

3.1. Fluoriidid Eesti põhjavees, nende päritolu

Eestis on vee fluoriidisaldust uuritud juba 1960. aastail. Piirkonniti saadi küllaltki suuri sisaldusi – kuni 6,3 mg/l (Kuik, 1963; Saava jt, 1973). Viimastel aastakümnetel on veevarustuses kasutusele võetud sügavamaid põhjaveekihte, mis on rikkamad mikroelementide (sh fluoriidi-) sisalduse poolest. Rajatud on uusi ja laiendatud olemasolevaid ühisveevärke, ehitatud nüüdisaegseid veepuhastusjaamu.

Tartu Ülikooli tervishoiu instituudi poolt viidi 2004. aastal läbi ulatuslik üleriigiline joogivee fluoriidiuuring (Indermitte jt, 2005). See uuring (nagu varasemadki) näitas, et Eestis kasutatav joogivesi sisaldab fluoriide väga erinevas kontsentratsioon

sõltuvalt veallikast ja paikkonna geoloogilisest ehitusest. Pinnavees on fluoriide vähe (alla 0,2 mg/l), põhjavee fluoriidisisaldus on kihiti erinev ja varieerub regiooniti suurtes piirides (0,1 kuni 7 mg/l).

Eestis leiavad joogiveeallikana kasutamist kõik pealiskorra settekivimites levivad põhjaveekompleksid ning nende osatähtsus veevarustuses jaguneb järgmiselt: Kambriumi-Vendi – 35%, Ordoviitsiumi-Kambriumi – 9%, Siluri-Ordoviitsiumi – 30%, Kesk-Alam-Devoni-Siluri – 7% ja Kesk-Devoni – 11%. Umbes 8% veest saadakse Kvaternaarisetetesesse rajatud kaevudest (Narusk & Nittim, 2003).

Põhjavee looduslik keemiline koostis kujuneb mitmesuguste tegurite koosmõju tulemusena. Karbonaatse Siluri-Ordoviitsiumi kivimikompleksi lõhelisus ja sellest tulenev veevahetuse kiirus vähenevad sügavuse suurenedes (Perens & Vallner, 1997), settekivimite koostis ja tüüp on ruumis muutuvad. Põhjavesi, mis on pikemat aega kontaktis ümbriskivimiga, peegeldab kivimi keemilist koostist, veekompleksi geokeemilist ja hüdrodünaamilist iseloomu. Sellest tingituna on vees lahustunud keemiliste elementide ja nende vahekorras tulenev vee keemiline tüüp samuti piirkonniti erinev. Põhjavee keemilisest tüübist sõltub omakorda teiste keemiliste elementide, sealhulgas fluoriidide, vees esinemise määr.

Suurimate ning joogiveena kasutatavate veekomplekside vee fluoriidisisaldusest (1965-2003 a andmed) annab ülevaate tabel 2.

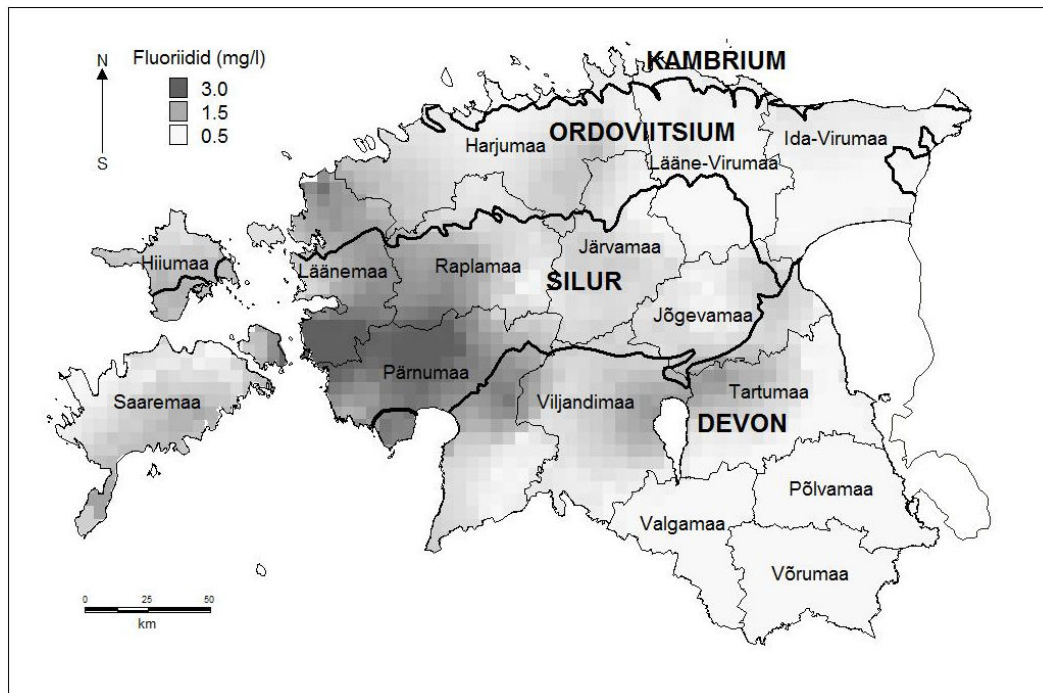
Tabel 2. Fluoriidisisaldus põhjavees. $n_{F>1.5\text{mg/l}}$ – veeproovide arv, milles fluoriidisisaldus on suurem kui 1,5 mg/l.

Veekompleks	Arv	Vahemik	Keskmine	Mediaan	$n_{F>1.5\text{mg/l}}$
Kesk-Devoni	70	0.04 – 2.00	0.56	0.49	4
Kesk-Alam-Devoni-Siluri	205	0.10 - 3.48	1.38	1.30	73
Siluri-Ordoviitsiumi	297	0.01 - 7.20	1.84	1.54	151
Ordoviitsiumi-Kambriumi	117	0.10 - 3.00	1.13	1.10	20
Kambriumi-Vendi	107	0.04 - 1.88	0.68	0.60	4

Eesti sotsiaalministri määrusega (Joogivee ..., 2001) ja ka Euroopa Liidu direktiiviga (Council, 1998) kehtestatud piirkontsentratsiooni (1,5 mg/l) ületavaid fluoriidisisaldusi esineb kõigis veekompleksides. Põhjavesi on enamikus sobiva fluoriidisisaldusega Kambriumi-Vendi ja Kesk-Devoni veekompleksis, kus ülenormatiivseid väärtusi ei esine sageli (vastavalt 4% ja 6%). Ordoviitsiumi-Kambriumi veekompleksis varieerub fluoriidisisaldus 0.1-3.0 mg/l, ülenormatiivseid väärtusi on 17%. Kõige tõsisemad kvaliteediprobleemid on seotud karbonaatse Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksiga, kus fluoriidisisaldus ulatub kuni 7.2 mg/l ning ligikaudu 50% kaevudes on see üle 1.5 mg/l (tabel 2).

Nii põhja- kui ka kraanivee analüüsidele tuginedes on võimalik Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksis välja eraldada anomaalselt kõrge fluoriidisisaldusega ala, mis hõlmab eelkõige Pärnu- ja Läänemaad (joonis 2). Fluoriid vees on loodusliku päritoluga ja leostub põhjavette erinevat tüüpi karbonaatkivimites ja savikates vulkaanilise tuha kihtides olevatest K-bentoniitidest (Haamer & Karro, 2006). Madala fluoriidisisaldusega vee levikupiirkond langeb kokku alaga, kus maapinnal avanevad

Devoni ladestu setttekivimid ja peamiseks veevarustusallikaks on terrigeenne Kesk-Devoni veekompleks.



Joonis 2. Fluoriidide regionaalne jaotus põhjavees.

Põhja-Eesti elanike veevarustus põhineb Kambriumi-Vendi ja Ordoviitsiumi-Kambriumi terrigeensetel veekompleksidel, mida eksploateeritakse sügavate läbi Ordoviitsiumi ladestu karbonaatkivimite ulatuvate suurkaevude abil. Kõrgemad fluoriidisisaldused seostuvad Siluri ja Ordoviitsiumi ladestu lubjakivide ning dolomiitide avamusega, kus tihti on ainsaks joogivee allikaks Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks. Fluoriidirikas on joogivesi ka Devoni ladestu avamuse põhjapiiril, kus geoloogilises läbilõikes esinevad omavahel hüdrauliliselt seotud Siluri ja Devoni ladestu kivimid, mis moodustavad Kesk-Alam-Devoni-Siluri veekompleksi. Seega võimaldab joogivee keemilise analüüsi tulemuste esitamine geoloogilise kaardi taustal eeldada, et fluoriidirikas põhjavesi esineb eelkõige Siluri ja Ordoviitsiumi ladestu kivimites. Regionaalselt koonduvad fluoriidi kõrged kontsentratsioonid eelkõige Lääne-Eestisse (joonis 2).

Fluoriidisisaldus põhjavees sõltub HCO_3^- -sisaldusest ja pH väärtusest (Handa, 1975; Saxena & Ahmed, 2001). Vee pH väärtused üle 7,6 ja kõrged HCO_3^- -sisaldused soodustavad fluoriidi esinemist vesilahuses. Sama seaduspära on jälgitav ka Eestis Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksis, kus kõrgemad fluoriidisisaldused on samuti seotud pH väärtustega 7,5 ja enam. Fluoriidid säilitavad reeglina oma mobiilsuse happelises ($\text{pH} < 5$) või aluselises ($\text{pH} > 8$) keskkonnas (Adriano 1986).

Kõrge fluoriidisisaldus on iseloomulik Ca-vaesele Na- HCO_3 -tüüpi veele (Lahermo et al, 1991; Boyle, 1992; Sujatha, 2003). Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksi vee kõrged fluoriidikontsentratsioonid on seotud eelkõige Cl- HCO_3 -tüüpi Na-rikka põhjaveega.

Reeglina tõuseb põhjavees lahustunud keemiliste komponentide hulk sügavuse suunas, sest veevahetuse aeglustudes on vesi pikemat aega kontaktis ümbriskivimiga.

Sügavuse kasvades suureneb põhjavee pH väärtus ning Na⁺ ja Cl⁻ kontsentratsioon. Sellest tulenevalt areneb vee tüüp Na-HCO₃-Cl või Na-Cl-HCO₃ suunas luues geokeemiliselt soodsad tingimused fluoriidide esinemiseks põhjavees. Nimetatud seaduspära on jälgitav kui kõrvutada puurkaevude sügavust põhjavee keemilise koostise andmestikuga. Kõrgemad fluoriidikontsentratsioonid esinevad sügavates (150-200 m) puurkaevudes. Seega on puurkaevu sügavus heaks, kuid mitte piisavaks parameetrik, tegemaks prognoose vee fluoriidisisalduse kohta (Karro et al, 2006).

3.2. Joogivee fluoriidisisalduse uuringutega hõlmatus

TKI joogivee kvaliteedi andmebaasi (2005 - oktoober 2008) ja 2004. a tehtud üleriigilise joogivee fluoriidiuuringu (Indermitte jt, 2005) andmetel on joogivee fluoriidisisaldus teada 709 ühisveevärgis, mis moodustab 83,3% TKI järelevalve all olevatest elanikke joogiveega varustavatest veevõrkidest ja 98,9% nende veetarbijatest ning ~80% kogu Eesti elanikkonnast (tabel 3). Paremini on uuritud veevärgid just nendes maakondades (Rapla, Saare, Hiiu, Pärnu, Viljandi), kus levivad kõrgema fluoriidisisaldusega põhjaveed.

Tabel 3 Veevõrkide ja veetarbijate hõlmatus joogivee fluoriidisisalduse uuringutega

Maakond	Rahvastiku arv 01.01.2008	Ühisveevõrkide arv	Veetarbijate arv	Fluoriidi suhtes uuritud		Fluoriidi suhtes uuritud veetarbijate %	
				veevõrkide arv	veetarbijate arv	kogu elanikkonnast	ühisveevõrkide veetarbijatest
Harju	523277	157	493917	124	490787	93,8	99,4
Hiiu	10118	10	4373	10	4373	43,2	100,0
Ida-Viru	170719	66	163974	66	163974	96,0	100,0
Jõgeva	36922	39	18044	38	17994	48,7	99,7
Järva	36208	58	22042	51	21562	59,6	97,8
Lääne	27552	34	21700	31	21525	78,1	99,2
Lääne-Viru	67375	80	47444	58	45977	68,2	96,9
Põlva	31175	48	15130	32	14350	46,0	94,8
Pärnu	88563	68	56277	54	54872	62,0	97,5
Rapla	36684	48	21667	48	21667	59,1	100,0
Saare	34845	27	22220	27	22220	63,8	100,0
Tartu	149283	80	122908	53	120339	80,6	97,9
Valga	34265	38	18862	25	17750	51,8	94,1
Viljandi	55877	57	35002	56	34917	62,5	99,8
Võru	38072	41	19746	36	18985	49,9	96,1
Kogu Eesti	1340935	851	1083306	709	1071292	79,9	98,9

Fluoriidisisaldus on teadmata (määramata) 142 TKI järelevalve all olevas veevõrgis. Selliseid veevõrke on suhteliselt rohkem Valga, Põlva, Tartu ja Lääne-Viru maakonnas, kus kasutatavad põhjaveed on reeglina fluoriidivaesed. Seetõttu ei peeta fluoriidide määramist vees nendes maakondades esmatähtsaks. Fluoriidide suhtes uurimata veevärgid on väikese tarbijate arvuga – 46% veevõrgil on kuni 50 tarbijat ja 33%-l ainult 51-100 tarbijat. Üle 500 tarbijaga ei ole ühtegi veevõrki (tabel 4).

Tabel 4. Vee fluoriidisisalduse määramiseta veevärgid, nende jaotus veetarbijate arvu alusel

Maakond	Ühisveevärgide üldarv	Uuritud veevärgid, milles ei ole määratud vee fluoriidisisaldus					
		Veevärgid		Veevärgide arv tarbijate arvu alusel			
		arv	%	≤50	51-100	101-500	>500
Harju	157	33	21,0	16	9	8	0
Hiiu	10	0	0,0	0	0	0	0
Ida-Viru	66	0	0,0	0	0	0	0
Jõgeva	39	1	2,6	1	0	0	0
Järva	58	7	12,3	4	2	1	0
Lääne	34	3	8,8	2	1	0	0
L-Viru	80	22	27,5	11	9	2	0
Põlva	48	16	33,3	11	5	0	0
Pärnu	68	14	20,6	3	7	4	0
Rapla	48	0	0,0	0	0	0	0
Saare	27	0	0,0	0	0	0	0
Tartu	80	27	33,8	11	6	10	0
Valga	38	13	34,2	6	5	2	0
Viljandi	57	1	1,8	0	1	0	0
Võru	41	5	12,2	1	2	2	0
Kogu Eesti	851	142	16,7	66	47	29	0

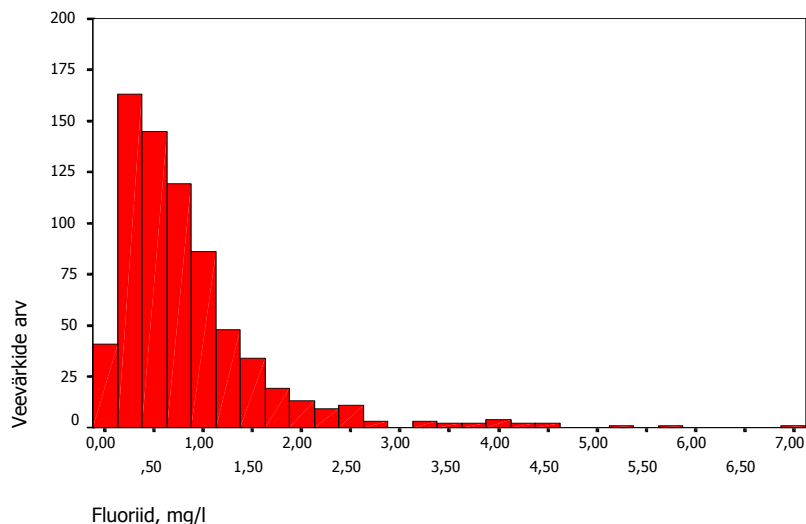
Lähtudes eeltoodust peaksid käesoleva töö tulemused olema representatiivsed ja rakendatavad kogu Eesti elanikkonnale.

3.3. Veevärgide vee fluoriidisisaldus Eestis

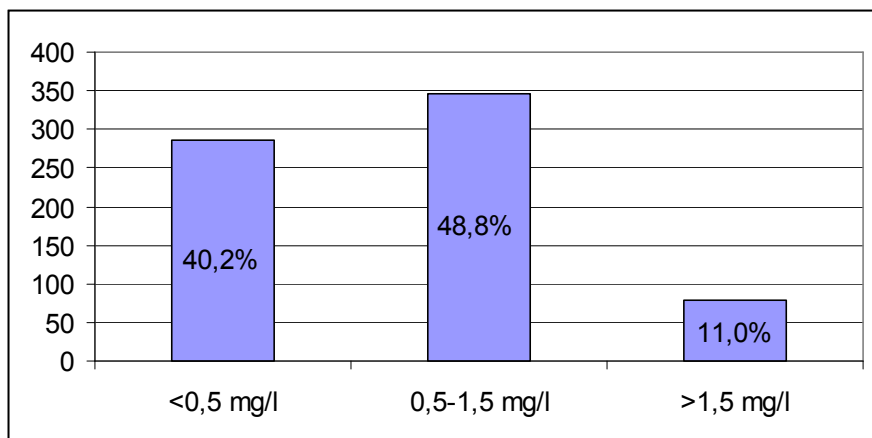
Joogivee fluoriidisisaldus sõltub kasutatavast põhjaveekihist, mis erinevad üksteisest keemilise koostise poolest (Karise jt 2004). Paljudes veevärgides kasutatakse seguvett, mis saadakse samaaegselt mitmest põhjaveekihist. Joogivee optimaalseks fluoriidisisalduseks peetakse 0,7-1,2 mg/l (Grobler et al, 1986). Eestis on joogivee fluoriidisisalduse piirnormiks 1,5 mg/l (Joogivee ..., 2001).

