



Tartu Ülikooli
magistritööd
rahvatervises
13

**FLUORIIDIDE SISALDUS PÄRNU ALAMVESIKONNA
ELANIKE JOOGIVEES, NENDE TOKSILISUSEST
TULENEVATE TERVISERISKIDE ANALÜÜS JA
VÕIMALIK JUHTIMINE**

Mihhail Muzõtšin

Tartu 2003

**Tartu Ülikool
Tervishoiu instituut**

**FLUORIIDIDE SISALDUS PÄRNU ALAMVESIKONNA
ELANIKE JOOGIVEES, NENDE TOKSILISUSEST
TULENEVATE TERVISERISKIDE ANALÜÜS JA
VÕIMALIK JUHTIMINE**

Magistritöö rahvatervises

Mihhail Muzõtšin

Juhendajad:

**ASTRID SAAVA, PhD (med), Tartu Ülikooli keskkonna- ja
töötervishoiu professor**

HEINO LUTSOJA, PhD (med), Tervisekaitseinspeksioon

Tartu 2003

Magistriprojekt teostati Tartu Ülikooli Tervishoiu instituudis
ja Tervisekaitseinspeksioonis

Tartu Ülikooli rahvatervise kraadinõukogu otsustas 9. juunil 2003. a.
lubada magistriprojekt rahvatervise kutsemagistrikraadi kaitsmisele

Oponent: Raiot Silla, MD, meditsiinidoktor, professor

Kaitsmine: 19. juuni 2003

© Tartu Ülikool, 2003

SISUKORD

1. SISUKOKKUVÕTE.....	4
2. SISSEJUHATUS.....	5
3. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	8
3.1. FLUORI LÜHISELOOMUSTUS JA LEVIK LOODUSES	8
3.2. VÕIMALIK EKSPOSITSIOON FLUORILE JA ENAM OHUSTATUD KONTINGENDID.....	13
3.3. FLUORIIDIDE TERVISEMÕJUD	13
3.3.1. Fluor inimese organismis.....	13
3.3.2. Äge intoksikatsioon	15
3.3.3. Vähtõbi	15
3.3.4. Luustiku fluuroos.....	16
3.3.5. Luumurrud	17
3.3.6. Mõju hammastele	17
3.4. TERVISERISKI HINDAMINE	18
3.5. TERVISERISKIDE VÄHENDAMISE VÕIMALUSED.....	22
3.5.1. Joogivee rikastamine fluoriga kui profülaktiline abinõu hambakaariese vältimiseks	22
3.5.2. Fluoriidide ärastamine joogiveest.....	22
3.6. KIRJANDUSE ANDMETE KOKKUVÕTE	24
4. TÕÕ EESMÄRK	25
5. MATERJAL JA METOODIKA	26
5.1. UURIMISOBJEKT.....	26
5.2. MATERJAL JA MEETODID	26
6. TULEMUSED JA ARUTELU	27
6.1. PÄRNU ALAMVESIKONNA ÜHISVEEVÄRKIDE JOOGIVEE FLUORIIDIDE SISALDUSE OLUKORD JA KASUTAMISEGA SEOTUD TERVISERISKID	27
6.2. PÄRNU ALAMVESIKONNA FLUORIIDIDE PROBLEEMI LAHENDAMISE VÕIMALUSED... ..	38
6.3. ETTEPANEKUD JA SOOVIKUSED	42
7. JÄRELDUSED.....	45
8. KIRJANDUSE LOETELU.....	46
9. LISAD	54
10. SUMMARY.....	72
11. TÄNUAVALDUS.....	73
12. CURRICULUM VITAE	74

1. SISUKOKKUVÕTE

Organismi peamiseks fluori allikaks on joogivesi. Eesti elanike joogivees varieerub fluoriidisisaldus suures ulatuses, mistõttu on tegemist erinevatoimelise veega: hambakaarise profülaktikaks toimiva kuni raskekujulist fluuroosi esile kutsuva veeni.

Käesoleva töö üksikasjalisem eesmärk on uurida fluoriididesisaldus Pärnu alamvesikonna elanike joogivees, hinnata sellest tulenevat terviseriski ja anda soovitusi joogivee defluorimiseks.

Töös on kasutatud Tervisekaitseinspektsiooni allasutuste andmebaase, L. Kuiki väitekirja, omavalitsuste andmeid, Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuse ning OÜ Eesti Geoloogiakeskuse andmebaase. Andmed puurkaevude geoloogilise läbilõike kohta võeti puurkaevude passidest või OÜ Eesti Geoloogiakeskuse andmebaasist.

Töö tulemusena järeldati, et olemasolevate andmete alusel tuleb lahendada fluoriidide normi ületava sisalduse probleem joogivees kahes Pärnu alamvesikonna piires asuvas maakonnas ning fluoriidide toksilisest toimest on ohustatud 10 495 inimest. Seejuures tuleb silmas pidada, et iga vesikonna veemajandust puudutav otsus või põhjavee süsteemidesse sekkumine oleks vastu võetud jõe valgala veemajanduskavaga seostatult ning kooskõlastatult.

Uurimistulemuste üldistusel on jõutud järeldusele, et massiline hambafluuroos tekib mõõdukas kliimas juba joogivee fluorisisalduse 1,5-2,0 mg/l korral. Fluoririkas joogivesi võib anda palju tõsisemaid tervisehäireid. Skeletiluude fluuroosi (luude struktuuri muutused, mis viivad luu hõrenemisele) on täheldatud joogivee fluorisisaldusel 3-6 mg/l.

Veetöötlemise tehnoloogia valik oleneb kohalikest tingimustest (tarbijate arv, vähese fluoriidide sisaldusega veekompleksi olemasolu jne) ja nõuab suuri investeeringuid. Üheks võimaluseks fluoriidide joogiveest ärastamiseks võivad olla pöördosmoosi seadmed.

Lisaks muudele meetmetele on tehtud ettepanek teadvustada omavalitsustele ja elanikele fluoriidide mõju tervisele ja nõustada neid fluuroosi tekkimise riski hindamisel ning konkreetsete lahenduste arutamisel.

2. SISSEJUHATUS

Inimeste tervis sõltub suurel määral elukeskkonna kvaliteedist, kus nad elavad. Keskkonna osatähtsust rahva tervise kujunemisel hinnatakse ca 20%-le, kuid Eestis võib olla kuni 40% üldsuresmusest seotud keskkonnateguritega (*NEHAP*, 1999), kusjuures tähtsuset esikohal on ebakvaliteetne joogivesi ja toit (11%).

Euroopa Keskkonna ja Tervise II Konverentsil (1994) väljatoodud enim murettekitavate probleemide hulgas oli toidu ja vee saastumine esikohal. Konverentsil osalenud 50 riigi, sh. Eesti tervishoiu- ja keskkonnaministrid kohustusid koostama oma riigi keskkonnatervise riiklikud tegevusplaanid (*NEHAP*) ja esitama need järgmisel taolisel konverentsil 5 aasta pärast.

Oiuliseks dokumendiks keskkonnatervise valdkonnas (sh. veepoliitikas) on ka 1998. a. ÜRO Terviseassambleel heakskiidetud poliitiline dokument "Tervis kõigile 21. sajandiks" ja selle alusel koostatud Maailma Tervishoiuorganisatsiooni (MTO) Euroopa piirkonna "Tervis 21" raampoliitika. Selle 10. siht "Tervislik ja turvaline keskkond" näeb ette, et aastaks 2015 peaksid kõik Euroopa piirkonna inimesed elama turvalisemas keskkonnas, kus kokkupuude tervisele ohtlike saasteainetega ei ületa rahvusvaheliste standarditega kehtestatud taset. Eraldi on rõhutatud, et tunduvalt tuleks vähendada elanikkonna kokkupuudet vees, õhus, jäätmetes ja pinnases sisalduvate tervisele ohtlike saasteainetega ja teha inimestele kättesaadavaks piisavas koguses kvaliteetset joogivett. Toodud on ka soovitatavad tegevuskavad.

Euroopa Keskkonna ja Tervise III Konverents (1999) võttis vastu Vee ja Tervise protokoll, millele ka Eesti esindajad alla kirjutasid. Hoidmaks ära vee saastumisest tulenevaid haigusi, tuleb igal allakirjutanud riigil tagada joogivee ja kanalisatsiooni kättesaadavus kõigile elanikele. Nii joogi- kui ka suplusvesi peavad vastama MTO soovitudele. Eesti esitas sellele konverentsile oma *NEHAP*i, mille Vabariigi Valitsus kiitis heaks 15. juunil 1999. Selles on vett käsitletud eraldi osana. Need dokumendid peaksid olema meie vee ja tervise tegevuse prioriteetide määramise ja elluviimise aluseks lähiaastatel (Saava, 2001).

Seoses Euroopa Liitu astumisega peab Eesti arvestama EL seadusandlusega. Viimasel aastakümnel revideeriti Euroopa Liidu veepoliitikat nii põhjalikult, et 2000 aasta detsembris jõustus paljusid eelnevaid õigusakte asendav Veeraamdirektiiv (*Council Directive 2000/60/EC*).

Veeraamdirektiiv seab eesmärgiks Euroopa Ühenduse Lepingus toodud veepoliitika põhiprintsiibid: kõrgetasemelise veekaitse, ettevaatuse, ennetamise, reostuse vältimise juba selle tekkekohas, põhimõtte, et kulud katab reostaja ja et keskkonnakaitse tuleb seostada ehk lõimida kõikvõimalikesse teistesse tegevusvaldkondadesse.

Eesti läbirääkimisdelegatsioon on ajapikendusi taotlenud viiele vee direktiivile:

- ohtlike ainete ning põhjavee direktiividele aastani 2006

- nitraadi direktiivile aastani 2008

- asula reovee direktiivile aastani 2010

- joogivee direktiivile aastani 2013.

Üks tähtsamaid Veeraamdirektiivi kontseptsioone on veemajanduse organiseerimine ja reguleerimine jõe valgala tasandil, ületades administratiivseid piire. Sel eesmärgil jagatakse iga liikmesriigi territoorium vesikondadeks nii, et lisaks jõgede ja ojade kaudu merre jõudvale pindmisele äravoolule oleksid hõlmatud ka rannaveed ning põhjavesi. Liikmesmaadelt nõutakse, et igal vesikonnal oleks pädev haldussüsteem, kes koostab piirkonna arengukava, ja et iga vesikonna veemajandust puudutav otsus või põhjavee süsteemidesse sekkumine oleks vastu võetud jõe valgala veemajanduskavaga seostatult ning kooskõlastatult.

Terviklik lähenemisviis (integreeritud veemajandus) seisneb ka vee kasutajate ning laiema üldsuse muude huvigruppide kaasamises veemajanduskava koostamisse.

Igas veemajanduskavas määratakse ning kooskõlastatakse kõige olulisemad veemajanduse probleemid ning koostatakse meetmete kava nende probleemide lahendamiseks. Oluline on seirevõrkude loomine ja tööshoidmine. Põhiteguritena loetletakse ka joogiveevõtuks kasutatavate veekogude kindlaksmääramist ning kaitset, vee hinnapoliitika väljakujundamist eesmärgiga saavutada säästlikum veekasutus ja kontroll reoainete ning reovee heidete üle.

Raamdirektiiv näeb ette, et veemajanduskavad peavad olema valmis hiljemalt 2009. aastaks ning direktiivi põhieesmärgiks on saavutada vee hea seisund aastaks 2015 (Merisaar, *REC Estonia*).

Ennetamaks joogiveest tulenevat ohtu tervisele, on karmistatud nõudeid joogivee kvaliteedile. Alates 2002. a. 1. juunist jõustus Eestis sotsiaalministri määrus nr 82 "Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid" (edaspidi "määrus nr 82") (RTL, 2001, 100, 1369), mis tugineb nüüdisaegsetele teadmistele ja on kooskõlas Euroopa Liidu joogivee direktiiviga 98/83 EÜ.

Meie jaoks erilise tähtsusega on põhjavesi, kuna oma looduslikus olekus on see reeglina suhteliselt kvaliteetne ja on ühtlasi Eestis tarbeveeks enam kasutatav veeliik.

Kuigi kuni 1. jaanuarini 2007. a. on lubatud toota, varustada, töödelda ja üle anda joogivett, mille kvaliteedinäitajad ei vasta indikaatoritena toodud komponentide piirsisaldusele, tuleb alustada juba praegu vajalike uuringutega, et tagada hiljemalt 2013. aastaks kõigi kvaliteedinäitajate vastavus kehtestatud normidele. Eesti läbirääkimisdelegatsioon pole taotlenud ajapikendust fluoriidide probleemi lahendamiseks, mis paneb järelevalveasutused (Tervisekaitseinspeksioon ja Keskkonnainspeksioon) Eesti liitumisel Euroopa Liiduga raskesse olukorda, sest selle probleemi lahenduse kohta ei ole veel otsust langetatud.

Eestis hakati tegelema fluoriidide probleemiga eelmise sajandi kuuekümnendatel aastatel (L. Kuik, V. Kii, A. Saava) ja jõuti järeldusele, et peamiselt pinna ja põhjavees fluoriidisisaldus ei ületa 1,5 mg/l, kuigi on piirkondi, kus fluoriide on põhjavees kuni 6,0 mg/l ja nad avaldavad inimeste tervisele toksilist mõju fluoroosi näol. Valiti välja uued veekompleksid elanike joogiveega varustamiseks (näiteks Paides, Pärnus jne), normdokumentidesse on pandud joogivee fluoriidide sisalduse piirnormiks 1,5 mg/l. Kahjuks seda tööd ei viidud lõpuni ja Tervisekaitseinspeksiooni andmetel on üle 20 tuhande inimese (peamiselt Eesti väikestes asulates), kes tarbivad vett, mis ületab fluoriidide sisalduse osas sotsiaalministri 31. juuli 2001. a määrusega nr 82 kehtestatud piirsisaldust 1,5 mg/l. Selleks, et teadvustada seda probleemi ja leida lahendusi, valisime fluoriidide sisalduse põhjavees magistritöö teemaks. Uuringu objektiks võtsime ühe osa Eestist (Pärnu alamvesikonna) ja riskianalüüsi seoses fluoriidide toksilise mõjuga sealse elanikkonna tervisele.

Tervisekaitseinspeksiooni tööülesannete üks osa on seotud joogivee järelevalvega ja fluoriidide sisaldus joogivees kuulub lõplikult lahendamata probleemide hulka Eestis. Joogivee järelevalves saadud andmed näitavad, et Pärnumaa, Viljandimaa ja Läänemaa põhjaveed on kõige fluoriidirikkamad ja selle probleemi lahendamiseks tuleb kasutusele võtta täiendavaid meetmeid. Seejuures tuleb silmas pidada, et iga vesikonna veemajandust puudutav otsus või põhjavee süsteemidesse sekkumine oleks vastu võetud jõe valgala veemajanduskavaga seostatult ning kooskõlastatult. Tööst tulenevaid järeldusi ja ettepanekuid saab kasutada teiste alamvesikondade majanduskavade koostamisel, kui on selgunud, et ka neis fluoriidide sisaldus põhjavees ületab normatiive.

3. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

3.1. Fluori lühiiseloostus ja levik looduses

Fluor on halogeenide gruppi kuuluv gaasiline element. Looduses esineb vaid keemiliselt seotud kujul, peamiselt sulapaos (CaF_2), krüoliidis (Na_2AlF_6), apatiidis ($\text{Ca}_5(\text{FCl})(\text{PO}_4)_3$) ja ka teistes fosforiitides. Fluoriidid esinevad pinnases reeglina kompleksis alumiiniumi või rauaga. Fluori maksimaalne adsorptsioon toimub happelises pinnases (pH 5,5) (Barrow & Ellis, 1986). Aluselises (pH>6,5) pinnases on fluor seotud lahustumata CaF_2 kujul (Brewer, 1966), mis võib tekkida ka pinnase väetamise käigus. Superfosfaadiga väetamine reeglina ei tõsta fluori kontsentratsiooni toiduainetes (Oelschläger, 1971), kuna taimed omandavad fluori pinnasest halvasti. Samas võivad teatud pinnase tüüp ja kõrge fluorisisaldus vees tõsta fluorisisaldust teatud taimeliikides, mis kasvavad väetatud pinnasel. Seejuures köögiviljades fluori kumuleerumine on tugevam kui puuviljades (Kabasakalis & Tsolaki, 1994).

Looduslikus vees on leitud fluori seotuna setetega või mullaosakestega. Fluoriidide transport ja transformatsioon vees sõltub vee karedusest, pH-st ja ioon-vahetusainete sisaldusest (Environment Canada, 1994; Stevens jt, 1997). Pinnavees varieerub fluorisisaldus 0,01-0,3 mg/l (ATDSR, 1993). Merevees on see kontsentratsioon kõrgem (1,2-1,5 mg/l) (Stumm & Morgan, 1981). Tabelis 1 on toodud fluorisisaldus erinevate piirkondade pinnavees.

Tabel 1. Fluorisisaldus veekogude vees
(The International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 227, 2002. Fluorides)

Piirkond	Fluoriidide kontsentratsioon (mg/l) ^a	Viide
Piirkonnad vee madala fluorisisaldusega		
Kanada	0.05	Environment Canada (1994)
Ameerika Ühendriigid	0.035–0.052 ^b	Overton jt (1986)
Ameerika Ühendriigid (Cache la Poudre jõgi)	(0.3–0.5)	Camargo jt (1992)
Belgia (Meuse jõgi)	0.13–0.2	Van Craenenbroeck & Marivoet (1987)
Prantsusmaa (jõed)	0.08–0.25	Martin & Salvadori (1983)
Norra (järved)	0.037 (<0.005–0.56)	Skjelkvåle (1994)
Hispaania (Duratón jõgi)	0.1	Camargo (1996)
Suurbritannia (jõed)	<0.05–0.4	Fuge & Andrews (1988)
Suurbritannia (Wales) (ojad)	0.02–0.22	Neal (1989)
Nigeeria (Nigeri jõgi)	0.1–0.12	Nriagu (1986)
India (jõed)	0.2–0.25	Zingde & Mandalia (1988)

India (jõed)	0.038–0.21	<i>Datta jt (2000)</i>
Tiibet, Hiina (jõed)	0.04	<i>Cao jt (2000)</i>
Piirkonnad vee kõrge fluorisisaldusega		
<i>Yellowstone</i> Rahvuspark (geiserid), Ameerika Ühendriigid	(25–50)	<i>Neuhold & Sigler (1960)</i>
<i>Firehole</i> ja <i>Madison</i> jõed, Ameerika Ühendriigid	(1–14)	<i>Neuhold & Sigler (1960)</i>
<i>Walker</i> ja <i>Pyramid</i> järved, <i>Nevada</i> , Ameerika Ühendriigid	(kuni 13)	<i>Sigler & Neuhold (1972)</i>
<i>Kenya</i> (järved)	(kuni 2800)	<i>Nair jt (1984)</i>

^a Keskmise fluoriidi kontsentratsioon ja/või kõikumise piirid.

^b Kontsentratsiooni kõikumise piirid neljast erinevast regioonist Ameerika Ühendriikide idaosast.

Fluori lisamisel kaltsiumit sisaldavale veele sadestus kuni 15–20% lisatud fluorist kaltsiumfluoriidina ja ainult 2% esialgselt fluori kogusest oli määratav vee filtraadis. Vesinikkarbonaatioonide sisaldus ja naatriumkloriidisisaldus suurendavad mõningal määral CaF₂ lahustumist (*Tracy jt, 1984*).

Fluoririkas vesi on väikese karedusega, leeliseline ja fluorivaesest veest enamasti suhteliselt kõrgema kloorisisaldusega. Hüdrokeemilise klassifikatsiooni järgi kuulub säärane vesi vesinikkarbonaat-naatriumilise või kloriidnaatriumilisse liiki.

Vee leelisuus ületab kareduse, mis näitab, et sellise vee mineralisatsioon on kujunenud ioonvahetuse teel. Ioonvahetust, nagu üldiselt teada, põhjustavad glaukoniidid või leeliselised savid. Fluoririkas vesi pärineb tõepoolest säärastest paekihetidest, kus esineb mergleid ja glaukoniite (*Kuik, 1964*).

On sedastatud pöördvõrdelise seose esinemine joogivee fluorisisalduse ja kaltsiumi ($r = -0,48$) ning kareduse ($r = -0,55$) vahel. Kloriidid toetavad F leostumise kivimitest ($r = 0,41$), kareduse ja kaltsiumi sisalduse suurenemine pidurdab seda protsessi. Samuti on avastatud otsene seos boori ja fluori kontsentratsiooni vahel ($r = 0,62$) põhjavees (*Saava, 1974*).

Suhteliselt kõrgema fluorikontsentratsiooniga põhjavee levikut Eestis võib piiritleda kahe alaga (vt Lisa 1). Esiteks Lääne-Eesti mandriosa, mille põhjapiiriks on Haapsalu-Märjamaa ja idapiiriks Märjamaa-Pärnu liin. Fluoririkas vesi levib siin maapinnalt esimeses või teises põhjavee kihis. Teiseks ulatuslikumaks fluori leviku alaks on Kesk-Eesti paeala sügav põhjavesi ja põhjavesi Lõuna-Eesti Siluri-ordoviitsiumi horisondis. Nimetatud põhjavee haaramiseks on vajalikud sügavad (üle 200 m) puurkaevud (*Kuik, 1964*).

Pärnu alamvesikonna elanike joogiveeallikaks on peamiselt Siluri, Ordoviitsiumi, Kesk-alamdevoni-siluri põhjaveekompleksid. L. Savitskaja poolt tehtud põhjavee ülevaate andmed ühilduvad ülalpoolnimetatud autorite järeldustega.

Kesk-alamdevoni-siluri veekompleks levib Lõuna-Eestis Pärnu-Mustvee joonest lõuna poole. Selle veekompleksi põhjavesi on Kesk- ja Lõuna-Eesti linnade tähtsam veevarustusallikas.

Eristatakse Kesk-alamdevoni-siluri veekompleksis mitut veetüüpi. Pärnus Reiu veehaardes levib suure Cl^- - ja Na^+ -sisaldusega $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca-Mg-}$ ja $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na-Mg-Ca-}$ tüüpi põhjavesi, mille mineraalsus on 0,6–0,9 g/l. Selles vees on kvaliteeti halvendavat Fe^{2+} ja H_2S . Pärnus avaldub tõenäoliselt merevee tänapäevane mõju. Põhjavees võib olla ka rohkesti rauda. Kohati halvendab vee kvaliteeti suur Ba^{2+} - ja Ni^{2+} -sisaldus.