Uuritud 709 veevärgi vee fluoriidisisaldus kõikus suurtes piirides: 0,05 kuni 6,95 mg/l, olles keskmiselt 0,83±0,78 mg/l. Joonisel 3 on toodud veevärgide jaotuse histogramm vee fluoriidisisalduse alusel. See jaotus ei vasta normaaljaotusele (Gaussi jaotusele), vaid on ebasümmeetriline parempoolse sabaga jaotus. See näitab, et domineerivad vee väiksema fluoriidisisaldusega veevärgid. Mediaani väärtuseks on 0,67 mg/l. Üle 3 mg/l väärtusi on ainult 18 (2,5%) veevärgis.

Arvestamaks joogivee fluoriidisisalduse tervisemõjusid, siis uuritud 709 veevärgist 631 (89%) veevärki vastas fluoriidisisalduse järgi joogivee kvaliteedinõuetele (fluoriidisisaldus kuni 1,5 mg/l). Ülejäänud 78 (11,0%) veevärgi vees oli fluoriide üle lubatud piirsalduse (joonis 4). Seejuures on oluline arvestada, et kuigi valdava osa veevärgide vesi vastas kvaliteedinõuetele, oli fluoriidisisaldus soovitatav (0,51–1,50 mg/l) ainult 346 (48,8%) veevärgis ning 285 (40,2%) veevärgis jäi see alla soovitatava sisalduse (kuni 0,5 mg/l).



Joonis 3. Veevärkide histogramm vee fluoriidisisalduse alusel



Joonis 4. Veevärkide jaotus vee fluoriidisisalduse alusel

3.4. Veevärkide vee fluoriidisisaldus maakonniti

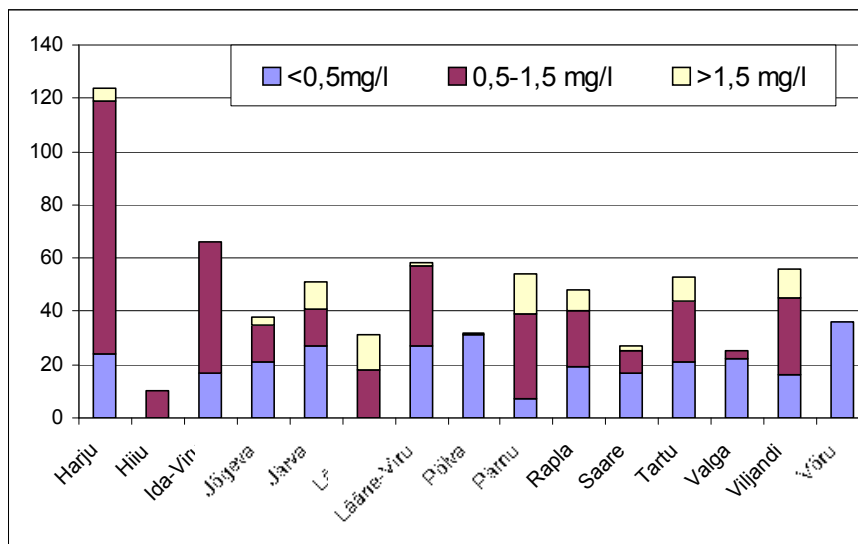
Joogivee fluoriidisisaldus maakonniti oli väga erinev (tabel 5 ja joonis 5). Kõige fluoriidivaesem oli joogivesi Võru maakonnas, kus kõikides veevärkides jäi vee fluoriidisisaldus soovitatavast väiksemaks. Põlva ja Valga maakonnas oli selliseid veevärke vastavalt 96,9% ja 88,0%. Kuni 0,5 mg/l fluoriidisisaldusega vett andvate veevärkide suur osakaal (üle 50%) oli ka Saare, Jõgeva ja Järva maakonnas.

Soovitava fluoriidisisaldusega olid kõik Hiiumaa veevärgid. Selliseid veevärke oli suhteliselt palju Harju ja Ida-Viru maakonnas (vastavalt 76 ja 74%). Soovitatava fluoriidisisaldusega vett andsid ka üle poole Pärnu, Lääne, Viljandi ja Lääne-Viru maakonna veevärkidest.

Kõige sagedamini esines fluoriidi piirkontsentratsiooni ületamisi vees Läänemaa veevärkides (42%), kuid ka Pärnu maakonnas oli selliseid veevärke suhteliselt palju (29,6%). Suuremad fluoriidisisaldused saadi Pärnu maakonnas Põldeotsal (6,4 mg/l), Läänemaal Virtsus (5,7 mg/l) ja Muhumaal Piiri külas (5,2 mg/l).

Tabel 5. Veevõrkide jaotus fluoriidisisalduse alusel maakodades

Maakond	Veevõrkide arv	Joogivee fluoriidisisaldus					
		alla soovitatava 0,50 mg/l ja vähem		soovitatav 0,51–1,50 mg/l		üle piirnormi >1,5 mg/l	
		Arv	%	Arv	%	Arv	%
Harju	124	24	19,4	95	76,6	5	4,0
Hiiu	10	0	0,0	10	100,0	0	0,0
Ida-Viru	66	17	25,8	49	74,2	0	0,0
Jõgeva	38	21	55,3	14	36,8	3	7,9
Järva	51	27	52,9	14	27,5	10	19,6
Lääne	31	0	0,0	18	58,1	13	41,9
Lääne-Viru	58	27	46,6	30	51,7	1	1,7
Põlva	32	31	96,9	1	3,1	0	0,0
Pärnu	54	7	13,0	31	57,4	16	29,6
Rapla	48	19	39,6	21	43,8	8	16,7
Saare	27	17	63,0	8	29,6	2	7,4
Tartu	53	21	39,6	23	43,4	9	17,0
Valga	25	22	88,0	3	12,0	0	0,0
Viljandi	56	16	28,6	29	51,8	11	19,6
Võru	36	36	100,0	0	0,0	0	0,0
Kokku Eestis	709	285	40,2	347	48,9	78	11,0



Joonis 5. Veevõrkide jaotus vee fluoriidisisalduse alusel maakodades

4. EESTI ELANIKE EKSPOSITSIOON JOOGIVEE ERINEVALE FLUORIIDISISALDUSELE

4.1. Fluoriidiekspositsiooni allikad

Joogivesi ja sellega valmistatud joogid-toidud on inimesele peamiseks fluoriidi allikaks. Väikelastel võib fluoritud hambapasta allaneelamine fluoriidi päevaannust suurendada (Pendrys, 2000; Tabari et al, 2000). Veega saadud fluoriidist imendub maos ja peensooles üle 90%. Omastatud fluoriidist umbes pool eritub uriiniga, organismi jäänud osast enam (99%) akumuleerub luudes ja hammastes, väike hulk ringleb veres, kust jõuab ka rinnapiima (5-7 µg/l) ja platsenta kaudu looten (WHO, 1996).

Fluoriidi päevaannus mõõduka kliima tingimustes on täiskasvanul keskmiselt 0,03-0,04, imikul 0,08 ja 3-5 aastasel lapsel 0,06 mg/kg (Erdal & Buchanan, 2005). Fluoriidirikkama (üle 1 mg/l) vee ja sellega valmistatud jookide-toitude tarbimisel on fluoriidi päevaannus oluliselt suurem. Imikud võivad sellisel juhul saada toidusegust 100 korda rohkem fluoriide kui rinnapiimast. Fluoriidi päevaannus oleneb ka veetarbimisest. Kuumas kliimas ja suurema kehalise koormuse korral juuakse rohkem, samuti joovad rohkem vett sportlased, aga ka diabeetikud. Teatud eluperioodidel (loode, imik, vanurid) või haiguste korral (diabeetikud, neeruhaiged) ollakse tundlikumad fluoriidi toimele (NRC, 2006).

Tabelis 6 on USA andmete alusel esitatud joogivee osatähtsus organismi fluoriidiallikana sõltuvalt kasutatava vee fluoriidisisaldusest (NRC, 2006).

Tabel 6. Joogivee osatähtsus (%) fluoriidiekspositsioonis rahvastiku eri vanus- ja sihtrühmades joogivee erineva fluoriidisisalduse korral.

Rahvastiku alarühmad	Joogivee osatähtsus fluoriidi-ekspositsioonis vee fluoriidisisaldusel		
	1 mg/l	2 mg/l	4 mg/l
Imikud alla 1 aasta	82	89	94
Lapsed 1-5 aastat	42	58	72
Lapsed 6-12 aastat	45	60	74
Noorukid 13-19 aastat	48	64	77
Täiskasvanud 20-49 aastat	55	69	82
Täiskasvanud 50+ aastat	59	72	84
Sportlased	83	91	95
Diabeetikud (täiskasvanud)	83	91	95

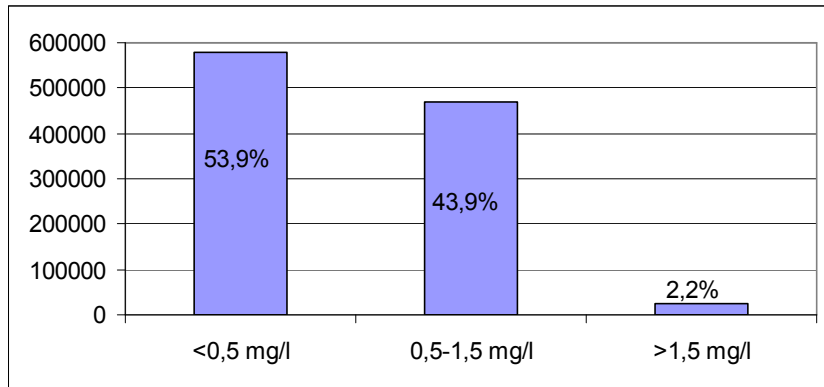
Käesolevas uuringus on elanike fluoriidiekspositsiooni hinnatud joogivee fluoriidisisalduse alusel, teisi allikaid ei ole arvesse võetud.

4.2. Eesti elanike ekspositsioon erineva fluoriidisisaldusega joogiveele

Joogivee fluoriidisisaldus üksi ei võimalda hinnata elanike fluoriidi-ekspositsiooni ning sellega seotud hambahaiguste ja teiste tervisemõjude riski rahvastikus. Selleks on vaja teada, kui palju elanikke ja millise fluoriidisisaldusega vett

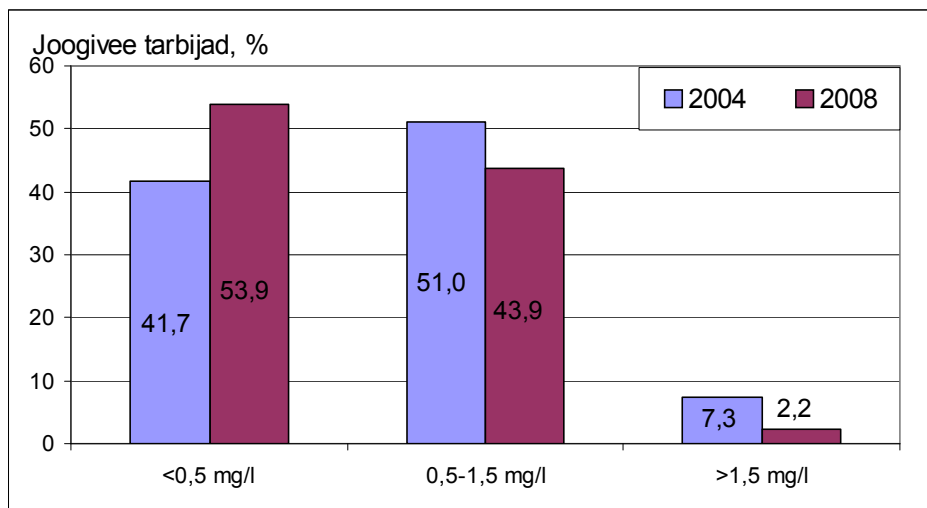
tarbib. Seejuures tuleb arvestada, et ühes ja samas linnas/asulas võib olla erineva fluoriidisisaldusega joogivee piirkondi, kui vesi saadakse erinevatest veeallikatest/kihtidest.

Seisuga november 2008 tarbis Eestis summaarselt võetuna 469902 (43,9%) elanikku soovitatava fluoriidisisaldusega vett ning 577755 (53,9%) elaniku joogivesi oli fluoriidivaene. Lubamatult suure fluoriidisisaldusega vett tarbis 23635 (2,2%) elanikku (joonis 6).



Joonis 6. Erineva fluoriidisisaldusega joogivee tarbijate arv Eestis 2008.a-l

Võrreldes 2004. aastaga (Indermitte jt, 2005) on elanike fluoriidiekspositsioon mõnevõrra muutunud (joonis 7). Suurenenud on fluoriidivaese vee tarbijate osakaal (%), vähenenud aga soovitatava ja liigse fluoriidisisaldusega vee tarbijate osakaal. Need muutused on statistiliselt olulised ($p < 0,01$).



Joonis 7. Erineva fluoriidisisaldusega joogivee tarbijate osakaal (%) võrdlevalt 2004. ja 2008. aastal

4.3. Eesti elanike ekspositsioon erineva fluoriidisisaldusega joogiveele maakonniti

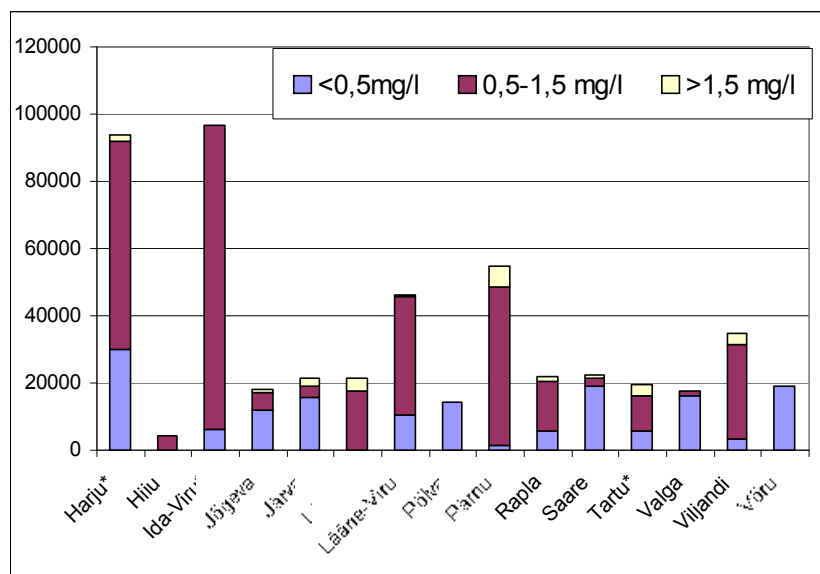
Linnade ja maakondade lõikes on elanike joogiveekaudne fluoriidiekspositsioon erinev. Narva elanikud ja enamik Tallinna elanikest (vastavalt 67497 ja 350700) saavad fluoriidivaest vett, mis võetakse vastavalt kas Narva jõest või Ülemiste järvest. Tallinnas tarbitav põhjavesi on optimaalse fluoriidisisaldusega. Seda saavad Nõmme, Hiiu, Pirita ja Merivälja elanikud – kokku 46300 elanikku. Tartus peab üle

kolmandiku elanikest leppima fluoriidivaese veega (Staadioni tänava veehaardest), kuid ülejäänute joogivesi (Anne veehaardest ja eraldi olevatest puurkaevudest Aardlas jm) on optimaalse fluoriidisisaldusega (~1 mg/l).

Erineva fluoriidisisaldusega joogivee tarbijate arv maakonniti on toodud tabelis 7 ja joonisel 8.

Tabel 7. Elanike ekspositsioon erineva fluoriidisisaldusega joogiveele maakonniti

Maakond	Eksponeeritute üldarv	Eksponeeritud joogivee fluoriidisisaldusele					
		alla soovitatava 0,50 mg/l ja vähem		soovitatav 0,51–1,50 mg/l		üle piirnormi >1,50 mg/l	
		Arv	%	Arv	%	Arv	%
Harju	490787	380839	77,6	107995	22,0	1953	0,4
Hiiu	4373	0	0,0	4373	100,0	0	0,0
Ida-Viru	163974	73607	44,9	90367	55,1	0	0,0
Jõgeva	17994	11775	65,4	5334	29,6	885	4,9
Järva	21562	15622	72,5	3289	15,3	2651	12,3
Lääne	21525	0	0,0	17960	83,4	3565	16,6
Lääne-Viru	45977	10698	23,3	35149	76,4	130	0,3
Põlva	14350	14150	98,6	200	1,4	0	0,0
Pärnu	54872	1555	2,8	47166	86,0	6151	11,2
Rapla	21667	5740	26,5	14772	68,2	1155	5,3
Saare	22220	19230	86,5	2400	10,8	590	2,7
Tartu	120339	5905	4,9	111144	92,4	3290	2,7
Valga	17750	16249	91,5	1501	8,5	0	0,0
Viljandi	34917	3400	9,7	28252	80,9	3265	9,4
Võru	18985	18985	100,0	0	0,0	0	0,0
Kokku Eestis	1071292	577755	53,9	469902	43,7	23635	2,2



*Vastavalt Tallinna, Tartu ja Narva linna elaniketa

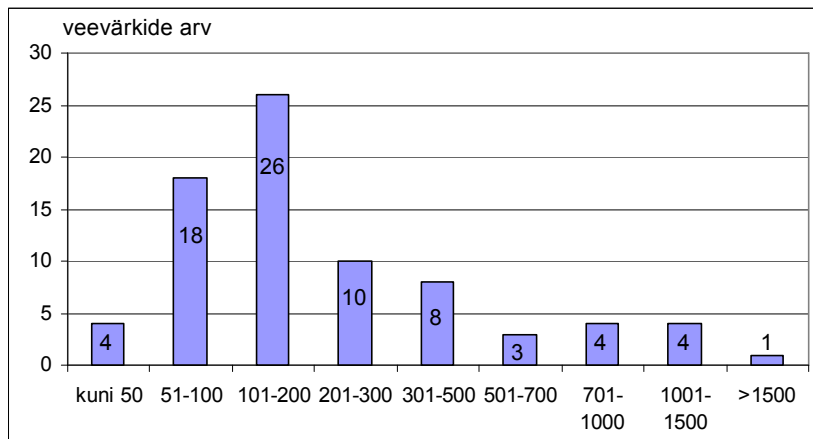
Joonis 8. Elanike erinev joogiveekaudne fluoriidiekspositsioon maakonniti.

Soovitav fluoriidiekspositsioon on kõigil Hiiumaa veetarbijail ja suurel osal (üle 80%) Tartu, Pärnu ja Viljandi maakonna elanikest, kus maakonnakeskuste suurtes (võimsates) veevõrkides on saavutatud vee optimaalne fluoriidisisaldus. Alla soovitatava jääb fluoriidiekspositsioon enamikul (üle 90%) elanikest Lõuna-Eesti maakondades (Võru, Põlva ja Valga), kus joogiveeallikaks on Kesk-Devoni fluoriidivaene põhjaveekompleks. Vähe fluoriide saavad joogiveega ka pinnavee kasutajad Narvas ja Tallinnas.

Liigset fluoriidiekspositsiooni esineb kümne maakonna elanikel, kuid suhteliselt harva (alla 10% elanikest). Ainult Lääne, Järva ja Pärnu maakonnas kannatab liigse fluoriidiekspositsiooni all vastavalt 18,7, 12,3 ja 11,2% ühisveevärgi veetarbijaist.

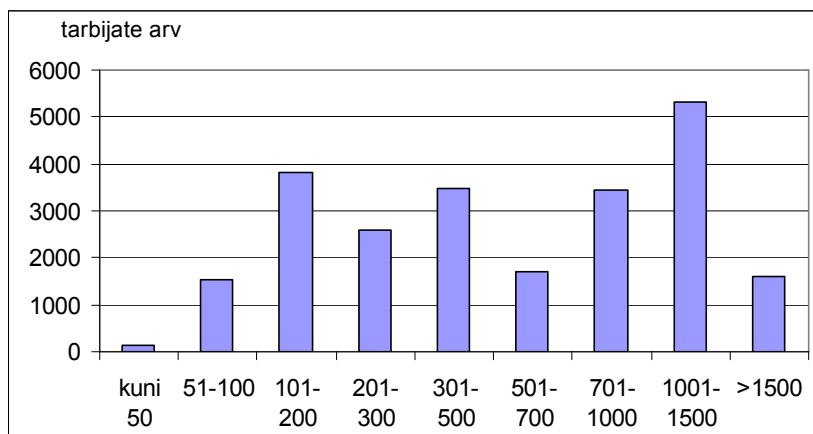
4.4. Eesti elanike ekspositsioon liigsele joogivee fluoriidisisaldusele

Seisuga november 2008 annab liigse fluoriidisisaldusega vett kokku 78 veevärki (Lisa 2). Nende veevõrkide jaotus suuruse (veetarbijate arvu) järgi on toodud joonisel 9. See on ebasümmeetriline jaotus parempoolse sabaga. Ülekaalus on väiksemad veevõrgid. Üle 1000 tarbijaga on vaid 5 veevärki (Türi, Tõrvandi, Lihula, Pärnu-Jaagupi ja Rummu).



Joonis 9. Vee liigse fluoriidisisaldusega veevõrkide jaotus veetarbijate arvu järgi

Liigse fluoriidiekspositsiooniga elanikud jaotuvad palju ühtlasemalt erineva suurusega veevõrkide vahel (joonis 10).



Joonis 10. Joogivee liigse fluoriidisisaldusega veetarbijate jaotus veevõrkide suuruse järgi

Kuni 300 veetarbijaga veevärke on ~75%, kuid kokku annavad nad vaid ühe kolmandiku (~34%) kogu elanike liigsest fluoriidiekspositsioonist. Samal ajal üle 500 veetarbijaga veevärke on ainult 12 (15,3%), kuid kokku annavad nad peaaegu poole (51,1%) liigsest fluoriidiekspositsioonist (tabel 8).

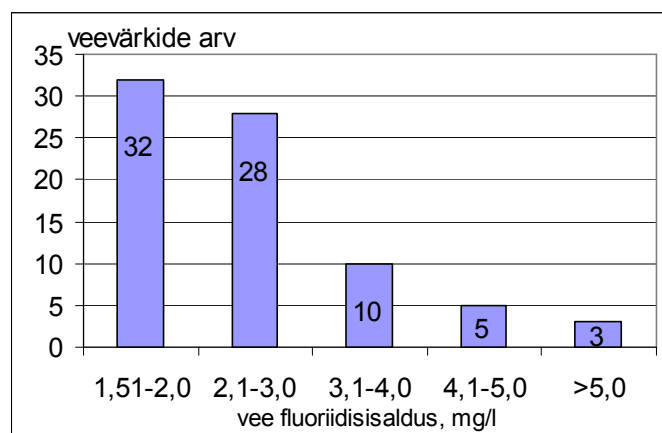
Tabel 8. Vee liigse fluoriidisisaldusega veevõrkide jaotus veevärgi suuruse ja veetarbijate arvu järgi

Veevärgi veetarbijate arv	Vee liigse fluoriidisisaldusega veevõrgid			Liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarbijad		
	arv	%	kumul. %	arv	%	kumul. %
Kuni 50	4	5,1	5,1	123	0,5	0,5
51-100	18	23,1	28,2	1536	6,5	7,0
101-200	26	33,3	61,5	3833	16,2	23,2
201-300	10	12,8	74,4	2583	10,9	34,2
301-500	8	10,3	84,6	3469	14,7	48,9
501-700	3	3,8	88,5	1705	7,2	56,1
701-1000	4	5,1	93,6	3460	14,6	70,7
1001-1500	4	5,1	98,7	5326	22,5	93,2
üle 1500	1	1,3	100,0	1600	6,8	100,0
Kokku	78	100,0	100,0	23635	100,0	100,0

Liigse fluoriidisisaldusega vee tarbijad on fluoriidide toksilisest mõjust igapäevaselt ohustatud. Ohu suurus sõltub ekspositsiooni intensiivsusest (fluoriidide päevaannusest e joogivee fluoriidisisaldusest). Seetõttu on vajalik analüüsida ka liigset fluoriidiekspositsiooni selle intensiivsuse järgi. Joogivee fluoriidisisaldust aluseks võttes on ekspositsiooni intensiivsus jagatud tinglikult järgmiselt:

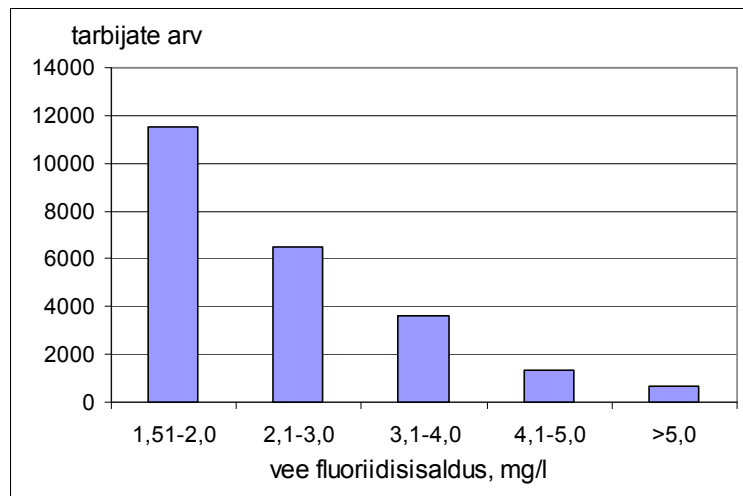
- väike – fluoriidisisaldus joogivees 1,51-2,0 mg/l;
- keskmine – fluoriidisisaldus joogivees 2,1-3,0 mg/l;
- suur – fluoriidisisaldus joogivees 3,1-4,0 mg/l;
- väga suur – fluoriidisisaldus joogivees üle 4 mg/l.

Uuritud veevõrkide veetarbijail on valdavalt tegemist fluoriidiekspositsiooni väikese ja keskmise intensiivsusega – seda esineb vastavalt 32 ja 28 veevärgi veetarbijail, väga suure intensiivsusega ekspositsiooni annab kokku 8 veevärki (joonis 11).



Joonis 11. Veevõrkide jaotus vee liigse fluoriidisisalduse alusel

Sarnane on olukord ka siis kui vaadata liigse fluoriidiekspositsiooniga elanike jaotumist ekspositsiooni intensiivsuse järgi. Enamikul nendest on see kas väike või keskmine. Suurt ja väga suurt intensiivsust on märksa vähem (joonis 12).



Joonis 12. Liigse fluoriidisisaldusega vett andvate veevõrkide jaotus veetarbijate arvu ja vee fluoriidisisalduse järgi

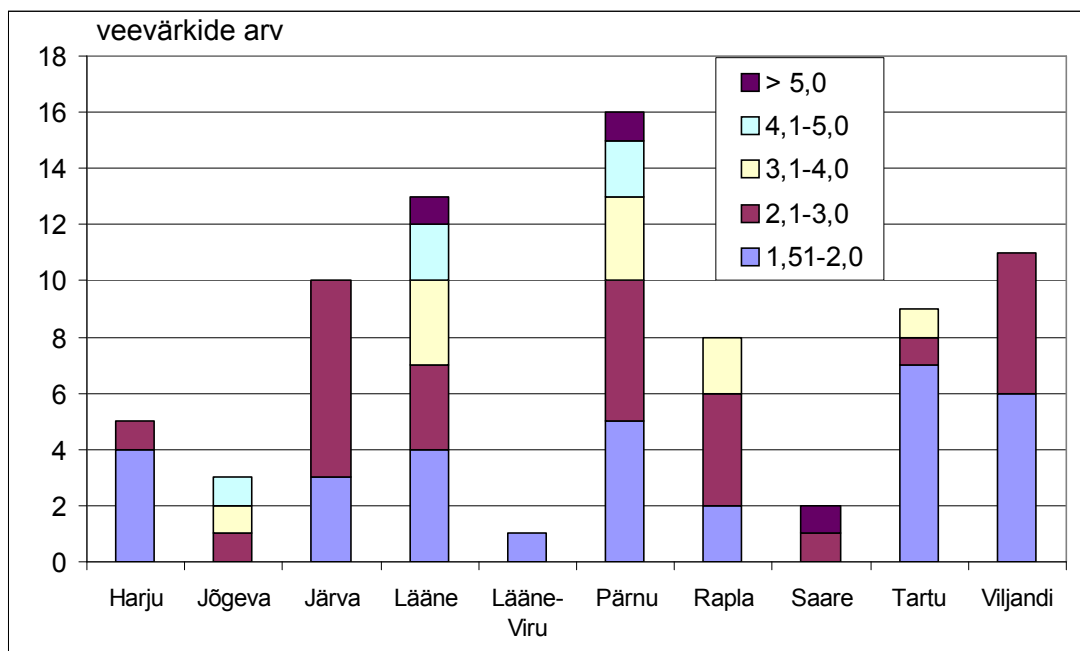
Peaaegu pooltel (48,7%) liigse fluoriidiekspositsiooniga veetarbijatest on tegemist väikese intensiivsusega ekspositsiooniga ja seda annab 41% veevõrkidest. Kolmandik veevõrkidest annab keskmise intensiivsusega ekspositsiooni ja vaid kümnendik veevõrkidest põhjustab väga suure intensiivsusega ekspositsiooni (tabel 9).

Tabel 9. Liigse fluoriidiekspositsiooni jaotumine intensiivsuse järgi veevõrkide ja veetarbijate vahel

Veevärgi vee fluoriidisisaldus, mg/l	Liigse fluoriidisisaldusega veevärgid			Liigse fluoriidiekspositsiooniga veetarbijad		
	arv	%	kumul. %	arv	%	kumul. %
1,51-2,0	32	41,0	41,0	11511	48,7	48,7
2,1-3,0	28	35,9	76,9	6485	27,4	76,1
3,1-4,0	10	12,8	89,8	3644	15,4	91,6
4,1-5,0	5	6,4	96,2	1325	5,6	97,2
üle 5,0	3	3,8	100,0	670	2,8	100,0
Kokku	78	100,0	100,0	23635	100,0	100,0

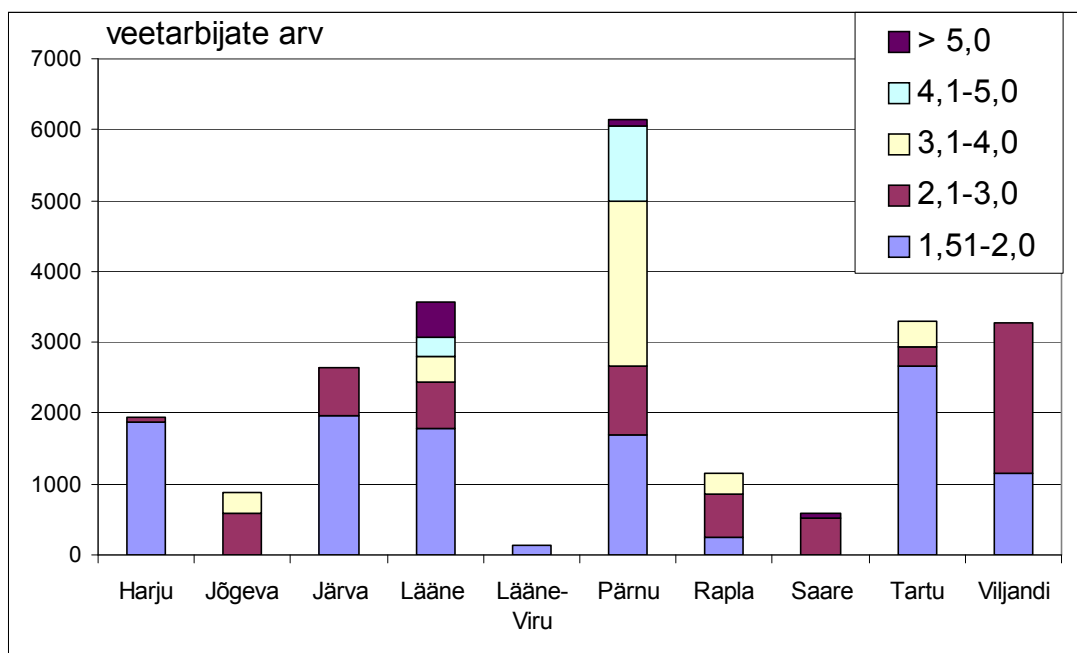
4.5. Eesti elanike liigne fluoriidiekspositsioon maakondades

Liigne fluoriidiekspositsioon esineb kümne maakonna elanikel. Viies maakonnas (Hiiu, Ida-Viru, Põlva, Valga ja Võru) seda probleemi ei ole. Kõige rohkem on liigse fluoriidisisaldusega vett andvaid veevärke Pärnu maakonnas, sellele järgnevad Lääne, Viljandi, Tartu ja Rapla maakond. Väga kõrge fluoriidisisaldusega (> 4 mg/l) vett andvaid veevärke on ainult Lääne-Eestis - Pärnu, Lääne ja Saare maakonnas. Viljandi, Järva, Harju ja Lääne-Viru maakonnas jääb vee fluoriidisisaldus kõigis veevõrkides alla 3 mg/l (joonis 13).



Joonis 13. Liigse fluoriidiekspositsiooni intensiivsus veevärkides maakonniti

Analüüsidest probleemi veetarbijate järgi, siis kannatab liigse fluoriidiekspositsiooni all kõige rohkem elanikke Pärnu maakonnas (6151 el). Ligikaudu poole vähem esineb liigset fluoriidiekspositsiooni Lääne (3565 el), Tartu (3290 el), Viljandi (3265 el) ja Järva (2651 el) maakonnas (joonis 14). Kuigi ka Rapla maakonnas on suhteliselt palju (8) kõrge fluoriidisisaldusega vett andvaid veevärke, esineb elanike liigset fluoriidiekspositsiooni siin suhteliselt harvem (1155 el), sest veevärkid on väikese tarbijate arvuga.



Joonis 14. Liigse fluoriidiekspositsiooni intensiivsus veetarbijatel maakonniti

Väga suure ja suure intensiivsusega fluoriidiekspositsioon esineb peamiselt Pärnu ja Lääne maakonnas (vastavalt 1150 ja 770 elanikul). Ka Saaremaal (Piiril) on üks veevärk, mis põhjustab väga suure intensiivsusega fluoriidiekspositsiooni 70 elanikul. Viljandi maakonnas on ülekaalus keskmise, kuid Tartu, Järva ja Harju maakonnas peamiselt väikese intensiivsusega fluoriidiekspositsioon (tabel 10).