Suuremates veehaardetes on selle veekompleksi põhjavee kvaliteet valdavalt hea ja väga hea.

Siluri veekompleks levib Kesk- ja Edela-Eestis ning saartel, moodustades kesk-alamdevoni ladestu levikualal Kesk-alamdevoni-siluri veekompleksi ja ordoviitsiumi ladestu levikualal ühtse karbonaatse Siluri-ordoviitsiumi veekompleksi. Siluri veekompleksi võib pidada karbonaatse veekompleksi ülemiseks osaks. See veekompleks on Kesk-Eesti linnade oluline veevarustusallikas. Siluri veekompleksi põhjavesi on Kesk-Eestis valdavalt $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-}$ (või -Mg-Ca-Na- või -Na-Ca-Mg-) tüüpi, ta mineraalsus on 0,5–0,7 g/l, reaktsioon neutraalne ja karedus keskmine. Kuigi kohati on palju rauda (Fe^{2+}), on veekompleksi põhjavesi siiski valdavalt hea.

Veekompleksi levikuala edelaosas on põhjavee keemiline koostis paleohüdrogeoloogilistest tingimustest johtuvalt võõndiline. Maismaalt mere suunas muutub vee keemiline tüüp $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Mg} \rightarrow \text{Cl-HCO}_3\text{-Na-Mg}$ (või -Na-Ca või -Ca-Na) Cl-Na- (või -Na-Ca-), kusjuures põhjavee mineraalsus suureneb rannikualal kohati 2–3 g/l-ni. Siluri veekompleksi põhjaveele on iseloomulik ka püstvöölisus, mis avaldub Cl^- - ja Na^+ -sisalduse ja mineraalsuse suurenemises sügavuse suunas. Rauasisaldus on suhteliselt madal, kuid üksikutes piirkondades võib ta olla ka suur.

Veekompleksi põhjavesi on mandrialal väga hea või hea. Põhjavesi on vaid rahuldava kvaliteediga Kesk-Eestis (suur karedus ja rauasisaldus) ning mere mõjupiirkonnas Lääne-Eestis ja saartel (kloriide palju). Siluri veekompleksi põhjavesi on kohati mitterahuldav rannikupiirkonnas ja saartel, kus mineraalsus on üle 1-2 g/l. Suuremate veehaarete põhjavesi on valdavalt hea või rahuldav.

Ordoviitsiumi veekompleks levib kogu Eesti territooriumil, v.a Põhja-Eesti klintieelsel alal ja Lõuna-Eestis Mõniste-Lokno kerkealal. See veekompleks on Põhja- ja Kesk-Eesti linnade ja asulate olulisem veevarustusallikas. Vesi on avamusalal $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg-}$ või $\text{HCO}_3\text{-Mg- Ca-}$ tüüpi, mineraalsusega 0,3-0,5 g/l ning nõrgalt leelisene (pH – 7,4–7,8). Veekompleksi paleohüdrogeoloogilistest tingimustest sõltuvalt on põhjavesi läänerannikul ja sügavuti, nagu siluri veekompleksiski, keemilise koostise poolest vööndiline ja sügavuti vööline. Kohati esineb 100-200 mg/l sulfaate, mis pärinevad karbonaatses kivimis esineva püriidi oksüdeerumisest. Sügavuti kaasnevad põhjavee soolsuse tõusuga redutseerivad tingimused, mis ilmneb vee Fe^{2+} -, $\text{H}_2\text{S-}$ ja NH_4^+ -sisalduses.

Mikrokomponentidest on Ordoviitsiumi veekompleksi põhjavees, eriti Lääne-Eestis, F^- ja B^{3-} -sisaldus kohati suur, kuid ei ületa rahuldava kvaliteediga põhjavee piirsisaldusi. Suuremates veehaaretes on veekompleksi põhjavesi enamasti hea kvaliteediga (Savitskaja, 2000).

Andmed fluorisisalduse kohta pinnalähedases kaevuvees (kaevud kuni 25 m sügavusega) on esitatud lisas 2. L. Kuik järeldab, et fluorisisaldus Eesti pinnalähedases põhjavees on madal ega ületa tavaliselt 0,2 mg/l. Kõrgemat fluorisisaldust (0,8-1,2 mg/l) võib esineda Lääne-Eestis: Haapsalu (Sutlepa) ja Kullamaa piires, Hiiumaal ja Pärnu maakonnas (Jõõpre); Lihulas koguni kuni 2,8 mg/l.

Õhk võib vaid väga vähesel määral sisaldada fluori gaasilisi ühendeid (CF_4 , C_2F_6 jne). Üldjuhul ei ületa linnades fluori kontsentratsioon õhus $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, maapiirkondades on see kontsentratsioon veel madalam. Fluoriidide kontsentratsioon õhus sõltub nende emiteeritavast kogusest, meteoroloogilistest tingimustest, emiteeritavate osakeste suurusest ja keemilisest aktiivsusest (*Low & Bloom, 1988*).

Fluori gaasiliste komponentide ja tahkete osakeste kontsentratsioonid erinevate piirkondade õhus on toodud lisas 3. Siseruimide õhus võib fluoriidide kontsentratsioon tõusta puitkonstruktsioonide töötlemise järel konservantidega, mis sisaldavad kuni 56% fluoriide (*Sloof jt, 1989*) ja samuti ruimide kütmisel fluoririkka söega (*Zhang & Cao, 1996*).

Arvestatavaks fluori allikaks on toiduained. Toiduainete fluorisisaldus on väga erinev ja võib tõusta toiduvalmistamisel 1,5-3 korda olenevalt kulinaartechnikast, maitseainete fluorisisaldusest või toidu valmistamiseks kasutatava joogivee fluorisisaldusest

(Kumpulainen & Koivistoinen, 1977; Schamschula jt, 1988). Viimase 15 aasta jooksul tehtud uuringute tulemused on toodud lisas 4.

Suhteliselt kõrge on fluorisisaldus teepõõsa lehtedes. Fluoriidide kontsentratsioon valmis tees sõltub lahustuvate fluoriidide kontsentratsioonist teelehtedes, fluoriidide sisaldusest tee valmistamiseks kasutatud vees ja tõmmise valmistamiseks kulunud ajast (Smid & Kruger, 1985). Keskmise fluoriidide sisaldus teepõõsa lehtedes on 100 mg/kg, mis võimaldab saada 2-3 tassi teega 0,4-0,8 mg fluoriide. Muidugi piirkondades, kus fluoriidide sisaldus joogivees on kõrge, võib tassi teega saada rohkem fluoriide.

Kofeiinisaldus kohvis ei mõjuta fluorisisaldust kohvis (Chan & Koh, 1996; Warren jt, 1996).

Loomse päritoluga toiduainetest sisaldavad fluori kõige rohkem merekalad (eriti sardiinid) – 15–52 mg/kg. Lehmapiim sisaldab fluori 0,03–0,5 mg/kg, kohupiim aga 3–10 korda rohkem.

Pesemata ja töötlemata toiduainete tarvitamisel tööstuslikes piirkondades on keskkonnast saadav fluori kogus ligi 100 korda suurem kui mittetööstuslikes piirkondades (Sakurai jt, 1983; Tsunoda & Tsunoda, 1986; Muramoto jt, 1991; Jones jt, 1971).

Tööstuslikult toodetud imikutoitudes täheldati Ameerika Ühendriikides erinevust fluorisisalduses toidus, mis on valmistatud soja baasil (kõrgem) või lehmapiima baasil (madalam), kui oli tegemist kasutamiseks valmis tootega või kontsentraadiga. Pulbriliste toodete vahel erinevust praktiliselt ei esinenud (McKnight-Hanes jt, 1988). Kõige kõrgem fluori kontsentratsioon oli imikutoidus, mille koostises oli kanaliha (Heilman jt, 1997). Fluori leidub ka rinnapiimas (keskmiselt 5 kuni 10 µg/l) (Fomon & Ekstrand, 1993).

Seega toodud andmetest nähtub, et toiduainete fluorisisaldus võib olla küllaltki erinev.

Kõrvutades looduskeskkonna erinevate komponentide fluorisisaldust, tuleb järeldada, et organismi peamiseks fluori allikaks looduses on joogivesi. Fluoriidide kontsentratsioon joogiveeks kasutatavas pinnavees ei ületa reeglina 0,2 mg/l. Samal ajal Eestis joogiveena kasutatavas põhjavees varieerub fluorisisaldus võrdlemisi suures ulatuses, mistõttu on tegemist erinevatoimeliste vetega: hambakaariese profülaktikaks toimivatest või optimaalse toimega vetest kuni raskekujulist fluuroosi esile kutsuvate veteni.

Vereplasmast jaotub fluor organismi kõikidesse kudedesse, kuid 99% ladestub hammastes ja luudes (*Kaminsky jt, 1990; Hamilton, 1992*) ja vaid ülejäänud 1% jaotub hästi vaskulariseeritud kudedesse. Fluori kontsentratsioon inimese erinevates kudedes ja organites on toodud tabelis 2.

Luustiku arengu ajal ladestub fluori suhteliselt suur osa (kuni 75%) luudes (*USDHHS, 1991*).

Seos luukoega ei ole pöördumatu, fluori madala tarbimise korral organism mobiliseerib fluori luudest ja toimub fluori eritumine uriiniga (*Hodge jt, 1970*). Fluor läbib platsentaarbarjääri, nabaväädiveerest määratakse 75% ema vereseerumis leiduvast fluorist. Fluori füsioloogiline tähtsus inimeste ja loomade organismis piirdub fluorapatiidi moodustamisega hamba emailis.

Tabel 2. Fluori kontsentratsioon inimorganismi erinevates kudedes ja organites
(*The International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 227, 2002*)

Kude/organ	Proovi- de arv ^a	Kontsentratsioon ^b (keskmine [vahemik])	Viide
Veri	pa ^c	pa (20–60) µg/l	<i>Kissa (1987)</i>
Vereseerum	1088	14,4 (pa) µg/l	<i>Kono jt (1986)</i>
Vereseerum	250	17,4 (1–47) µg/l	<i>Torra jt (1998)</i>
Vereplasma	72	14,3 (2,7–79,8) µg/l	<i>Guy jt (1976)</i>
Uriin	pa	780 (pa) µg/l	<i>Kono jt (1986)</i>
Sülg	98	8,74 (pa) ng/g	<i>Schamschula jt (1985)</i>
Hambaemail ^d	pa	pa (740 000–2 100 000) ng/g	<i>Berndt & Stearns (1979)</i>
Roided	9	1 600 000 (pa) ng/g	<i>Zipkin jt (1960)</i>
Lüüsammas	10	2 200 000 (pa) ng/g	<i>Zipkin jt (1960)</i>
Juuksed	53	2505 (pa) ng/g	<i>Tagaki jt (1986)</i>
Aju	7	31,2 (pa) ng/g	<i>Taves jt (1983)</i>
Rasvkude	5	28,5 (pa) ng/g	<i>Taves jt (1983)</i>
Maks	5	19,6 (pa) ng/g	<i>Taves jt (1983)</i>
Lihased	9	40,3 (pa) ng/g	<i>Taves jt (1983)</i>
Kopsud	9	71,4 (pa) ng/g	<i>Taves jt (1983)</i>
Tüümus	4	9005,2 (pa) ng/g	<i>Taves jt (1983)</i>
Aort	8	4331,6 (pa) ng/g	<i>Taves jt (1983)</i>
Neerud	9	159,2 (pa) ng/g	<i>Taves jt (1983)</i>
Küüned	22	8800 (pa) ng/g	<i>Czarnowski & Krechniak (1990)</i>
Küüned	6–9	pa (1590–7570) ng/g	<i>Whitford jt (1999)</i>

^a Analüüsitud koeproovide üldarv

^b Keskmine fluori kontsentratsioon ja vahemik

^c pa = puuduvad andmed

^d Hamba pinnaemaili proovid 20-aastastelt inimestelt, kes tarvitasid joogivett, mis sisaldas kuni 1mg fluori liitris

Inimorganismis esineb fluor kõikides organites, kõige rohkem luudes ja hammastes (dentiinis ja emailis). Fluorisisaldus hammastes oleneb fluori sisaldusest väliskeskkonnas nii hammaste arenguperioodil kui ka hilisema elu jooksul. (*Weidemann & Weartherell, 1970*).

Fluori kontsentratsioon hambaemailis väheneb eksponentsiaalselt seoses koesügavusega ja varieerub asukohaga, vanusega, süsteemse ja lokaalse ekspositsiooniga fluorile (*Weatherell jt, 1977; Schamschula jt, 1982*). Fluori kontsentratsioon dentiinis on 2–3 korda suurem kui emailis ja oleneb fluori sisaldusest tarbitavas joogivees (*Weidmann & Weatherell, 1970; US NAS, 1971*).

Fluori koe- ja organspetsiifiline toime on seotud fluoriidide mõjuga lipiidide, süsivesikute, luukoe ja energia ainevahetusele ning ensüümide aktiivsusele (desoksüribonukleiinhape ja valgu süntees, rakkude proliferatsioon), samuti otsese tsütotoksilise efektiga kõrgete dooside korral. Esineb ka fluori stimuleeriv mõju osteoblastide proliferatsioonile (*Thomas jt, 1996; Lau & Baylink, 1998*).

In vitro uuringutes ei ole välja selgitatud fluori kantserogeensust (*LARC*) ja mutageensust, kõrgete annuste korral on täheldatud mõningast fertiilsuse langust ja spermatoksilisust laboratoorsetel loomadel (*Chinoy jt, 1991; Chinoy & Sharma, 1998*).

3.3.2. Äge intoksikatsioon

Kliiniliselt esineb iiveldus, oksendamine, kõhuvalu, kõhulahtisus, somnolentsus, krambid, kooma ja surm südame seiskuse tagajärel (*Kaminsky jt, 1990; Whitford, 1990; Augenstein jt, 1991; ATSDR, 1993*). Madalama kontsentratsiooni puhul üldmürgistuse nähud puuduvad.

3.3.3. Vähtõbi

Austraalias, Kanadas, Hiinas, Taiwanis, Inglismaal, Norras ja Ameerika Ühendriikides on viidud läbi mitmeid epidemioloogilisi uuringuid eesmärgiga selgitada fluori võimalikku kantserogeensust (*Hoover jt, 1976; IARC, 1982, 1987; Knox, 1985; Hrudey jt, 1990; Mahoney jt, 1991; Cohn, 1992; Freni & Gaylor, 1992; Yang jt, 2000*), kuid nendes ei ole

avastatud seost fluoritud joogivee või looduslikult fluoririkka vee tarbimise ja haigestumise vahel vähktõppe.

3.3.4. Luustiku fluoroos

Luustiku fluoroos võib tekkida fluori kõrgete dooside (eriti lahustuvate ühenditena) sattumisel organismi söögiga, joogiga või sissehingamisel pikema aja vältel. Kliiniliselt avaldub see luukoe tihenemisena, liigesevaludena, liigese liikuvuse vähenemisena, raskematel juhtudel lülisamba täieliku rigiidsusena. Vaatamata luukoe tihedusele on tema vastupidavus normist väiksem.