Tabel 10. Elanike liigne fluoriidiekspositsioon maakondades intensiivsuse järgi

Maakond	Liigne fluoriidiekspositsioon	Liigse fluoriidiekspositsiooni intensiivsus joogivee fluoriidisisalduse järgi				
		1,51-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	>5,0
Harju	5*/1953**	4/1883	1/70	0/0	0/0	0/0
Jõgeva	3/885	0/0	1/580	1/300	1/5	0/0
Järva	10/2651	3/1958	7/693	0/0	0/0	0/0
Lääne	13/3565	4/1790	3/660	3/345	2/270	1/500
Lääne-Viru	1/130	1/130	0/0	0/0	0/0	0/0
Pärnu	16/6151	5/1688	5/980	3/2333	2/1050	1/100
Rapla	8/1155	2/250	4/599	2/306	0/0	0/0
Saare	2/590	0/0	1/520	0/0	0/0	1/70
Tartu	9/3290	7/2655	1/275	1/360	0/0	0/0
Viljandi	11/3265	6/1157	5/2108	0/0	0/0	0/0
Kokku	78/23635	32/11511	28/6485	10/3644	5/1325	3/670

* Veevarkide arv

** Veetarbijate arv

4.6. Liigse fluoriidiekspositsiooni muutused perioodil 2004. kuni 2008. a

Kasutades Tartu Ülikooli arstiteaduskonna tervishoiu instituudi (ARTH) 2004. a Eesti joogivee fluoriidisisalduse uuringu (Indermitte jt 2005) ja Tervisekaitseinspektiooni (TKI) joogivee kvaliteedi kokkuvõtteid (Sadikova 2004, Annus 2006 ja Birk 2008) ning käesoleva töö tulemusi saab ligikaudu hinnata liigse fluoriidiekspositsiooni muutusi Eestis (tabel 11). Kahjuks ei ole eri allikate ja perioodide andmed omavahel otseselt võrreldavad, sest veevarkide arv on pidevas muutumises. Samuti on uuringute ja kokkuvõtete eesmärgid ning mahud olnud erinevad.

Tabel 11. Joogivee liigse fluoriidisisaldusega veevarkide ja veetarbijate arvu dünaamika ajavahemikus 2004 - 2008

Näitaja	Vaadeldav periood			
	2004. a	2004.a	2006.a	2008.a
Veevarkide arv	106	103	100	78
Veetarbijate arv	42571	27122	31444	23635
Andmeallikas	ARTH 2004 Indermitte jt 2005	TKI 2004 Sadikova 2004	TKI 2006 Annus 2006	ARTH 2008 Käesolev töö

2004. aasta uuringus (Indermitte jt, 2005) püüti üleriigiliselt määrata joogivee fluoriidisisaldus kõikides üle 100 tarbijaga veevarkides. Sellist ulatuslikku uurimust ei ole varem tehtud ja see andis palju uut infot joogivee fluoriidisisalduse kohta kõigis maakondades. Esmakordselt määrati vee fluoriidisisaldus ligi pooltes veevarkides Hiiu, Saare, Harju, Lääne- ja Ida-Viru maakonnas ning üle 75% veevarkides Põlva ja Valga maakonnas. Rohkem andmeid joogivee fluoriidisisaldusest oli varem olemas Pärnu, Tartu ja Viljandi maakonna veevarkide kohta, kus uue info osakaal jäi alla 25%.

TKI kokkuvõtted (Sadikova 2004, Annus 2006 ja Birk 2008) käsitlevad tervisekaitse järelevalve all olevaid veevärke. Nendeks on veevärgid rohkem kui 50 tarbijaga ja/või tootlikkusega >10 m³ ööpäevas. Lisaks nendele kuuluvad tervisekaitse järelevalve alla haridus-, hooldus-, toitlustus-, majutus-, karistus- jt asutuste, apteekide ning eraldi asetsevate koolivõimlate ja –ujulate veevärgid olenemata veekasutajate arvust ja veeallika tootlikkusest. Käesolevast tööst on need veevärgid välja jäetud, kui neil ei ole püsitarbijaid (need arvestatakse elukoha järgi).

Eeltoodust tulenevalt ongi ARTH 2004 aasta uuringus saadud suhteliselt suur (sage) liigne fluoriidiekspositsioon (42571 el) võrreldes TKI uuringutega (27122 ja 31444 el) enam-vähem samasuguse veevõrkide arvu puhul, s. t TKI uuringutes on olnud rohkem väikese veetarbijate arvuga veevärke. Käesolevaks ajaks (november 2008) on liigne fluoriidiekspositsioon oluliselt vähenenud nii veevõrkide kui eksponeeritute arvu järgi (tabel 11). See on saavutatud mitmesuguste meetmete rakendamise ja uue sobiva fluoriidisisaldusega veeallika on saanud Märjamaa (2170 el), Ülenurme (900 el), Vana-Vigala jt veevärgid, ka osa Türi (2400 el) veevärgist; pöördosmoosi seadmed on rakendatud Käinas (1010 el), Lavassaarel (650 el), Vahenurmel (250 el) jm, Audru, Kõrveküla ja Upa saavad nüüd oma joogivee vastavalt Pärnu, Tartu ja Kuressaare veevõrgust jne. Paljud meetmed on rakendamisel.

Arvestamiseks liigse fluoriidiekspositsiooni terviseohjusid tuleks esmajoonel meetmeid rakendada just suure ja väga suure intensiivsusega fluoriidiekspositsiooni andvatel suurematel veevõrkidel, nagu Virtsus, Saugal, Pärnu-Jaagupis, Libatsel, Laevas, Tõstamaal jm (vt lisa 2). Senini on suhteliselt kõige suuremat edu saavutatud keskmise ja väikese intensiivsusega ekspositsiooni vähendamisel (tabel 12).

Tabel 12. Joogivee liigse fluoriidiekspositsiooni intensiivsuse dünaamika ajavahemikus 2004 – 2008 (TKI andmed)

Ekspositsiooni intensiivsus	Veevõrkide arv			Veetarbijate arv		
	2004	2006	2008	2004	2006	2008
1,51-2	47	32	32	11677	14756	11511
2-2,5	18	26	28	4730	6189	6485
2,51-3,0	14	12	10	2820	3693	3644
3,1-3,5	12	7	5	5920	2094	1325
3,51-4,0	1	9	5	250	2844	1325
4,1-4,5	4	3	5	945	645	1325
4,51-5,0	4	2	3	435	125	670
5,01-7	2	9	3	210	1098	670
>7	1	0	3	135	0	670
Kokku	103	100	78	27122	31444	23635

5. JOOGIVEE FLUORIIDISALDUSE EBASOODSAD TERVISEMÕJUD

5.1. Fluoriidide võimalikud tervise mõjud

Fluoriidi bioloogilisest rollist inimorganismis on veel vähe teada. Fluoriide ei peeta organismile oluliseks toitaineks, sest kliinilistes uuringutes pole saadud tervisehäireid, mis tuleneksid fluoriidi vähesusest (NRC, 2006). Hambakaariest ennetavat toimet seostatakse fluoriidide lokaalse mõjuga (Limeback, 1999). Rinnapiimas on fluoriidi 100 korda vähem kui fluoritud veega valmistatud imikutoidus. Samal ajal on teada, et fluoriidide liigsel saamisel tuleb ilmsiks nende toksiline toime. Nad inhibeerivad mitmeid protoplasma ensüüme.

Fluoriidide toksilisuse esmaseks ilminguks on hambafluuroos, mis on jäävhammaste struktuuri kahjustus. Hammaste arengu perioodil pidurdub emaili struktuuri normaalne mineraliseerumine. Apatiidikristallid suurenevad ja paigutuvad emaili mikrostruktuuris korrapäratult, areneb välja iseloomulik kliiniline pilt, mille raskusaste sõltub saadud fluoriidiannusest (Aoba & Fejerskov 2002; Billings et al, 2004). Kerge vormi puhul kaob hammaste välispinnal valge läige, tekivad tuhmid laigud. Aja jooksul need võivad muutuda kollakaks või pruunikaks ning raskema vormi puhul hakkavad hambad lagunema, email mureneb ja langeb tükikestena välja. Esmajoonel kahjustuvad eesmisel hambad. Fluorootilistel hammastel hakkab sagenema kaaries.

Fluuroos areneb lastel välja hamba arengu perioodil varases lapseeas (sünnist kuni 6-8 eluaastani) ja jääb kogu eluks. Väljakujunenud kahjustus on ravimatu. Aidata saab ainult kosmeetilise raviga. Hambafluuroos on üks enam levinud endeemiline haigus, mis on seotud paikkonna geokeemiaga. Stomatoloogide hinnangul on Eestis viimastel aastatel sagenenud laste hambafluuroosi haigestumine.

Positiivne korrelatsioon hambafluuroosi levimuse ja joogivee loodusliku fluoriidisisalduse vahel on saadud paljudes uuringutes üle maailma (WHO, 2002; Fawell et al, 2006). Van der Hoek jt uuringus oli õpilastel, kes jõid joogivett, mille fluoriidisisaldus oli 1 mg/l või suurem, risk haigestuda hambafluuroosi peaaegu viis korda kõrgem kui neil, kelle joogivee fluoriidisisaldus oli 0,3 mg/l või väiksem. Andmete mitmetegurilises analüüsis jäi joogivee fluoriidisisaldus kõige tugevamaks sõltumatuks fluuroosi riskiteguriks. Seost ei saadud fluoritud hambapasta kasutamise ega ka vanemate sotsiaal-majandusliku seisundiga (Van der Hoek et al, 2003).

Uurimistulemuste üldistusel on jõutud järeldusele, et massiline hambafluuroos tekib mõõduka kliima piirkonnas joogivee fluoriidisisalduse 1,5-2,0 mg/l korral, kuuma kliima piirkonnas aga juba madalama sisalduse korral, sest seal on vee tarbimine suurem (WHO, 1984). Vee fluoriidisisalduse korral kuni 2 mg/l esinevad peamiselt fluuroosi kerged vormid, mõõdukat ja rasket fluuroosi on harva. Nende arv tõuseb järsult kui vees on üle 2 mg/l fluoriide.

Fluoriidirikas joogivesi võib anda aga ka mitmeid teisi tõsiseid tervisehäireid (vt Indermitte & Saava, 2006). Skeletiluude fluuroosi (luude struktuuri muutused, mis viivad luu hõrenemisele) on saadud joogivee fluoriidisisaldusel 3-6 mg/l. Massiline invaliidistav skeletifluuroos saadi piirkonnas, kus joogivee fluoriidisisaldus oli üle 10 mg/l. Mõnedes epidemioloogilistes uuringutes on saadud seoseid joogivee kõrge fluoriidisisalduse ja luuvähi esinemissageduse vahel elanikkonnas, samuti ka raseduspatoloogiaga (ADA Reports, 2001; Connett, 2003). Viimaste aastate uuringud

Hiinas näitasid, et fluoriidirikka joogivee piirkonnas oli laste intelligentsus (IQ-indeks) madalam (Lu et al, 2000; Xiang et al, 2003).

Analüüsidest ja üldistades kogu olemasolevat usaldusväärset teaduslikku informatsiooni leidis Maailma Tervishoiuorganisatsioon, et nende poolt soovitatav joogivee fluoriidisisalduse piirväärtus 1,5 mg/l on igati põhjendatud ja ei vaja muutmist (WHO, 2004; Fawell et al, 2006). Ka Euroopa Liidu joogivee direktiiv (98/83/EÜ), samuti sellega harmoniseeritud Eestis 01.06.2002 jõustunud "Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid" ei luba joogivees fluoriide üle 1,5 mg/l.

5.2. Hambafluuroosi levimuse seos joogivee fluoriidisisaldusega Eestis

Hambafluuroosi haigestumust lastel on Eestis uuritud alates 1960.-ndate aastate algusest (Kiik, Adari, Russak, Viim jt). Need uuringud on näidanud, et haigestumus on olnud piirkonniti erinev. Üheks erinevuste põhjuseks on peetud kasutatava joogivee erinevat fluoriidisisaldust (Kiik, 1970, 1973; Viim, 1993; Russak, 1998). Hambafluuroosi levimuse seost joogivee erineva fluoriidisisaldusega kooliõpilastel on põhjalikumalt uurinud V. Kiik Lääne-Eesti asulates 1963/64. õppeaastal ja S. Russak jt 2000. aastal Tartus.

V. Kiik (1970) uuris hambafluuroosi suhtes kokku 2259 õpilast 7-19 aasta vanuses Lääne-Eesti asulates, kus joogivee fluoriidisisaldus kõikus piirides 0,6-5,0 mg/l. Fluuroosi raskusaste määrati vastavalt neljaastmelisele klassifikatsioonile. Endeemilist fluuroosi täheldati lastel kaheksas asulas (Virtsu, Lihula, Lavassaare, Jõõpre, Haapsalu, Pärnu, Viljandi, Kiviõli).

Uuritud 2259 õpilasest esines fluuroosi 348 (15,5 %) lapsel: I raskusaste 237 (68,1%), II raskusaste 86 (24,7%), III raskusaste 23 (6,6%) ja IV raskusaste 2 (0,5%) lapsel (tabel 13). Kõige sagedamini olid kahjustatud lõikehambad ja esimesed molaarid (purihambad). Lastel, kes tarvitasid joogivett fluoriidisisaldusega 0,1-0,5 mg/l (Tartu, Kilingi-Nõmme) ei täheldatud kliiniliselt hammastel endeemilise fluuroosi tunnuseid.

Tabel 13. Hambafluuroosi esinemine Lääne-Eesti kooliõpilastel (Kiik, 1970)

Laste vanus	Uuritud laste arv	Fluuroosi esinemine		Fluuroosi esinemine lastel raskusastme järgi							
		laste arv	laste %	I raskusaste		II raskusaste		III raskusaste		IV raskusaste	
				arv	%	arv	%	arv	%	arv	%
7-12	1270	250	19,6	167	66,8	65	26,0	16	6,4	2	0,8
13-15	576	79	13,5	56	70,8	19	24,1	4	5,1	0	0,0
16-19	313	19	6,0	14	73,6	2	10,5	3	15,8	0	0,0
7-19	2259	348	15,4	237	68,2	86	24,7	23	6,6	2	0,5

Fluuroosi esinemine õpilastel tarvitatava joogivee fluoriidisisalduse järgi on toodud tabelis 14. Fluoriidisisaldusel 0,6-1,0 esines fluuroosi 6,3% (looduslik foon), kõige kõrgema (5 mg/l) fluoriidisisalduse korral oli fluuroosi levimus 88,9%.

Asulate vahel erinevusi ei saadud, küll aga saadi erinevused sama linna piirides (Lihula, Haapsalu jt) sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest. Kõrgemat hammaste

fluorootilist kahjustatust sai samuti N. Vihm (1993) Virtsu alevis, kus fluoroosi esines 41,2%. Seal oli kasutusel väga fluoriidiirikas (4,8-5,0 mg/l) joogivesi.

Tabel 14. Hambafluoroosi esinemine sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest Lääne-Eesti kooliõpilastel 1963/64. õppeaastal (Kiik, 1970)

Joogivee fluoriidisisaldus mg/l	Uuritud laste arv	Fluoroosi esinemine		Fluoroosi esinemine lastel raskusastme järgi							
		laste arv	laste %	I raskusaste		II raskusaste		III raskusaste		IV raskusaste	
				arv	%	arv	%	arv	%	arv	%
0,6-1,0	952	60	6,3	52	86,7	8	13,3	0	0	0	0
1,1-1,5	884	99	11,2	71	71,1	24	24,2	4	4,1	0	0
1,6-2,0	237	90	38	62	68,9	24	26,7	4	4,4	0	0
2,0-2,2	117	49	41,9	30	61,2	14	28,6	5	10,2	0	0
2,4-2,8	33	18	54,5	11	61,1	6	33,3	1	5,6	0	0
~ 5	36	32	88,9	11	34,3	10	31,2	8	28,2	2	6,3
0,6-5	2259	348	15,4	237	68,1	86	24,7	22	6,6	2	0,6

Uuringu autor tegi järelduse, et erinevates kliimatilistes ja elukondlikes tingimustes elavatel õpilastel on sama fluoriidisisaldusega joogivee tarvitamisel hammaste fluoroosne kahjustus ligilähedane. Võrreldes fluoroosi esinemist erinevates vanusrühmades (7-12, 13-15 ja 16-19), siis oli see enam-vähem samasugune, sõltudes peamiselt joogivee fluoriidisisaldusest. Hammaste fluoroosi juhtude sageduse erinevus sõltuvalt joogivee fluoriidisisalduse suurenemisest 0,5 mg/l võrra osutus kõigi kolme vanusrühma vahel statistiliselt oluliseks. Fluoriidisisalduse suurenemine joogiveses põhjustas koos endeemilise fluoroosi leviku laienemisega ka raskemaid muutusi hammaste kõvakudedes, s. t fluoroosiga laste arvu suurenedes suureneb ka laste arv, kellel esines II ja III raskusastmesse kuuluvaid muutusi (Kiik 1970).

Russak jt (2002) uurisid laste hambafluoroosi esinemissageduse seost joogivee fluoriidisisaldusega Tartu linnas 2000. aastal, kus joogivee fluoriidisisaldus oli uuritavatel (12-a lapsed) hammaste formeerumise ajal (aastad 1988-1990) piirkonniti erinev, tulenedes veevõrku toitva(te) puurkaevu(de) või veehaarde mõju piirkonnast. Muud tingimused (kliima, välisõhu seisund, elamistingimused, toitumisharjumused, suuhügieen jm) olid eeldatavalt enam-vähem samasugused kogu linna piires.

Tartu linna elanikud saavad oma joogivee ühisveevõrgust, millel oli aastatel 1988-1990 üle saja puurkaevu. Osa puurkaeve asus rühmiti koos ja moodustasid neli veehaaret (Stadioni, Anne-Ihaste, Ropka ja Aardla-Soinaste). Ülejäänud puurkaevud olid ühendatud veevõrku üksikult. Vesi saadi neljast põhjaveekompleksist, mille vee fluoriidisisaldus oli erinev. Lisaks eeltoodule oli Tartu linna piires veel kaks anomaalset geoloogilist ala, kust saadav põhjavesi oli väga kõrge fluoriidisisaldusega. Nendeks oli Jaama-Raatuse ja Kannikese-Veeriku piirkond. Vastavalt sellele, milline veehaare või puurkaev toitis linna vastava ühisveevõrgu osa, oli joogivee fluoriidisisaldus piirkonniti erinev. Uuringuks valiti kuus piirkonda: Stadioni, Karlova, Raatuse, Annelinn, Aardla ja Veeriku. Praeguseks on Tartu linna veevärki oluliselt rekonstrueeritud ja laiendatud. Kõrge fluoriidisisaldusega vett andvad puurkaevud on suletud. Linn saab üle poole joogiveest Anne veepuhastist (Anne ja Ihaste veehaardest), mille fluoriidisisaldus on ~1

mg/l. Staadioni veehaare katab üle kolmandiku linna veevajadusest. See vesi on aga fluoriidivaene (0,2-0,3 mg/l). Aardla puurkaevude vees on fluoriide optimaalses hulgas.

Uuritud kooliõpilased lokaliseeriti elukoha järgi ja määrati kuuluvus vastavasse piirkonda. Selliselt õnnestus 442 kooliõpilasest lokaliseerida 387 (88%) last, 17 (4%) jäi huvipiirkondadest välja.

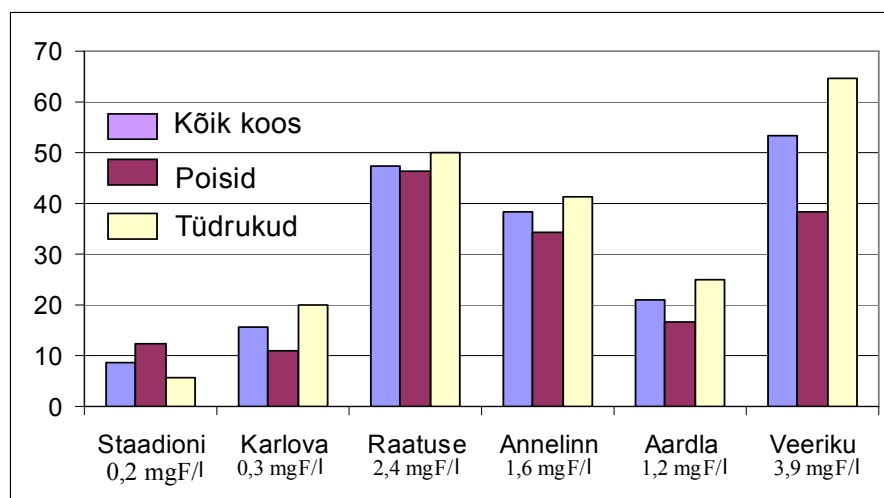
Hambafluuroosi levimus uuritud kooliõpilastel oli summaarselt võetuna 30,2%. Valdavalt esines fluuroosi kerge vorm, mis avaldus valgete laikudena ja emaili läike kadumisega. Poiste ja tüdrukute haigestumuse erinevus (vastavalt 26,3 ja 33,7%) ei olnud statistiliselt usaldusväärne (oluline).

Samal ajal hambafluuroosi esinemissagedus õpilastel seostus tarbitava joogivee fluoriidisisaldusega elukohas (tabel 15).

Tabel 15. Hambafluuroosi levimus 12-aastastel Tartu kooliõpilastel (Russak jt, 2002)

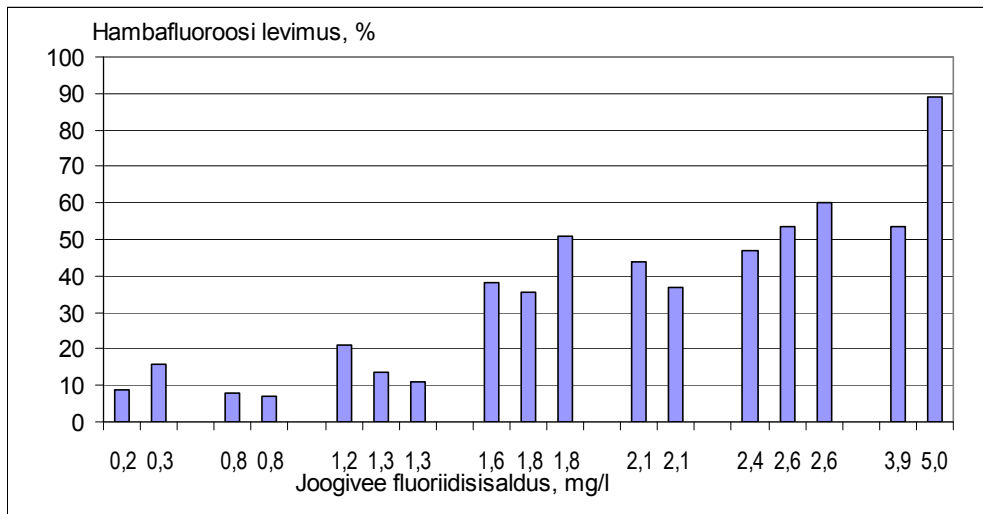
Linna piirkond	Joogivee F-sisaldus mg/l	Uuritud laste arv	Fluuroosi-ga lapsi		Poisse arv	Fluuroosiga poisse		Tüdru-kuid arv	Fluuroosiga tüdrukuid	
			arv	%		arv	%		arv	%
Staadioni	0,2	34	3	8,8	16	2	12,5	18	1	5,6
Karlova	0,3	38	6	15,8	18	2	11,1	20	4	20,0
Aardla	1,2	100	21	21,0	48	8	16,7	52	13	25,0
Annelinn	1,6	149	57	38,3	67	23	34,3	82	34	41,5
Raatuse	2,4	17	8	47,1	13	6	46,2	4	2	50,0
Veeriku	3,9	30	16	53,3	13	5	38,5	17	11	64,7
Total	0,2-3,9	368	111	30,2	175	46	26,3	193	65	33,7

Kõige suurem (53,3%) fluuroosi esinemissagedus oli Veeriku linnaosa koolilastel, kus joogivee fluoriidisisaldus oli olnud ka kõige kõrgem – keskmiselt 3,9 mg/l. Järgmisel kohal fluuroosi levimuse järgi (47,1%) olid Raatuse piirkonna lapsed, kus joogivee fluoriidisisaldus oli keskmiselt 2,4 mg/l. Kõrge (38,3%) oli fluuroosi levimus ka Annelinna piirkonnas (joogivee fluoriidisisaldus 1,6 mg/l) võrreldes Staadioni ja Karlova piirkonnaga (fluuroosi vastavalt 8,8 ja 15,8%), kuhu jõudis valdavalt Staadioni veehaarde fluoriidivaene (0,2 mg/l) vesi. (Joonis 15).



Joonis 15. Hambafluuroosi esinemissagedus (%) Tartu kooliõpilastel.

Mõlemas eelkirjeldatud uuringus saadud kooliõpilaste hambafluuroosi esinemise sagedus sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest on koondatult toodud joonisel 16.



Joonis 16. Hambafluuroosi levimus sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest

Siit selgub, et erinevates piirkondades ja erinevatel perioodidel saadud tulemused on üsna sarnased ja näitavad samasugust seost. Fluuroosi levimus on suhteliselt stabiilne (8-15%) kuni joogivee fluoriidisisalduseni 1,3-1,5 mg/l, mida võib pidada nn “looduslikuks fooniks”. Oluliselt suureneb fluuroosi levimus alates joogivee fluoriidisisaldusest 1,6-1,8 mg/l. Levimuse erinevust ei saadud erinevate vanusrühmade vahel. See kinnitab, et fluuroos on lastel juba kooliea alguseks välja kujunenud ning jääb edaspidiseks püsima.

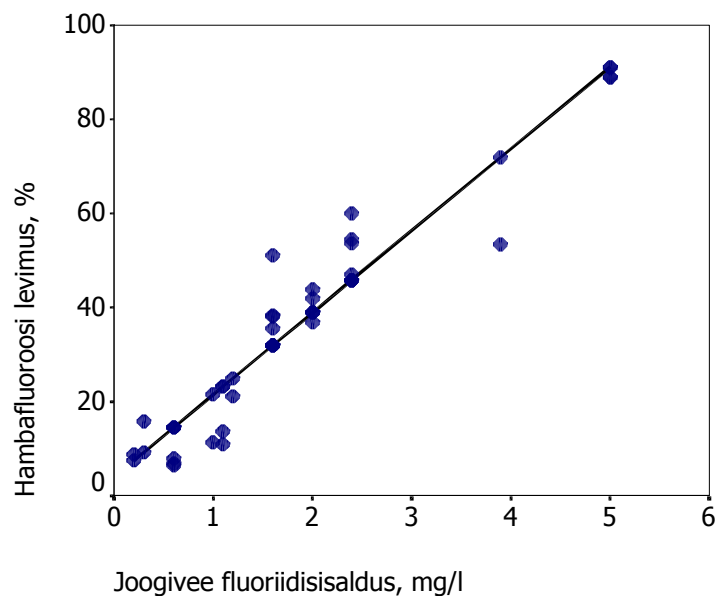
6. HAMBAFLUOROOSI HAIGESTUMISE RISK EESTIS SEoses JOOGIVEE LIIGSE FLUORIIDISISALDUSEGA

Hambafluoroosi levimusuuringute (Kiik, 1970; Russak jt, 2002) algandmete matemaatiline analüüs võimaldab välja selgitada kvantitatiivse seose fluoroosi levimuse ja joogivee fluoriidisisalduse vahel Eesti oludes ning selle alusel hinnata haigestumise riski liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarbijatel erineva intensiivsusega fluoriidiekspositsiooni korral.

6.1. Hambafluoroosi levimuse statistiline seos joogivee fluoriidisisaldusega

Uuringud näitasid, et joogivee fluoriidisisalduse suurenemisel esines tendents hambafluoroosi sagenemiseks, s.t tegemist on statistilise e. stohhastilise sõltuvusega. Selle sõltuvuse iseloomu ja tugevust saab iseloomustada korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi abil, mis annab ka võimaluse prognoosida teatava tõenäosusega ühe näitaja (hambafluoroosi levimus) muutumist tingimusel, et teine näitaja (joogivee fluoriidisisaldus) omandab mingi kindla väärtuse (Ahlbom & Norell 1993).

Andmete esitamine korrelatsiooniväljana näitab tugeva positiivse korrelatiivse seose olemasolu (joonis 17). Kuna Pearsoni ja Spearmani korrelatsioonikordajad on võrdsed ($R = 0,93$), siis on tegemist lineaarse seosega (mudeliga).



Joonis 17. Hambafluoroosi levimus sõltuvalt joogivee fluoriidisisaldusest

Seda seost saab väljendada järgmise regressioonivõrrandiga:

$$\text{HFL} = 19,5 \times F - 4,4,$$

kus HFL on hambafluoroosi levimus (%),

F on joogivee fluoriidisisaldus (mg/l).

Selle võrrandi alusel saab arvutada hambafluoroosi levimust rahvastikus joogivee teadaoleva fluoriidisisalduse korral (alates sisalduses 0,2 mg/l kuni 5 mg/l).

6.2. Hambafluoroosi haigestumise relatiivne risk erineva fluoriidisisaldusega joogivee tarbimisel

Haigestumise tõenäosust sõltuvalt joogivee fluoriidiekspositsioonist saab hinnata relatiivse riski (*relative risk*) kaudu (Ahlbom & Norell, 1993). Viimasel ajal kasutatakse seda moodust väga sageli. Relatiivse riskina käsitletakse nii riski suhet (*risk ratio*) kui ka šansisuhet (*odds ratio*). Mõlemad võrdlevad haigestumise tõenäosuse erinevust kahe rühma vahel, kuid tegelikult on need sisuliselt kaks erineva tähendusega näitajat. Šansisuhte võrdleb omavahel haigestumise šansi (võimaluse) tõenäosuse erinevust kahes erineva ekspositsiooniga rühmas. Relatiivne risk (riski suhe) aga võrdleb haigestumise levimuse erinevust nendes rühmades (Spitalnic 2005; 2006).

Ainult teatud tingimustel (kui uuritava sündmuse levimus populatsioonis on väga väike) on relatiivse riski ja šansisuhte arvulised väärtused ligilähedased. Mida suurem on uuritava nähtuse levimus populatsioonis, seda suurem on erinevus relatiivse riski (riski suhte) ja šansisuhte vahel viimase kasuks.

Hindamaks kvantitatiivselt Eesti elanike hambafluoroosi haigestumise relatiivset riski oleme varasemate vastavate uuringute tulemused (vt p. 5.2) koondanud ja rühmitanud joogivee fluoriidisisalduse (fluoriidiekspositsiooni intensiivsuse) alusel (tabel 16).

Tabel 16. Hambafluoroosi levimus joogivee erineva fluoriidisisalduse korral

Joogivee fluoriidisisaldus (ekspositsioon)	Uuritud lapsi kokku	Fluuroosiga lapsi (juhud)	Fluuroosita lapsi (kontrollid)	Fluuroosi levimus, %
Kuni 1,0 mg/l	1024	69	955	6,7
1,0 - 1,5 mg/l	984	120	864	12,2
1,5 – 2 mg/l	386	147	239	38,1
2 – 3 mg/l	167	75	92	44,9
3 – 4 mg/l	30	16	14	53,3
> 4 mg/l	36	32	4	88,9

Tabelis 17 on toodud arvutuse näide hindamaks haigestumise relatiivset riski nii šansisuhte (*odds ratio*) kui ka riski suhtena (*risk ratio*) väga väikese intensiivsusega fluoriidiekspositsiooni korral (1,0-1,5 mg/l) võrreldes nn loodusliku fooniga (joogivee fluoriidisisaldus kuni 1,0 mg/l). Siit näeme, et juba väga väike fluoriidiekspositsioon, mis saadakse joogivee lubatud fluoriidisisalduse puhul (1,1-1,5 mg/l), suurendab hambafluoroosi levimust võrreldes nn loodusliku fooniga 1,79 korda (riski suhe). Elanike haigestumise šansi tõenäosuse erinevus (šansisuhe) kahe võrreldava rühma vahel on aga 1,93.

Tabel 17. Haigestumise relatiivse riski arvutamine

Lähteandmed			
Ekspositsiooni intensiivsus (joogivee fluoriidisisaldus)	Uuritud lapsi kokku	Fluuroosiga lapsi (juhud)	Fluuroosita lapsi (kontrollid)
Looduslik (kuni 1,0 mg/l)	1024	69	955
Väga väike (1,0 - 1,5 mg/l)	984	120	864
Tehtud arvutused			
Haigestumise risk loodusliku ekspositsiooni korral		$69 : 1024 = 0,067$ e 6,74%	
Haigestumise risk väga väikese ekspositsiooni korral		$120 : 984 = 0,12$ e 12,20%	
Relatiivne risk (riski suhe) Usaldusvahemik (CI)		$0,1220 : 0,0674 = 1,81$ CI 1,36 – 2,40	
Haigestumise šans loodusliku ekspositsiooni korral		$69 : 955 = 0,072$	
Haigestumise šans väga väikese ekspositsiooni korral		$120 : 864 = 0,139$	
Šansside suhe (šansisuhe) Usaldusvahemik (CI)		$0,139 : 0,072 = 1,93$ CI 1,41 – 2,62	

Liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarbimisest tuleneva haigestumise relatiivse riski kvantitatiivsel hindamisel Eesti elanike jaoks lähtusime (võtsime võrdluse aluseks) aktsepteeritud e lubatud fluoriidiekspositsioonist (joogivee fluoriidi lubatud piirsaldus joogivees kuni 1,5 mg/l) ja arvutasime haigestumise relatiivse riski erineva fluoriidiekspositsiooni korral nii šansisuhtena (OR) kui riski suhtena (RR). Tulemused on toodud tabelis 18 vastavate usalduspiiridega (*CI - confidence interval*).

Tabel 18. Hambafluuroosi haigestumise relatiivne risk (šansisuhe ja riski suhe) erineva intensiivsusega fluoriidiekspositsiooni korral koos usalduspiiridega

Ekspositsiooni intensiivsus	Šansisuhe OR*	Usalduspiirid CI*	Riski suhe RR**	Usalduspiirid CI**
Väike (1,51-2,0 mg/l)	4,43	3,35 – 5,86	3,12	2,53 – 3,85
Keskmine (2,1-3,0 mg/l)	5,87	4,10 – 8,41	3,68	2,90 – 4,67
Suur (3,1-4,0 mg/l)	8,23	3,92 – 17,21	4,37	3,01 – 6,36
Väga suur (üle 4 mg/l)	57,60	20,02 – 165,73	7,29	5,95 – 8,93

Arvutused on tehtud vastavalt järgmiste interneti programmidega

* Calculator for confidence intervals of odds ratio in an unmatched case control study
<http://www.hutchon.net/ConfidOR.htm>

** Calculator for confidence intervals of relative risk
<http://www.hutchon.net/ConfidRR.htm>

6.3. Eesti elanike liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarbimine ja vastav hambafluuroosi haigestumise risk maakonniti

Eesti elanike liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarbimine maakonniti fluoriidiekspositsiooni intensiivsuse järgi on toodud peatükis 4.5. Arvestades eeltoodud haigestumise riski kvatitatiivseid hinnanguid (p. 6.2 lk 30) on järgnevas tabelis 19 toodu alusel võimalik hinnata hambafluuroosi haigestumise riski suurust igas maakonnas fluoriidiekspositsiooni erineva intensiivsuse korral.