Prekliinilise ja III faasi fluoroosi esinemisel oli fluori kontsentratsioon olnud vastavalt 3500-5500 mg/kg luukoe kohta ja 8400 mg/kg luukoe kohta (referentsväärtus 500-1000 mg/kg luukoe kohta). Fluoriidide kumuleerumist luukoes võib mõjutada vanus, neerufunktsioon ja kaltsiumi tarbimise tase (*US DHHS*, 1991).

Endemilise luustiku fluoroosi esinemist on kirjeldatud maailma mitmes piirkonnas (India, Hiina, põhja-, ida-, kesk- ja lõuna-Aafrika) läbiviidud uuringutes (*Haimanot jt*, 1987; *Krishnamachari*, 1987; *Pettifor jt*, 1989; *Kaminsky jt*, 1990; *Tobayiwa jt*, 1991; *Mithal jt*, 1993; *Wang jt*, 1994; *Abdennebi jt*, 1995; *Liu*, 1995; *Michael jt*, 1996; *Zhao jt*, 1996; *Teotia jt*, 1998).

Luustiku fluoroosi väljakujunemise riski ja tarvitatava joogivee fluori kontsentratsiooni vahelist seost on uuritud Hiinas (*Liang jt*, 1997). Tulemused on esitatud tabelis 3.

Tabel 3. Luustiku fluoroosi levimus Hiinas seoses fluori kontsentratsiooniga tarvitavas joogivees

(*The International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 227, 2002. Fluorides*)

Fluori kontsentratsioon joogivees (mg/l)	Luustiku fluoroosi esinemine (%) inimestel normaalse toitumisega ^a	Luustiku fluoroosi esinemine (%) inimestel puuduliku toitumisega ^b
<0.3	0	0
0.6–1.0	0	0
>4.0	43.8	69.2

a Normaalne toitumine = Valk > 75 g päevas, kõrge kvaliteediga valk > 20% üldvalgust, kaltsium > 600 mg päevas

b Puudulik toitumine = Valk < 20 g päevas, kõrge kvaliteediga valk < 10% üldvalgust, kaltsium < 400 mg päevas

Selle uuringu tulemused näitasid, et fluoroosi tekkimise riski mõjutab peale fluorisisaldust tarbitavas joogivees ka inimese toitumise staatus.

3.3.5. Luumurrud

Reieluu, õlavarreluu ja selgrootülide murdude relatiivne risk oli 2,2 (95% CI = 1,07 – 4,69) naistel vanuses 55–80 a, kes elasid kõrge fluori sisaldusega joogivee piirkonnas, võrreldes samas vanuses naistega, kes tarvitasid joogivett fluorisisaldusega 1 mg/l (*Sowers jt*, 1986, 1991). Keskmise fluori tarbimine jookidest oli "kõrge fluori keskkonna" korral orienteeruvalt 72 µg/kg kehamassi kohta päevas.

Epidemioloogiline analüüs 18 uuringu põhjal ei avastanud statistilist seost ($RR = 1,02$; 95% CI = 0,96 - 1,09) vee fluorimise ja luumurdude esinemise sageduse vahel (*Jones jt*, 1999).

Uuringutes ei avastatud seost fluoritud vee tarbimise ja spontaanse abordi (*Aschengrau jt*, 1989), raseduse patoloogia (*Aschengrau jt*, 1993) ja kaasasündinud südamepatoloogia (*Zierler jt*, 1988) vahel kõrgenenud riski näol.

Erinevates uuringutes on analüüsitud võimalikku seost tarvitatava fluori ööpäevase koguse ja laste vaimse väärarengu vahel (*Morgan jt*, 1998; *Whiting jt*, 2001). Sellist seost ei avastatud. Samuti ei õnnestunud välja selgitada raviotstarbel tarvitatava fluori (monofluorofosfaat 29 mg F päevas) genotoksilisust (*Li jt*, 1995).

3.3.6. Mõju hammastele

Hambakaaries ehk hambasööbija on üks levinumaid haigusi. *H. Dean* (1938) avastas kooliõpilaste hambakahjustuste uurimisel pöördvõrdelise seose joogivee fluorisisalduse ja hambakaariese leviku vahel. Kaariese esinemise sagedus elanikkonna hulgas on peaaegu kaks korda väiksem 1,0-1,4 mg/l fluori kontsentratsiooni korral joogivees, kui sellise vee kasutamisel, kus fluori on vähem kui 0,5 mg/l (*Dunning*, 1986).

Hambafluuroos

Kroonilise fluorimürgistuse, ehk fluuroosi varajaseks sümptoomiks on hammaste kahjustus ("valgetäpilisus"). Fluori toksilisus avaldub hammastes vastavalt fluori doosile - doosi tõusuga 0,01 mg võrra ööpäevas kg kehamassi kohta kasvab fluuroosi indeks elanikkonnas 0,2 võrra (*Fejerskov jt*, 1996).

Hambafluuroos võib areneda ainult hambaemali kujunemise ajal, seega viitab see fluori üledoseerimisele lapsepõlves (kuni 6-8 a vanuses). Protsess kujutab endast hambaemali ja dentiini hüpoplaasiat ja hüpominaliseerumist, mis on seotud fluori liigse tungimisega

nendesse struktuuridesse ja mille tagajärjel ei toimu nende struktuuride küpsemist (MTO, 1994; Aoba, 1997; Whitford, 1997; Richards jt, 1996).

Tänapäeval kirjeldatakse fluuroosi arengufaase järgmiste indeksite abil: *Deani* indeks 6-palliline (Dean, 1942), *Thyestrup-Fejerskov* (TF) indeks 10-palliline (Thyestrup and Fejerskov, 1978) ja TSIF indeks (Horowitz jt, 1984). *Deani* indeks baseerub kahe enam kahjustatud hamba kirjeldusel, kusjuures kirjeldatakse hammast tervikuna, mitte tema enamkahjustatud piirkonda. TF indeks on rohkem detailiseeritud protsessi algfaaside kirjeldusel ja on palju tundlikum analüütilise uuringu jaoks. TSIF indeksit kasutatakse analüütilises epidemioloogias, kuna selle indeksi arvestamisel hambad jagatakse kahte gruppi sõltuvalt arengu ajast: esimese eluaasta jooksul ja 3-6 eluaasta jooksul. Selle indeksi abil seostatakse fluuroosi arenemise riski vanusega, millal ekspositsioon toimus.

Endeemilise fluuroosi piirkonnad paiknevad eelkõige praegustes ja ka endistes vulkaanilistes rajoonides, mis seletub vulkaaniliste heidete fluoririkkkusega (Symonds jt, 1988; ATSDR, 1993). Näiteks on Keenia Elmentaita järves ja Nakura järves vee fluoriidide kontsentratsioon vastavalt 1640 ja 2800 mg/l (Nair jt, 1984).

3.4. Terviseriski hindamine

Et saada ülevaadet joogivees esinevate fluoriidide toksilisest toimest põhjustatud endeemilise fluuroosi esinemisest Eestis, uuris V. Kiik 1963/64. aastatel hammaste fluuroosi suhtes 4270 õpilast 7-19 aasta vanuses ja 1023 3-7-aastast koolieelikut Virtsus, Lihulas, Lavassaares, Jõõpres, Haapsalus, Pärnus, Viljandis ja Kiviõlis. Raskusastme määramise aluseks võttis ta R. D. Gabovitši (1949) poolt antud neljaastmelise klassifikatsiooni:

I aste – väga kerge kahjustus: üksikud portselan- või kriitvalged täpid või viirud esinevad kuni $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{3}$ hambakrooni välispinnas.