Epidemioloogid soovivad juht-kontroll- ja retrospektiivsetes uuringutes kasutada relatiivse riski hindamiseks šansisuhet prospektiivsetes kohortuuringutes aga relatiivset riski (Simon, 2001; Spitalnic 2005; 2006) Kuna meie riski hinnangud põhinevad retrospektiivsete juht-kontrolluuringute tulemustel, siis tuleks haigestumise riski hinnata šansisuhte alusel (Pearce, 1993; Deeks, 1998).

Tabel 19. Elanike liigse fluoriidiekspositsioon intensiivsuse järgi ja vastav hambafluuroosi haigestumise risk maakonniti

Näitaja	Fluoriidiekspositsiooni intensiivsus			
	Väike	Keskmine	Suur	Väga suur
Joogivee fluoriidisisaldus (mg/l)	1,51-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	üle 4,0
Šansisuhe (OR)	4,45	5,87	8,23	57,60
Riski suhe (RR)	2,55	4,00	7,38	45,68
Veetarbijate arv Eestis, sh maakonniti	11511	6485	3644	1995
Harju	1883	70	0	0
Jõgeva	0	580	300	5
Järva	1958	693	0	0
Lääne	1790	660	345	770
Lääne-Viru	130	0	0	0
Pärnu	1688	980	2333	1150
Rapla	250	599	306	0
Saare	0	520	0	70
Tartu	2655	275	360	0
Viljandi	1157	2108	0	0

7. KOKKUVÕTE

Elanike varustamine kvaliteetse joogiveega on tähtis riiklik ülesanne, mille lahendamine on omavalitsuste kohustus. Eesti elanikkond on joogiveega hästi varustatud – ühisveevärgiga hõlmatus on ~ 81%. Joogiveeallikana kasutatakse nii pinna- kui põhjavett. Tervise aspektist (sobivam keemiline koostis ja parem reostuskaitse) tuleks joogiveena eelistada põhjavett. Eestis piirab põhjavee kasutamist fluoriidisisalduse suur varieeruvus.

Fluoriid põhjavees on loodusliku päritoluga ja leostub sinna erinevat tüüpi karbonaatkivimitest ja savikatest vulkaanilise tuha kihtidest (K-bentoniitidest). Kõrgema fluoriidisisaldusega on Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks, mis sageli on ainsaks joogiveeallikaks Pärnu- ja Läänemaal. Fluoriidirikas vesi on ka Kesk-Alam-Devoni-Siluri veekompleksis, mida kasutatakse Kesk-Eestis. Aktiivse veevahetuse võõndis paiknevate madalate puurkaevude fluoriidisisaldus on reeglina nõuetekohane ning kõrgemad fluoriidisisaldused esinevad sügavates savikaid lubjakive ja dolomiite avavates puurkaevudes.

Joogivee fluoriidisisaldus on suhteliselt hästi uuritud. See on määratud 709 veevärgis, mis varustavad joogiveega ~80% kogu elanikkonnast. Fluoriidisisaldust on vähem uuritud väikeste veevärkide vees, eelkõige Valga, Põlva ja Lääne-Viru maakonnas, kus kasutatavad põhjaveed on reeglina fluoriidivaesed.

Joogivee fluoriidisisaldus sõltub kasutatavast põhjaveekihi. Paljudes veevärkides kasutatakse seguvett, mis saadakse samaaegselt mitmest põhjaveekihi. Uuritud 709 veevärgi vee fluoriidisisaldus kõikus suurtes piirides: 0,05 kuni 6,95 mg/l, olles keskmiselt $0,83 \pm 0,78$ mg/l. Kuigi valdava osa (89%) veevärkide vesi vastas kvaliteedinõuetele, oli fluoriidisisaldus soovitatav (0,51–1,50 mg/l) ainult 48,8% veevärgis ning 40,2% veevärgis jäi see alla soovitatava sisalduse (kuni 0,5 mg/l). Fluoriidirikas joogivesi pärineb vastavalt Ordoviitsiumi-Siluri ja Devoni-Siluri veekihi ning on eelkõige väikeste veevärkide probleem.

Joogivee fluoriidisisaldus maakonniti oli väga erinev. Kõige fluoriidivaesem oli joogivesi Võru, Põlva ja Valga maakonnas, kus soovitatavast väiksema fluoriidisisaldusega vett andis 88% veevärkidest (Võru maakonnas 100%). Soovitatava fluoriidisisaldusega olid kõik Hiiumaa veevärgid. Selliseid veevärke oli suhteliselt palju Harju ja Ida-Viru maakonnas (vastavalt 76 ja 74%). Fluoriidi piirkontsentratsiooni ületamisi vees esines kõige sagedamini Läänemaa veevärkides (42%), kuid ka Pärnu maakonnas oli selliseid veevärke suhteliselt palju (29,6%). Suuremad fluoriidisisaldused saadi Pärnu maakonnas Põldeotsal (6,4 mg/l), Läänemaal Virtsus (5,7 mg/l) ja Muhemaal Piiri külas (5,2 mg/l). Liigse fluoriidisisaldusega vett annab kokku 78 veevärki.

Joogivesi ja sellega valmistatud joogid-toidud on inimesele peamiseks fluoriidi allikaks. Seega varieerub elanike fluoriidiekspositsioon suurtes piirides sõltuvalt veeallikast ja paikkonnast. Seisuga november 2008 tarbis Eestis summaarselt võetuna 43,9% elanikest soovitatava fluoriidisisaldusega vett ning 53,9% elanike joogivesi oli fluoriidivaene. Lubamatult suure fluoriidisisaldusega vett tarbis 2,2% elanikest. Võrreldes 2004. aastaga on elanike fluoriidiekspositsioon mõnevõrra muutunud:

suurenenud on fluoriidivaese vee tarbijate osakaal, vähenenud aga soovitatava ja liigse fluoriidisisaldusega vee tarbijate osakaal.

Linnade ja maakondade lõikes on elanike joogiveekaudne fluoriidiekspositsioon erinev. Vähe fluoriide saavad joogiveega pinnavee kasutajad Tallinnas ja Narvas. Tallinnas tarbitav põhjavesi aga annab soovitatava fluoriidiekspositsiooni. Tartus peab üle kolmandiku elanikest leppima fluoriidivaese veega. Optimaalne fluoriidiekspositsioon on kõigil Hiiumaa veetarbijail ja suurel osal (üle 80%) Tartu, Pärnu ja Viljandi maakonna elanikest, kus maakonnakeskuste suurtes võimsates veevõrkides on saavutatud vee optimaalne fluoriidisisaldus. Alla soovitava jääb fluoriidiekspositsioon enamikul (üle 90%) elanikest Lõuna-Eesti maakondades. Liigset fluoriidiekspositsiooni esineb kümne maakonna elanikel, kuid suhteliselt harva (alla 10% elanikest). Ainult Lääne, Järva ja Pärnu maakonnas kannatab liigse fluoriidiekspositsiooni all vastavalt 18,7, 12,3 ja 11,2% veetarbijaist. Võrreldes eelmiste aastatega on käesolevaks ajaks (november 2008) liigne fluoriidiekspositsioon oluliselt vähenenud nii veevõrkide kui eksponeeritute arvu järgi. See on saavutatud mitmesuguste meetmete rakendamisega (uued puurkaevud, ühinemine linnade veevõrguga, pöördosmoosi rakendamine jm). Paljud meetmed on rakendamisel. Arvestamaks liigse fluoriidiekspositsiooni tervisemõjusid tuleks esmajoonel meetmeid rakendada just suure ja väga suure intensiivsusega fluoriidiekspositsiooni andvatel suurematel veevõrkidel, nagu Virtsus, Saugal, Pärnu-Jaagupis, Libatsel, Laevas, Tõstamaal jm.

Liigse fluoriidiekspositsiooni esmaseks ilminguks on hambafluuroos (jäävhammaste struktuuri kahjustus), mis areneb lastel välja hamba arengu perioodil varases lapseas (sünnist kuni 6-8 eluaastani) ja jääb kogu eluks. Väljakujunenud kahjustus on ravimatu. Hambafluuroos on üks enam levinud endeemiline haigus, mis on seotud paikkonna geokeemiaga. Positiivne korrelatsioon hambafluuroosi levimuse ja joogivee loodusliku fluoriidisisalduse vahel on saadud paljudes uuringutes, sh ka Eestis. Massiline hambafluuroos tekib mõõduka kliima piirkonnas alates joogivee fluoriidisisaldusest 1,5-2,0 mg/l.

Fluoriididel on teisigi toksilisi toimeid, mis võivad anda tõsiseid tervisehäireid elu erinevatel perioodidel. Käesolevas töös ei ole neid käsitletud, sest kirjanduses puuduvad andmed nende kantitatiivsetest seostest joogivee fluoriidisisaldusega. Seetõttu pole võimalik hinnata nendest tulenevat terviseriski. Hambafluuroos on fluoriidide toksilise toime esmane ilming ja tema esinemise seos joogiveest tuleneva fluoriidiekspositsiooniga on kõige paremini uuritud.

Eesti hambafluuroosi levimusuuringute (Kiik, 1970; Russak jt, 2002) algandmete matemaatiline analüüs võimaldas välja selgitada kvantitatiivse lineaarse seose (regressioonivõrrandi) fluuroosi levimuse ja joogivee fluoriidisisalduse vahel Eesti oludes.

Liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarbimisest tuleneva haigestumise relatiivse riski kvantitatiivseks hindamiseks Eesti elanikel arvutasime haigestumise relatiivse riski nii šansisuhtena (OR) kui riski suhtena (RR) nelja erineva fluoriidiekspositsiooni intensiivsuse korral. Võrdluse aluseks võtsime aktsepteeritud e lubatud fluoriidiekspositsiooni (s.o joogivee fluoriidi lubatud piirsisaldus kuni 1,5 mg/l). Teades joogivee tarbijaid maakonniti fluoriidiekspositsiooni intensiivsuse järgi on võimalik igas maakonnas ja iga veevärgi puhul hinnata kui palju suureneb hambafluuroosi haigestumise tõenäosus, mis tuleneb joogivee fluoriidisisalduse piinormi ületamisest.

Liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarnimine elanikele on lubamatu. Väljapääsuks on veeallika asendamine sobivamaga, erinevate puurkaevude vee segamine, fluoriidi ärastamine veest (pöördosmoosi rakendamine) jm. Need valikud peab tegema ja ellu viima omavalitsus, kes vastutab elanike kvaliteetse joogiveega varustamise eest. Enamikul veevärkidest on vastavad meetmekavad olemas ja rakendamisel, kuid see võtab teatud aja ja nõuab ressursse.

Elanikke on vaja teavitada nende joogivee fluoriidisisaldusest ja selle tervisemõjudest, et nad vajaduse ja võimaluse korral saaksid ise seda optimeerida või otsida vajalikku abi stomatoloogidelt. Liigse fluoriidiekspositsiooni vähendamise üheks võimaluseks on sobiva pudelivee kasutamine joogiks ja toiduvalmistamiseks. Imikute toitesegud tuleb kindlasti valmistada sobiva veega, mille fluoriidisisaldus on optimaalne. Väikelapsed, kes võivad hammaste pesemisel pastat alla neelata, peaksid loobuma fluoritud hambapasta kasutamisest. Kui hambapastat alla ei neelata, siis fluoriidi paikne manustamine hambapastana on lubatud, kuna see toimib lokaalselt ja aitab ennetada hambakaariest. Fluoriidiekspositsiooni saab vähendada kui välditakse musta tee joomist ja süüakse vähem kalatoite.

8. SOOVITUSED

Veekäitleja peaks toodetava joogivee liigse fluoriidisisalduse korral:

- Otsima uue/teise sobiva fluoriidisisaldusega veeallika,
- Segama erineva fluoriidisisaldusega veeallikate vett,
- Rakendama veetöötlust liigse fluoriidi ärastamiseks (näit pöördosmoos)

Liigse fluoriidisisaldusega joogivee tarbijad peaksid oma fluoriidi päevaannuse vähendamiseks:

- Joogiveena kasutama pudelivett,
- Toidu valmistamiseks hankima sobiva fluoriidisisaldusega vee (pudelivesi või mõni teine võimalus),
- Imikute toitesegud valmistama pudeliveega,
- Väikelastel vältima fluoriga hambapasta kasutamist, sest nad võivad seda alla neelata.
- Loobuma musta tee joomisest,
- Vähem süüa mereande.

KASUTATUD KIRJANDUS

- ADA Reports. Position of the American Dietetic Association: The impact of fluoride on health. *J Am Diet Assoc* 2001; 101:126-32.
- Adriano DC. Trace Elements in the Terrestrial Environment. New York: Springer-Verlag, 1986;533 p.
- Ahlbom A & Norell S. Sissejuhatus moodsasse epidemioloogiasse. Eestindanud M Rahu. Eksperimentaalse ja Kliinilise Meditsiini Instituut. Tallinn, 1993; 107 lk.
- Annus A. Fluoriid joogivees 2006. TKI. <http://www.tervisekaitse.ee/?mid=35> (14.12.2008)
- Aoba T & Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* 2002; 13(2), 155-170.
- APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater, 2nd edn. Washington, DC, American Public Health Association, 1998.
- Billings RJ, Berkowitz RJ & Watson G. Teeth. *Pediatrics*. 2004; 113 (4):1120-1127.
- Birk K. Järelevalve joogivee kvaliteedi üle 2007. aastal. TKI http://tervisekaitse.ee/documents/vesi/Joogivesi_kokku_2007.pdf (06.11.2008)
- Boyle DR. Effects of base exchange softening on fluoride uptake in groundwaters of the Moncton Sub-basin, New Brunswick, Canada. In: Kharaka YK & Maest AS. (eds) Water-rock interaction. Proc. 7th Int. Symp. Water-rock interaction. AA. Balkema, Rotterdam, 1992; 771-774.
- Connett P. US National Research Council Subcommittee on fluoride in drinking water. *Fluoride*. 2003; 36 (4):280-289.
- Council directive 98/83/EC. On the quality of water intended for human consumption. Official Journal L 330, 05/12/1998; 0032–0054.
- Deeks J. When can odds ratios mislead? Odds ratios should be used only in case-control studies and logistic regression analyses (letter). *British Medical Journal* 1998;317(7166);1155-6; discussion 1156-7.
- Erdal S & Buchanan SN. A quantitative look at fluorosis, fluoride exposure, and intake in children using a health risk assessment approach. *Environ Health Persp* 2005; 113(1):111-7.
- Fawell J, Bailey K, Chilton J, Dahi E, Fewtrell L & Magara Y. Fluoride in drinking-water. World Health Organization (WHO), IWA Publishing, London-Seattle; 2006.
- Grobler SR, van Wyk CW & Kotze D. Relationship between enamel fluoride levels, degree of fluorosis and caries experience in communities with a nearly optimal and a high fluoride level in the drinking water. *Caries Research* 1986; 20:284-288.
- Haamer K & Karro E. High fluoride content of K-bentonite beds in Estonian Paleozoic carbonate rocks. *Fluoride* 2006; 39(2):132-137.

- Handa BK. Geochemistry and genesis of fluoride-containing ground waters in India. *Ground Water* 1975; 13:275-281.
- Indermitte E & Saava A. Fluor joogivees, selle võimalikud tervisemõjud. *Eesti Arst* 2006; 85(1): 26-31.
- Indermitte E, Saava A, Saag M & Russak S. Joogivee fluorisisaldus Eestis, selle tähtsus hambakaariese ja fluoroosi levimuses ning ennetuses. Tartu Ülikooli Kirjastus. Tartu: 2005; 96 lk.
- Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid. 2001. SoMm RTL 100, 1369.
- Karise V, Metsur M, Perens R, Savitskaja L & Tamm I. Eesti põhjavee kasutamine ja kaitse. Eesti Põhjaveekomisjon: Tallinn, 2004; 81 lk.
- Karro E & Rosentau A. Fluoride levels in the Silurian-Ordovician aquifer system of western Estonia. *Fluoride*, 2005; 38(4):307-311.
- Karro E, Indermitte E, Saava A, Haamer K & Marandi A. Fluoride occurrence in publicly supplied water in Estonia. *Environmental Geology*, 2006, 50(3): 389-396.
- Kiik V. Joogivee erineva fluorisisalduse mõjust laste hammaskonna seisundile Eesti NSV tingimustes. Dissertatsioon meditsiinikandidaadi kraadi taotlemiseks. Tallinna Epidemioloogia, Mikrobioloogia ja Hügieeni TU Instituut, Tallinn. 1970.
- Kiik V. Hambakaaries ja vee fluorisisaldus Eestis. *Eesti Loodus*, 1973; 9:538-540.
- Kuik L. Joogivee fluori- ja joodisisaldus Eesti NSV-s. *Kurortoloogilised Uurimised*, 1963; 2:39-45.
- Lahermo P, Sandström H & Malisa E. The occurrence and geochemistry of fluorides in natural waters in Finland and East Africa with reference to their geomedical implications. *Journal of Geochemical Exploration*, 1991; 41:65-79.
- Limeback H. A re-examination of the pre-eruptive and post-eruptive mechanism of the anti-caries effects of fluoride: is there any anti-caries benefit from swallowing fluoride? *Community Dent Oral Epid* 1999; 27(1):62-71.
- Lu Y, Sun ZR, Wu LN, Wang X, Lu W, Liu SS. Effect on high-fluoride water on intelligence of children. *Fluoride*. 2000; 33 (2):74-78.
- Mount GJ & Hume WR. Preservation and restoration of tooth structure. Mosby International Ltd. 1998.
- Narusk M & Nittim M. Eesti veemajanduse ülevaade veekasutuse aruande alusel. Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus, Tallinn, 2003; 21 lk.
- NRC. Fluoride in drinking water: A scientific Review of EPA's Standards. National Research Council. Washington, DC: National Academy Press; 2006.
- Pearce N. What does the odds ratio estimate in a case-control study? *Int J Epidemiol* 1993;22(6);1189-92.
- Pendrys DG. Risk of enamel fluorosis in nonfluoridated and optimally fluoridated populations: considerations for the dental professionals. *Journal of the American Dental Association*. 2000; 131:746-55.
- Perens R & Vallner L. Water-bearing formation. In Raukas A & Teedumäe A(eds). *Geology and mineral resources of Estonia*. Estonian Academy Publishers,

- Tallinn; 1997:137-145.
- Russak S. Hammaste tervis ja suuõõne hügieen. Rmt: Põlluste K. (toim) Eesti rahva tervis, Tartu; 1998:38-43.
- Russak S, Indermitte E & Saava A. Hambafluuroosi ja -kaariese haigestumus Tartu linna lastel seoses joogivee fluorisisaldusega. Eesti Antropomeetriaregistri Aastaraamat 2002; Tartu; 2002:178-192.
- Saava A, Uibo M & Ratnik V. Mikroelementide sisaldus Eesti vetes ja nende osa kohalikus patoloogias. Eesti Loodus 1973; 10:606-608.
- Sadikova O. Fluoriidide ülenormatiivsest sisaldusest ühisveevärgi vees. Tervisekaitseinspektsioon http://tervisekaitse.ee/documents/vesi/joogivesi/Fluoriidide_sisaldus_vees_2004_2005.pdf (12.12.2008)
- Saxena VK & Ahmed S. Dissolution of fluoride in groundwater: a water-rock interaction study. Environmental Geology, 2001; 40:1084-1087.
- Simon SD. Understanding the Odds Ratio and the Relative Risk. Journal of Andrology, 2001; 22(4):533-536.
- Spitalnic S. Risk Assessment I: Relative Risk and Absolute Risk Reduction. Hospital Physician, October 2005; 43-46.
- Spitalnic S. Risk Assessment II: Odds Ratio. Hospital Physician, January 2006; 23-26.
- Sujatha D. Fluoride levels in the groundwater of the south-eastern part of Ranga Reddy district, Andhra Pradesh, India. Environmental Geology, 2003; 44:587-591.
- Tabari ED, Ellwood R, Rugg-Gunn AJ, Evans DJ & Davies RM. Dental fluorosis in permanent incisor teeth in relation to water fluoridation, social deprivation and toothpaste use in infancy. Br Dent J. 2000; 189:216-20
- Van der Hoek W, Ekanayake L, Rajasooriyar L & Karunaratne R. Source of drinking water and other risk factors for dental fluorosis in Sri Lanka. Int J Environ Health Res 2003; 13:285-93.
- Vihm N. Hambakaariese, fluuroosi ja hüpoplaasia levimus fluoririkast joogivett tarvitavatel Eesti kooliõpilastel. Eesti Stomatoloogide II Kongress. Teesid, Tartu, 1993; 17-8.
- WHO. Fluorine and fluorides. Environmental Health Criteria, No. 36, Geneva 1984.
- WHO. Trace elements in human nutrition and health. Geneva 1996.
- WHO. Environmental Health Criteria 227 Fluorides. Geneva 2002.
- WHO. Guidelines for drinking-water quality. 3rd ed. Volume 1. Recommendations. Geneva 2004.
- Xiang Q, Liang Y, Chen L, Wang C, Chen B, Chen X & Zhou M. Effect of fluoride in drinking water on children's intelligence. Fluoride 2003; 36(2):84-94.

LISAD

Lisa 1. Joogiveeproovide fluoriidisisaldus uuritud maakondades 04.11-04.12.2008

Jrk nr	Maakond	Vald	Linn /Asula	Proovivõtukoht	Proovivõtu kuupäev	F mg/l
1	Harju	Kose vald	Kose alevik	Alu 10	04.12.08	1,60
2	Harju	Kose vald	Kose alevik	Kose tervisekeskus Hariduse 2A	04.12.08	1,37
3	Harju	Kose vald	Kose alevik	Kose Gümnaasium	04.12.08	1,34
4	Harju	Kõue vald	Ardu küla	Ardu kaubanduskeskus	04.12.08	0,96
5	Harju	Kõue vald	Ardu küla	Ardu kool	04.12.08	0,95
6	Jõgeva	Põltsamaa vald	Lustivere küla	Lustivere Põhikool	04.12.08	0,31
7	Järva	Imavere vald	Käsukonna küla	Käsukonna raamatukogu	04.12.08	1,98
8	Järva	Paide vald	Sargvere küla	Sargvere lasteaed- algkool	04.12.08	0,15
9	Järva	Paide vald	Tarbja küla	Tarbja lasteaed- algkool Kooli tee 1	04.12.08	1,54
10	Järva	Türi vald	Kabala küla	Kabala elamu	29.11.08	0,16
11	Järva	Türi vald	Türi linn	Pargi pood Mehaanika tn	29.11.08	0,35
12	Järva	Türi vald	Türi linn	Türi Konsum Tallinna mnt	29.11.08	1,65
13	Järva	Türi vald	Türi linn	Allika 4A (Kungla pk)	29.11.08	1,65
14	Järva	Türi vald	Türi linn	Jaamahoone	29.11.08	0,32
15	Lääne	Kullamaa vald	Koluvere küla	Koluvere kauplus	29.11.08	1,10
16	Lääne	Kullamaa vald	Kullamaa küla	A ja O kauplus	29.11.08	1,41
17	Lääne	Lihula vald	Kirbla küla	A ja O kauplus	29.11.08	1,31
18	Lääne	Lihula vald	Lihula linn	Surnuaia kolonka	29.11.08	1,93
19	Lääne	Lihula vald	Lihula linn	Lihula Maaparanduse AS	29.11.08	2,44
20	Lääne	Lihula vald	Lihula linn	Lihula keskuse kolonka	29.11.08	1,96
21	Lääne	Martna vald	Rõude küla	Rõude kauplus	29.11.08	3,70
22	Pärnu	Are vald	Suigu küla	Suigu kauplus	28.11.08	4,16
23	Pärnu	Audru vald	Audru alevik	Audru pood (keskus)	28.11.08	1,02
24	Pärnu	Audru vald	Audru alevik	Eramu Kase tn 4	28.11.08	0,99
25	Pärnu	Audru vald	Audru alevik	Audru Gümnaasium	28.11.08	1,72
26	Pärnu	Audru vald	Audru alevik	Audru Rebase pood	28.11.08	4,20
27	Pärnu	Audru vald	Jõõpre küla	Jõõpre toidupood	28.11.08	1,95
28	Pärnu	Audru vald	Põldeotsa küla	Kortermaja	28.11.08	6,40
29	Pärnu	Halinga vald	Libatse küla	Libatse kauplus	28.11.08	3,94
30	Pärnu	Halinga vald	Pärnu-Jaagupi alev	Söögikoht "Mõisa kõök"	28.11.08	3,60

Jrk nr	Maakond	Vald	Linn /Asula	Proovivõtukoht	Proovivõtu kuupäev	F mg/l
31	Pärnu	Halinga vald	Vahenurme küla	Vahenurme kauplus	28.11.08	0,73
32	Pärnu	Kaisma vald	Kergu küla	Kergu kool	28.11.08	2,92
33	Pärnu	Kaisma vald	Kergu küla	Kergu A ja O kauplus	28.11.08	0,14
34	Pärnu	Koonga vald	Koonga küla	Koonga kauplus	29.11.08	1,80
35	Pärnu	Koonga vald	Lõpe küla	A ja O kauplus	29.11.08	1,58
36	Pärnu	Koonga vald	Oidrema küla	Kortermaja	29.11.08	1,15
37	Pärnu	Lavassaare vald	Lavassaare alev	Pärna pood	28.11.08	0,96
38	Pärnu	Tootsi vald	Tootsi alev	Konsumi kauplus	28.11.08	1,89
39	Pärnu	Tori vald	Selja küla	Piimähistu pood	28.11.08	2,04
40	Pärnu	Tori vald	Selja küla	Valge lokaal	28.11.08	2,42
41	Pärnu	Tori vald	Tori alevik	Eramu Metsa 4	28.11.08	0,51
42	Pärnu	Vändra vald	Vihtra küla	Vihtra pood	28.11.08	1,33
43	Rapla	Märjamaa vald	Kasti küla	Kasti pood	29.11.08	3,10
44	Rapla	Märjamaa vald	Mõisamaa küla	Mõisamaa hooldekodu	29.11.08	3,40
45	Rapla	Märjamaa vald	Märjamaa alev	Märjamaa vallavalitsus	29.11.08	0,99
46	Rapla	Märjamaa vald	Märjamaa alev	Märjamaa Gümnaasium	29.11.08	1,13
47	Rapla	Märjamaa vald	Märjamaa alev	Märjamaa kauplus Pärnu mnt 31	29.11.08	1,38
48	Rapla	Märjamaa vald	Märjamaa alev	Pärna tn kortermaja	29.11.08	0,73
49	Rapla	Märjamaa vald	Orgita küla	Orgita kortermaja	29.11.08	0,91
50	Rapla	Raikküla vald	Raikküla küla	Raikküla A ja O kauplus	29.11.08	0,13
51	Rapla	Raikküla vald	Tamme küla	Tamme pood	29.11.08	0,21
52	Rapla	Rapla vald	Kuusiku alevik	Kuusiku elamu	29.11.08	2,46
53	Rapla	Vigala vald	Kivi-Vigala küla	Kivi-Vigala kool	29.11.08	2,16
54	Rapla	Vigala vald	Kivi-Vigala küla	Kivi-Vigala tervisekeskus	29.11.08	3,72
55	Rapla	Vigala vald	Vana-Vigala küla	Vana-Vigala 2-16	29.11.08	1,48
56	Rapla	Vigala vald	Vana-Vigala küla	Vana-Vigala raamatukogu	29.11.08	2,16
57	Tartu	Laeva vald	Laeva küla	Laeva kool	04.12.08	3,16
58	Tartu	Puhja vald	Ulila alevik	Ulila kauplus	04.11.08	2,34
59	Tartu	Puhja vald	Uula (Rämsi) küla	Rämsi kauplus	04.11.08	1,65
60	Tartu	Tartu vald	Kõrveküla alevik	Kõrveküla Põhikool	11.11.08	0,21
61	Tartu	Tartu vald	Kõrveküla alevik	A ja O kauplus	11.11.08	0,18
62	Tartu	Tartu vald	Kärkna küla	Kärkna bensiinijaam	11.11.08	1,65
63	Tartu	Tartu vald	Lähte alevik	Lähte Ühisgümnaasium	11.11.08	0,46

Jrk nr	Maakond	Vald	Linn /Asula	Proovivõtukoht	Proovivõtu kuupäev	F mg/l
64	Tartu	Tartu vald	Lähte alevik	Lähte kohvik	11.11.08	1,43
65	Tartu	Tartu vald	Soojamaa küla	Elamu	11.11.08	1,28
66	Tartu	Tartu vald	Sootaga küla	Elamu	11.11.08	0,56
67	Tartu	Tartu vald	Tammistu küla	Elamu	11.11.08	0,20
68	Tartu	Tartu vald	Vahi küla	Elamu	11.11.08	0,23
69	Tartu	Tartu vald	Vasula küla	Vasula pood	11.11.08	1,31
70	Tartu	Tartu vald	Vedu küla	Vedu raamatukogu	11.11.08	1,46
71	Tartu	Tartu vald	Vesneri küla	Kortermaja	11.11.08	1,42
72	Tartu	Tartu vald	Võibla (Kungla) küla	Elumaja	11.11.08	1,83
73	Tartu	Tartu vald	Äksi küla	Saadjärve looduskeskus	11.11.08	0,85
74	Tartu	Tähtvere vald	Ilmatsalu alevik	Ilmatsalu Põhikool	11.11.08	1,65
75	Tartu	Tähtvere vald	Vorbuse küla (väike vv)	Elumaja	11.11.08	1,91
76	Tartu	Vara vald	Vara küla	Vara põhikool	11.11.08	1,04
77	Tartu	Ülenurme vald	Reola küla	Elamu Reola 48	11.11.08	1,37
78	Tartu	Ülenurme vald	Tõrvandi alevik	Ülenurme Gümnaasium	11.11.08	1,68
79	Tartu	Ülenurme vald	Tõrvandi alevik	Rehe hotell	11.11.08	0,22
80	Tartu	Ülenurme vald	Ülenurme alevik	Ülenurme Konsum	11.11.08	0,99
81	Tartu	Ülenurme vald	Ülenurme alevik	Ülenurme Gümnaasium	11.11.08	0,21
82	Tartu	Ülenurme vald	Ülenurme alevik	Ülenurme Lennujaam	11.11.08	1,54
83	Tartu	Ülenurme vald	Ülenurme alevik	Eramu Karikakra 1	11.11.08	1,50
84	Valga		Tõrva linn	Tõrva muusikakool	04.11.08	1,44
85	Valga		Tõrva linn	Kaubahall Tõrvik	04.11.08	0,84
86	Valga		Tõrva linn	Tõrva Bussijaam	04.11.08	1,43
87	Viljandi	Abja-Paluoja vald	Abja-Paluoja linn	Abja Gümnaasium	04.11.08	0,27
88	Viljandi	Abja-Paluoja vald	Abja-Paluoja linn	Abja haigla	04.11.08	0,39
89	Viljandi	Abja-Paluoja vald	Abja-Paluoja linn	Kilpkonna trahter	04.11.08	2,18
90	Viljandi	Kolga-Jaani vald	Leie küla	Levax kauplus	04.11.08	1,46
91	Viljandi	Kolga-Jaani vald	Leie küla	Leie raamatukogu/kool	04.11.08	1,19
92	Viljandi	Kõo vald	Kõo küla	Kõo kortermaja	29.11.08	1,39
93	Viljandi	Paistu vald	Holstre küla	Holstre kool	04.11.08	1,34
94	Viljandi	Saarepeedi vald	Saarepeedi küla	Saarepeedi rahvamaja	28.11.08	2,09
95	Viljandi	Suure-Jaani vald	Tääksi küla	Tääksi kool	28.11.08	1,92

Jrk nr	Maakond	Vald	Linn /Asula	Proovivõtukoht	Proovivõtu kuupäev	F mg/l
96	Viljandi	Tarvastu vald	Mustla alevik	Mustla Gümnaasium	04.11.08	1,61
97	Viljandi	Tarvastu vald	Mustla alevik	Posti pood	04.11.08	1,56
98	Viljandi	Viiratsi vald	Kalmetu küla	Postkontor, Kaunismäe 1	04.11.08	2,00
99	Viljandi	Viiratsi vald	Tänassilma küla	Kalmetu kool	04.11.08	1,98
100	Viljandi	Viiratsi vald	Uusna küla	Uusna külamaja	04.11.08	1,86
101	Viljandi	Viiratsi vald	Valma küla	Valma elamu	04.11.08	2,52
102	Viljandi	Viiratsi vald	Vana-Võidu küla	Vana-Võidu pood	04.11.08	2,01

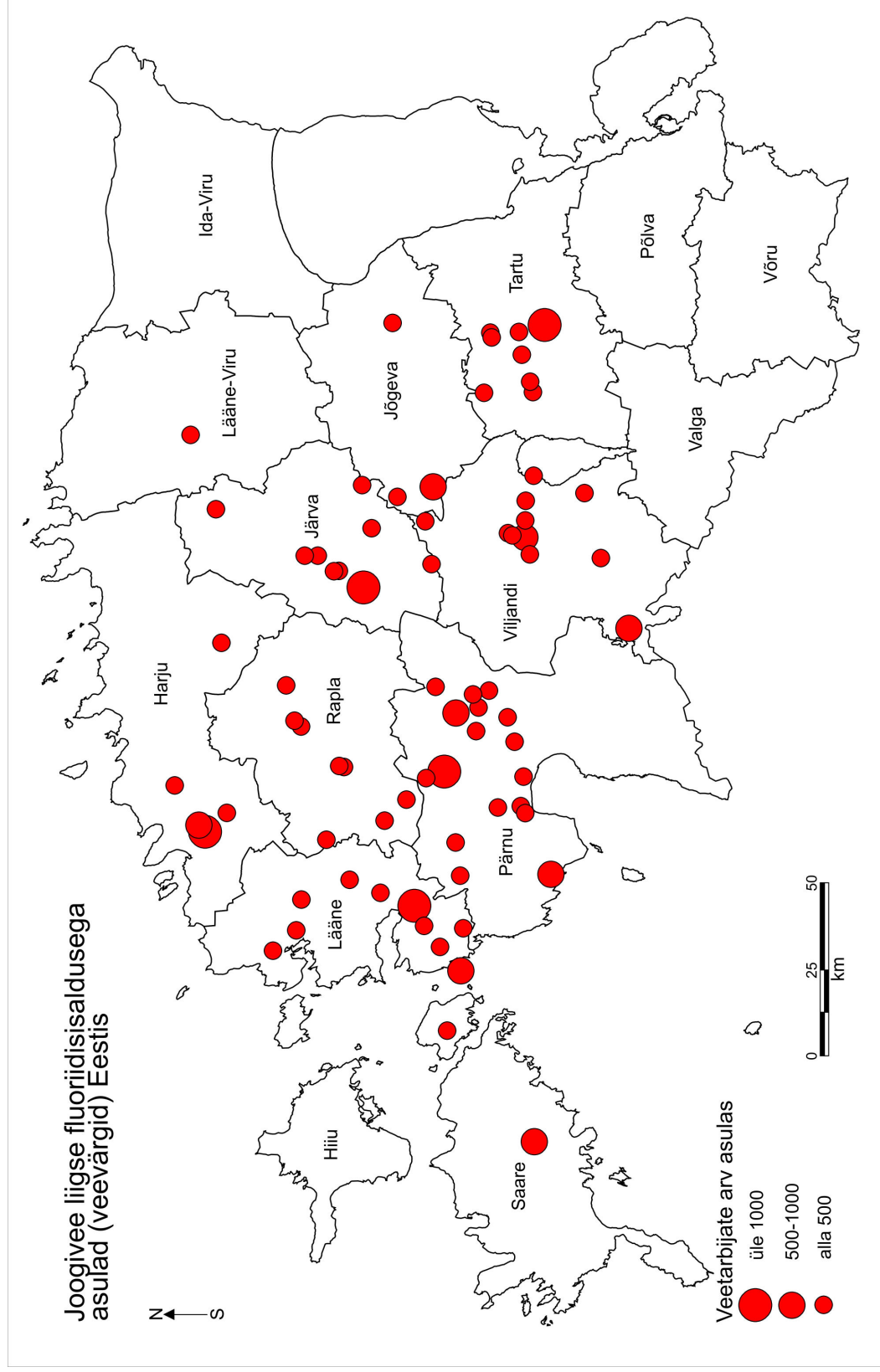
Lisa 2. Liigse fluoriidisisaldusega veevärgid (seisuga november 2008)