II aste – kerge kahjustus: portselan- või kriitvalged täpid või viirud katavad kuni poole hambakrooni pinnast. Sageli on fluuroossed täpid ja laigud pigmenteerunud valkjaskollaseks. Hammaste kuju on normaalne, hambad on hambakaariese suhtes resistentsed.

III aste – mõõdukas kahjustus: suuremad laigud või viirud, mis haaravad üle poole hambakrooni pinnast, võivad olla pigmenteerunud tumekollaseks või pruuniks. Sageli

esinevad fluoroossed muutused kõigil hammastel, hammaste välispind on kare. Hambad on muutunud hapraks ja kuluvad kiiresti.

IV aste – tugev kahjustus: peale eespool kirjeldatud III astme muutuste esinevad pigmenteerumata või pruuniks pigmenteerunud erosioonid. Hulgaliste erosioonide esinemisel on hamba kuju deformeerunud. Fluoroossed muutused esinevad kõigil hammastel, kuigi erinevatel hammastel võivad need kuuluda erinevasse (I-III) raskusastmesse.

Tabelis 4 on toodud V. Kiige poolt tehtud hammaste uuringud lasteaia lastel Lääne-Eestis.

Tabel 4. Endemilise fluoroosi esinemine lasteaia lastel (3–7 a)
(Joogivee erineva fluorisisalduse mõjust laste hammaskonna seisundile
Eesti NSV tingimustes, Kiik, 1970)

Lasteaed	Joogivee fluorisisaldus mg/l	Uuritute arv	Endemilise fluoroosi juhte	
			arv	levimus % ± m ^a
Lihula	2,0	65	25	38,4 ± 6,0
Pärnu III	1,8	53	5	9,4 ± 4,0
Pärnu I	0,8 - 2,2	93	9	9,6 ± 4,0
Pärnu VIII	0,6 - 2,2	98	6	6,1 ± 2,4
Pärnu IV	0,8	102	3	2,9 ± 1,6
Kokku	0,6 - 2,2	411	48	11,6 ± 1,5

^am - näitaja (levimuse) keskmine viga

Vaadeldes tabelis esitatud andmeid, ilmneb, et endemilist fluoroosi piimahammaskonnas põhjustab küll joogivee kõrge fluorisisaldus, kuid osatähtsust omavad ka teised tegurid. Nii on Pärnu III lasteaia kõrge fluorisisaldusega joogivee (fluori – 1,8 mg/l) tarvitajail fluoroosi esinemissagedus küllaltki madal (9,4%) võrreldes Lihula (fluori 2,0 mg/l) lasteaia lastega (38,4%). Tõenäoliselt on selle põhjuseks laste saabumine lasteaeda erinevaist elukondlikest tingimustest (eri lastesõimedest, kodudest) ning väikelapsea erinev toitumine ja tervislik seisund (põetud haigused).

Järgnevalt uuriti (Tabel 5) fluoroosi esinemist õpilastel sõltuvalt tarvitatava joogivee fluoriidisisaldusest.

Tabel 5. Endeemilise fluoroosi esinemine erinevates asustatud punktides Eestis
(Joogivee erineva fluorisisalduse mõjust laste hammaskonna seisundile
Eesti NSV tingimustes; V. Kiik, 1970)

Asustatud punkt	F joogivees (mg/l)	Uuritute vanus	Uuritute arv	Fluoroosi juhte		Fluoroosi aste			
				arv	%	I	II	III	IV
Haapsalu	1,6-2,0	7-12	113	40	35,4	28	10	2	0
		13-15	49	25	51,2	18	6	1	0
		16-19	33	10	30,3	7	2	1	0
		Kokku	195	75	38,4	53	18	4	0
	0,8-1,0	7-12	35	4	11,4	3	1	0	0
		13-15	30	2	6,7	2	0	0	0
		16-19	8	0					
Kokku	73	6	8,2	5	1	0	0		
Lavassaare	1,6-2,0	7-12	42	15	35,7	9	6	0	0
Jõõpre	1,0-1,2	7-12	64	18	28,1	7	9	2	0
		13-15	29	7	24,1	4	2	1	0
		Kokku	93	25	26,8	11	11	3	0
Virtsu	5,0	7-12	36	32	88,8	12	10	8	2
	0,8	7-12	25	7	28,0	7	0	0	0
		Kokku	61	39	65,0	19	10	8	2
Pärnu	0,8	7-12	318	20	6,3	15	4	1	0
		13-15	157	11	7,0	8	3	0	0
		16-19	89	1	1,1	1	0	0	0
		Kokku	574	32	5,6	24	7	1	0
Pärnu	1,0-2,0	7-12	134	21	15,6	18	3	3	0
		13-15	40	4	10,0	4	0	0	0
		16-19	49	0					
		Kokku	223	25	11,7	22	3	0	0
Viljandi	1,0-1,5	7-12	284	27	9,5	21	6	0	0
		13-15	100	6	6,0	4	2	0	0
		16-19	37	0					
		Kokku	421	33	7,8	25	8	0	0

Tabelist nähtub, et fluoroosi kahjustuse esinemissagedus sõltus tarvitatava joogivee fluorisisaldusest. Haapsalus esines madalama fluorisisaldusega joogivee tarvitamisel (0,8–1,0 mg/l) õpilastel (7–12 a) fluoroosi 11,4%-l ja kõrgema fluorisisaldusega joogivee tarvitamisel (1,6-2,0 mg/l) 35,4%-l uurituist ($p < 0,002$).

Kõrgeima fluorisisaldusega (fluoriidisisaldus 5,0 mg/l) joogivee tarvitamine põhjustas hambafluoroosi juba 88,9 %. Seega stomatoloogilised uurimised kinnitasid joogivee fluorisisalduse määramise alusel ennustatud (Kuik, 1964) hambakahjustusi. Nagu oli varem mainitud, etendab fluor olulist osa hambaemali demineralisatsioonis ja remineralisatsioonis. Ta soodustab hamba arenguperioodil fluorapatiidi moodustumist emailis. Väheha tahtsusega ei ole hambakaariese ennetamise seisukohalt ka fluori võime

inhibeerida hambakatus bakterite (*S. mutans*) kasvu. Kui joogivees on fluorisisaldus alla 0,5 mg/l, siis on soodustatud hambakaariese teke, mis on valdavalt pöördumatu kuluga. Joogivee fluorisisaldusel on profülaktiline toime hambakaariesele kuni kontsentratsiooni 1,5 mg/l, kõrgemate kontsentratsioonide korral hakkab avalduma fluoriühendite toksiline toime. Uurimistulemuste üldistusel on jõutud järeldusele, et massiline hambafluoroos hakkab tekkima mõõdukas kliimas joogivee fluorisisalduse 1,5-2,0 mg/l korral. 2002. a avaldati levimusuuringu "Hambafluoroosi ja -kaariese haigestumus Tartu linna lastel seoses joogivee fluorisisaldusega" (Russak, S, Indermitte, E, Saava, A, 2002) tulemused. Uuringu eesmärgiks oli selgitada joogivee fluorisisalduse mõju hambafluoroosi ja -kaariesse haigestumisele lastel Tartu linnas, kus joogivee fluorisisaldus regiooniti erineb (Tabel 6).