Jk nr	Maa-kond	Vald	Linn/asula	Veekäitleja	Vee-tarbijate arv	Vee F-sisaldus, mg/l
1.	Harju	Kose vald	Kose, Alu ja Pargi tn. piirkond	OÜ Kose Vesi	118	1,6
2.	Harju	Nissi vald	Munalaskme keskus	AS Nissi Soojus	70	2,5
3.	Harju	Saue vald	Valingu küla	AS Kovek	80	1,8
4.	Harju	Vasalemma vald	Rummu asula	OÜ Vasalemma Vesi	1080	1,7
5.	Harju	Vasalemma vald	Ämari asula	Vasalemma Vallavalitsus	605	1,6
6.	Jõgeva	Põltsamaa vald	Adavere-Aru küla	Põltsamaa Vallavara OÜ	5	4,5
7.	Jõgeva	Põltsamaa vald	Võisiku Hooldekodu	Võisiku Hooldekodu	580	2,2
8.	Jõgeva	Saare vald	Voore asula	Saare Vallavara	300	3,5
9.	Järva	Ambla vald	Ambla alevik	Avoterm Aqua OÜ	40	2,2
10.	Järva	Imavere vald	Käsukonna küla	Risti Agro AS	105	2,2
11.	Järva	Koigi vald	Päinurme IK	Päinurme IK	130	2,3
12.	Järva	Koigi vald	Päinurme küla	AS Paide Vesi	150	2,4
13.	Järva	Paide vald	Pikaküla elamud	MÄO PÜ	28	2,2
14.	Järva	Paide vald	Tarbja küla	MÄO PÜ	307	1,7
15.	Järva	Türi vald	Kahala küla	VA Tuluke	115	2,1
16.	Järva	Türi vald	Türi linn	Türi Vesi OÜ	1600	1,6
17.	Järva	Väätsa vald	Reopalu küla	Väätsa Soojus OÜ	125	2,1
18.	Järva	Väätsa vald	Rõa küla	Väätsa Soojus OÜ	51	1,7
19.	Lääne	Hanila vald	Kõmsi asula	Kõmsi KÜ	90	3,9
20.	Lääne	Hanila vald	Vatla asula	Virtsu Vesi MTÜ	100	4,1
21.	Lääne	Hanila vald	Virtsu alevik	Virtsu Vesi MTÜ	500	5,7
22.	Lääne	Kullamaa vald	Liivi asula	Kullamaa Vallavalitsus	190	2,0
23.	Lääne	Lihula vald	Lihula linn, KEK	Lihula Vesi OÜ	100	1,9
24.	Lääne	Lihula vald	Lihula linn, keskus	Lihula Vesi OÜ	1400	2,0
25.	Lääne	Lihula vald	Lihula linn, Maaparandus	Lihula Maaparandus	130	2,2
26.	Lääne	Lihula vald	Lihula linn, Tallinna mnt 62	Lihula Vesi OÜ	130	2,5
27.	Lääne	Lihula vald	Tuudi asula	Lihula Vesi OÜ	150	3,2
28.	Lääne	Martna	Rõude asula	Martna Vallavalitsus	105	3,7

Jk nr	Maa-kond	Vald	Linn/asula	Veekäitleja	Vee-tarbijate arv	Vee F-sisaldus, mg/l
29.	Lääne	Noarootsi vald	Sutlepa asula	Noarootsi Soojus	100	1,9
30.	Lääne	Oru vald	Linnamäe asula	Linnamäe Kodu	400	2,2
31.	Lääne	Taebla vald	Palivere Eriinternaatkool	Palivere Eriinternaatkool	170	4,2
32.	Lääne- Viru	Rakvere vald	Lasila küla	Rakvere Vallavalitsus	130	1,8
33.	Pärnu	Are vald	Suigu küla	Are Vesi OÜ	250	4,2
34.	Pärnu	Audru vald	Jõõpre keskus	Auveka OÜ	250	2,4
35.	Pärnu	Audru vald	Põldeotsa elamud	Auveka OÜ	100	6,9
36.	Pärnu	Halinga vald	Libatse küla	Mako AS	487	3,9
37.	Pärnu	Halinga vald	Pärnu-Jaagupi alev	Mako AS	1346	3,9
38.	Pärnu	Jõesuu	Jõesuu keskus	Raivo Remont OÜ	200	2,4
39.	Pärnu	Koonga vald	Koonga küla	Koonga Vallavalitsus	273	1,8
40.	Pärnu	Koonga vald	Lõpe küla	Koonga Vallavalitsus	147	1,6
41.	Pärnu	Sauga vald	Sauga alevik	Sauga Varahaldus AS	800	4,5
42.	Pärnu	Sauga vald	Taali elamud	KÜ Taali Kodu	160	2,7
43.	Pärnu	Sauga vald	Urge küla	Sauga Varahaldus AS	110	1,7
44.	Pärnu	Tootsi vald	Tootsi alevik	Tootsi Kommunaal OÜ	930	1,8
45.	Pärnu	Tori vald	Piistaoja küla	Piistaoja Katsetalu OÜ	130	2,8
46.	Pärnu	Tori vald	Selja küla	Selja Kommunaal- ühistu TÜ	240	2,6
47.	Pärnu	Tõstamaa vald	Tõstamaa alevik	SuFe OÜ	500	3,2
48.	Pärnu	Vändra vald	Pärnjõe küla	Vändra Vallavalitsus	228	1,8
49.	Rapla	Kehtna vald	Ingliste küla	Kehtna Elamu OÜ	150	1,7
50.	Rapla	Märjamaa vald	Kasti küla	FIE Arne Raadik	210	3,5
51.	Rapla	Märjamaa vald	Laukna keskus	Märjamaa Vesi OÜ	180	2,6
52.	Rapla	Märjamaa vald	Mõisamaa Hooldekodu	Mõisamaa Hooldekoc	96	3,7
53.	Rapla	Rapla vald	Ira küla	Tepek Kinnisvara OÜ	100	1,8
54.	Rapla	Rapla vald	Kuusiku alevik	Tepek Kinnisvara OÜ	150	2,5
55.	Rapla	Vigala vald	Kivi -Vigala keskus (pk 1)	Vigala VV	97	2,4
56.	Rapla	Vigala vald	Vana-Vigala (Vabaduse, pk 3)	Vigala VV	172	2,2
57.	Saare	Muhu vald	Piiri küla	Muhu Vallavalitsus	70	5,2

Jk nr	Maa-kond	Vald	Linn/asula	Veekäitleja	Vee-tarbijate arv	Vee F-sisaldus, mg/l
58.	Saare	Pihtla vald	Kaali-Kõljala külad	Pihtla Vesi OÜ	520	2,7
59.	Tartu	Laeva vald	Laeva asula	Laeva Vallavalitsus	360	3,3
60.	Tartu	Puhja vald	Rämsi (Uula) küla	Emajõe Veevärk Opereerimine OÜ	270	1,7
61.	Tartu	Puhja vald	Ulila alevik	Emajõe Veevärk Opereerimine OÜ	275	2,5
62.	Tartu	Tartu vald	Kungla (Erala) küla	Tartu Valla Kommunaal OÜ	137	1,9
63.	Tartu	Tartu vald	Kärkna asula	Tartu Terminaal AS	150	1,6
64.	Tartu	Tähtvere vald	Ilmatsalu alevik	Ilmatsalu Soojus	450	1,7
65.	Tartu	Tähtvere vald	Vorbuse (suur üvv)	Ilmatsalu Soojus	98	1,7
66.	Tartu	Tähtvere vald	Vorbuse (väike üvv)	Tartu Agro AS	50	2,0
67.	Tartu	Ülenurme vald	Tõrvandi alevik	Olme OÜ	1500	1,7
68.	Viljandi	Abja vald	Abja-Paluoja linn (keskus)	Abja Elamu OÜ	755	2,1
69.	Viljandi	Halliste vald	Õisu asula	Abja Elamu OÜ	199	1,7
70.	Viljandi	Kõo vald	Pilistvere küla	Mangen PM OÜ	60	1,6
71.	Viljandi	Saarepeedi vald	Naanu küla	Oskar LT AS	80	2,3
72.	Viljandi	Saarepeedi vald	Saarepeedi küla	Saarepeedi Vallavalitsus	200	2,1
73.	Viljandi	Saarepeedi vald	Väikemõisa Väikelastekodu	Väikemõisa Väikelastekodu	61	1,8
74.	Viljandi	Tarvastu vald	Mustla aleviku Välja pk veevõrk	Veemajanduse OÜ	465	1,6
75.	Viljandi	Viiratsi vald	Tänassilma küla	Viljandi Veevärk AS	85	2,0
76.	Viljandi	Viiratsi vald	Valma küla	Viljandi Veevärk AS	98	2,5
77.	Viljandi	Viiratsi vald	Vana-Võidu keskus	Viljandi Veevärk AS	975	2,1
78.	Viljandi	Viiratsi vald	Uusna küla	Viljandi Veevärk AS	287	1,9

Lisa 3. Joogivee liigse fluoriidisisaldusega asulad/veevärgid Eestis (seisuga november 2008)



Lisa 4. Infolehe makett

KAS VEE FILTRIMISEL VÕI KEETMISEL FLUORIIDISISALDUS MUUTUB?

Kodukasutuseks mõeldud veefiltrid (näiteks Britta-kanud) ei eemalda veest fluoriidi, sest fluoriid esineb vees lahustunud kujul (ioonidena). Vee keetmisel võib fluoriidisisaldus vee aurumise tõttu hoopis suurenda.

KAS PUDELIVESI SISALDAB FLUORIIDE?

Pudelivesi peab vastama joogiveele kehtestatud nõuetele. Pudelivesi on enamasti fluoriidivaene. Erandiks on mõned mineraalveed (nt Borjomi), mis võivad sisaldada fluoriide mitmekordselt üle lubatud piirnõrmi. Sellisel juhul peab fluoriidisisaldus olema pakendile märgitud.

MIDA TEHA JOOGIVEEGA SAADAVA FLUORIIDIHULGA VÄHENDAMISEKS?

Elanikkonna varustamine tervisele ohutu joogiveega on riigi (omavalitsuste) ülesanne. Fluoriidirikka veeallika puhul peab veeäärtele leidma viisi vee fluoriidisisalduse optimeerimiseks. Ka veetarbija ise saab vähendada fluoriidi päevaannust.

SOOVIKUMUSED

Mida saab teha veeäärtele joogivee fluoriidisisalduse reguleerimiseks?

- ♹ leida uus veeallikas, kus on väiksem fluoriidisisaldus
- ♹ segada erinevate veeallikate vett
- ♹ rakendada veetöötlust liigse fluoriidi eemaldamiseks (näiteks pöördosmoos)

Kuna veetöötluste rakendamine on kalline ja aeganõudev protsess, siis sobiva lahenduse leidmiseks saab igapäevase reguleerida oma fluoriidi päevaannust.

Mida saab teha veetarbija, et vähendada igapäevast saadava fluoriidi hulka?

Kui teie kraanivesi on fluoriidirikas, siis:

- ♹ võimalusel valige teine veeallikas
- ♹ kasutage joogiveena fluoriidivaest pudelivett
- ♹ kasutage toidu valmistamiseks fluoriidivaest vett
- ♹ imikute toidusegud valmistage fluoriidivaest pudeliveest
- ♹ väikelastel, kes võivad hambapastat alla neelata, on soovitatav kasutada fluoriidivaba hambapastat

Infolehe koostas

Tartu Ülikooli tervishoiu instituut

TARTU ÜLIKOOL

sotsiaalmuisteenurid



JOOGIVESI...

... sul pole maitset, värvi ega lõhna. Sind ei saa kirjeldada. Sinust tuntakse mõnu, teadmata mis sa oled.

Antoine Saint-Exupéry (1900-1944)



Inimorganism koosneb 60-70% ulatuses veest. Me vajame iga päev umbes 1-2 liitrit puhast vett. Vees olevad ühendid võivad liigsuse korral meie tervist mõjutada. Eestis on kohati probleemiks joogivee suur fluoriidisisaldus.

MIS ON FLUORIID?

Fluor on mikroelement, mida leidub fluoriidina maapõue kivimites. Fluoriid loostub kivimist põhjavee ja niiskuse kaudu inimese joogivee. Põhjavee sügavamates kihtides on vee fluoriidisisaldus kõrgem kui pinnalähedastes kihtides. Ka pinnavesi sisaldab vahesel määral fluoriide (0,1-0,3 mg/l).

Olenevalt kasutatavast veeallikast võib joogivee fluoriidisisaldus Eestis oluliselt erineda (0,1-7 mg/l).

KUST SAAB INIMENE FLUORIIDE?

Täiskasvanu saab tavaliselt ööpäevas 2-3 mg fluoriide.

JOOGIVESI JA TOIT

Joogivesi ja sellega valmistatud joogid on inimesele peamiseks fluoriidiallikaks. Veega saadud fluoriidist imendub maos ja peensooles üle 90%. Fluoriid akumuleerub luudes ja hammastest. Toidus leidub fluoriide vahesel määral. Fluoriide sisaldavad näiteks teelehed, meretaimed, kalad. Sage teeteejoomine suurendab saadavat päevaannust. Kuumas kliimas viibimisel juaakse rohkem joogivett. Ka sportlastel ja füüsilise töö tegijatel on veevajadus suurem, mistõttu saadakse rohkem fluoriide.

TEISED ALLIKAD

Fluoriidilisandiga hambahooldustooted (hambapastad, suuloputusveed). Väikelastel võib fluoriidi päevaannust suurendada allaneelatud fluoridiga hambapasta.



FLUORIID – SÕBERVÕI VAENLANE?



FLUORIIDI SOODNE TOIME

Fluoriid osaleb hammaste ja luude mineralisatsiooniprotsessis, muutes hambaemaili tugevaks ning vastupidavaks hapetele. See tõttu on vajalik, et inimene saaks teatud hulga fluoriidi, mis tagab loodusliku kaitses kaariese eest.



FLUORIIDI TOKSILISED TOIMED

Pikaajalisel fluoriidirikka vee tarbimisel hakkavad avalduma fluoriidi toksilised mõjud. Esmalt tekib hambafluorooos (kui joogivees on fluoriide üle 1,5 mg/l).

MIS ON HAMBAMFLUOROOS?

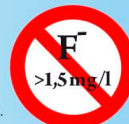
Hambafluorooos on jäävhamaste struktuuri püsiv kahjustus. Fluorooos areneb välja hammaste arengu perioodil varases lapseas. See avaldub algstaadiumis valgete või pruunikate laikudena hammaste pinnal. Hambarakendused kaotavad läike ning email muutub hapraks. Rasketel juhtudel email mureneb ja langeb tükikistena välja. Fluorooosi raskusaste sõltub saadud fluoriididosest. Eestis on enamlevinud fluorooosi kerge vorm. Hambafluorooos jääb kogu eluks – ravi on ainult kosmeetiline.

Veel kõrgemal fluoriidisisaldusel võib areneda luustikufluorooos (üle 4 mg/l). Uuringud näitavad, et fluoriidid suurendavad ka luumurdude, vähi ja kilpnäärmehaigete esinemise riski.



MILLINE ON SOBIV FLUORIIDISISALDUS JOOGIVEES?

Eestis on fluoriidile kehtestatud piirnorm joogiveses 1,5 mg/l. Joogivee soovitatav fluoriidisisaldus on 0,5-1,5 mg/l. Sellisel juhul on hammastel parim looduslik kaitses kaariese eest ja väiksem risk hambafluorooosi tekkeks.



MILLINE ON MINU JOOGIVEE FLUORIIDISISALDUS?

Joogivee fluoriidisisaldus Eestis kasutatavas joogiveses on piirkonniti väga erinev. Pinnaveest joogiveena kasutatavates linnades (Narva, enamasti Tallinna piirkond) on joogivee fluoriidisisaldus väga väike (~0,1-0,3 mg/l). Lõuna-Eestis on levinud fluoriidivaest põhjaveed. Fluoriidirikas vesi on levinud esmajoones Lääne- ja Kesk-Eestis (vt kaart). Oma joogivee fluoriidisisalduse saad teada kohalikult veeäärtelealt või tervisekaitsetalitselt (www.tervisekaitse.ee).

KAS FLUORIIDIRIKAST VETT VÕIB ÄRA TUNDA VEE MAITSEST VÕI LÕHNAST?

Joogiveses leiduv fluoriid ei mõjuta vee välimust, maitset ega anna ka lõhna. Joogivee fluoriidisisalduse hindamiseks tuleb teha vee keemiline analüüs laboris.