Tabel 6. Hambafluoroosi esinemissagedus 12-aastastel kooliõpilastel Tartu linna erinevates piirkondades (Russak jt, 2002)

Linna piirkond	Uuritud lapsi	Fluoroosiga lapsi (%)	Joogivee fluorisisaldus (mg/l)	Relatiivne risk (RR) haigestuda fluoroosi, võrreldes Staadioni tänava lastega	Usalduspiirid 95% (CI)
Staadioni	34	8,8	0,2	1,00	
Karlova	38	15,8	0,3	1,79	0,41 - 7,71
Raatuse	17	47,1	2,4	5,33	1,25 - 22,71
Annelinn	149	38,3	1,6	4,33	1,28 - 14,67
Veeriku	30	53,3	3,9	6,04	1,6 - 22,8
Aardla	100	21,0	1,2	2,38	0,67 - 8,48
Kokku	368	30,2			

Tõestati, et kooliõpilastel on hambafluoroosi ja kaariesse haigestumine seotud fluorisisaldusega joogivees. Kui joogivees on fluori 1,6 mg/l, siis on relatiivne risk (RR) haigestuda fluoroosi 4,3 korda kõrgem kui joogivee kasutamisel, mille fluorisisaldus on 0,2 mg/l. Aardla ja Karlova linnaosas, kus joogivee fluorisisaldus on lubatud piires, ei ole kooliõpilastel riski sagedamini haigestuda fluoroosi kui Staadioni veehaardepiirkonna lastel.

3.5. Terviseriskide vähendamise võimalused

3.5.1. Joogivee rikastamine fluoriga kui profülaktiline abinõu hambakaariese vältimiseks

Joogivee fluorimist alustati aastail 1942–44 Kanadas ja Ameerika Ühendriikides. Vee fluorimise vastu esitatud kahtlus, nagu põhjustaks fluor vähktõbe, südamehaigusi ning allergilist seisundit, on alusetu (*NTP*, 1990; *Gelbert jt*, 1995; *Moss jt*, 1995).

Vastupidi, vee fluorimine (1 mg/l) vähendab haigestumist kaariesesse ning soodustab sellega elanikkonna tervisliku seisundi paranemist, kusjuures see kontsentratsioon on seotud minimaalse fluoroosiriskiga.

Deani ja kolleegidega sarnaseid tulemusi on saanud ka teised uurijad (*WHO Expert Committee*, 1994).

Ameerika Ühendriikides on umbes 15 000 veevärki, mis varustavad joogiveega orienteeruvalt 144 mln inimest. Fluoriidide sisalduse optimumiks peetakse Ameerikas 0,7–1,2 mg/kg (*US EPA*, 1985; *US DHHS*, 1991). Kanada elanikkonnast oli 1986. a ligi 40% varustatud joogiveega, milles fluorisaldus oli kontrollitud ja optimeeritud (*Droste*, 1987).

Arvestada tuleb ka kliimaatilisi olusid. Kuivas ning soojas kliimas on joogivee tarvidus ja seega ka organismi sattuv fluoriidide hulk suurem, kui niiskes ning jahedas kliimas (*Health Effects of Ingested Fluoride. Executive Summary*, 1993). Ameerika Ühendriikides määras rahvaterviseteenistus erinevaid fluoriidide soovituslikke kontsentratsioone regioonidele seoses aasta keskmise temperatuuriga.

3.5.2. Fluoriidide ärastamine joogiveest

Ükski veepuhastusmeetod ei võimalda eraldi kasutatuna saada piisavat tulemust. Üldjuhul kasutatakse mitme meetodi kombinatsiooni. Meetodi optimaalne valik sõltub vee kvaliteedist, konkreetsest vajadusest vabaneda ebasoovitavast vee komponendist, vajalikust lõpptulemusest ja veesüsteemi suurusel.

Põhjavee kasutamisel joogiveena on fluoriidid ja mõningatel juhtudel kloriidid need ühendid, mis vajavad eemaldamist ja seega mõjutavad veetöötlemisprotsessi. Tänapäeval on maailmas kasutusel mitmed fluoriidide ärastamise tehnoloogiad (*US Water Science*

and Technology Board; 1997, Safe Water From Every Tap, National Academy Press, Washington).

Veetöötlemise tehnoloogiad arenevad väga kiiresti ja neid võib jagada järgmistesse kategooriatesse:

- *Tavalised tehnoloogiad* (pöördosmoos,ioonvahetus) – laialt levinud, üldtuntud asjatundjate seas.
- *Heaks kiidetud tehnoloogiad* (aktiveeritud alumiinium) – võivad olla kohandatud teistest aladest veetöötlemiseks, ei ole eriti laialt tuntud spetsialistide seas.
- *Tuleviku tehnoloogiad* (nanofiltratsioon) – reeglina paljulubavad uuringustaadiumis olevad tehnoloogiad.

Pöördosmoosil baseeruv tehnoloogia kuulub käesoleval ajal tavaliste tehnoloogiate hulka, kusjuures tema suhtelist maksumust võib nimetada keskmiseks. Tavaline on ka aktiveeritud alumiiniumile absorbeerimisel põhinev tehnoloogia, kuid tema maksumus kuulub kõrgesse kategooriasse. Pöördosmoosi kasutamise tingimuseks on vee eeltöötlemine vähendamaks vee karedust ning raua-, mangaani- ja klooriioonide sisaldust. Eksploatatsiooni kulud on suhteliselt kõrged ja süsteemi kasutamiseks on nõutav kõrgelt kvalifitseeritud personal. Samas on süsteemi monitooringu nõuded keskmise keerukusega. Pöördosmoos on efektiivne eemaldamisprotsess anorgaaniliste ionide ja soolade (kuni 85–99%), mõnede orgaaniliste ühendite jaoks ja teatud modifikatsioonides ka mikrobioloogilise saastumise osas. Keskmise membraanimooduli tööiga on 3–5 aastat, pärast seda vajab ta väljavahetamist, mis moodustab arvestatava osa suurtest eksploatatsioonikuludest. Süsteemi seire on praktiliselt täiesti automatiseeritud, seega sõltub protsessi käigus vähe operaatorist, samas on vaja väga kõrget kvalifikatsiooni selleks, et valida õiget eel- või järeltöötlemine. Süsteem sobib nii suure veetarbijate arvu kui ka suhteliselt väikese veekasutajate arvu korral.

Elektridialüüsi korral ei kasutata membraane. Selle tehnoloogia korral ei eemaldata mikrobioloogilist reostust, orgaanilisi ühendeid ja kolloidmaterjale. Nende eemaldamiseks on vajalik kas eel- või järeltöötlemine.

Absorptsioon aktiveeritud alumiiniumile on efektiivne fluori osas, kui alumiinium on töödeldud tugeva happiga (maksimaalne absorptsioon toimub pH 5,5 korral).

3.6. Kirjanduse andmete kokkuvõte

Töös esitatud kirjanduse ülevaade näitab joogivees leiduva fluori suurt osatähtsust elanikkonna hammaste seisundis.

- Vee fluorisisaldus oleneb peamiselt paikkonna geoloogilisest ehitusest ning võib varieeruda suurtes piirides.
- Optimaalseks peetakse joogivee fluorisisaldust 0,7 - 1,2 mg/l.
- Massiline hambafluuroos hakkab tekkima mõõdukas kliimas joogivee fluorisisalduse 1,5 - 2,0 mg/l korral.
- Skeletiluude fluuroosi (luude struktuuri muutused, mis on seotud luu hõrenemisega) on täheldatud alates joogivee fluorisisaldustel 3-6 mg/l.
- Endeemilist fluuroosi laste hammastes põhjustab küll joogivee kõrge fluorisisaldus, kuid osatähtsust omavad ka teised tegurid .
- Massiline invaliidistav skeletifluuroos esineb piirkonnas, kus joogivee fluorisisaldus on üle 10 mg/l.
- Pöördosmoosil baseeruvad fluoriidide ärastamise seadmed võivad olla valikuvariandiks joogivee kõrge fluoriidide sisalduse probleemi lahendamiseks Eestis.

4. TÖÖ EESMÄRK

Käesoleva töö üksikasjalisem eesmärk on uurida fluoriididesisaldust Pärnu alamvesikonna elanike joogivees, hinnata sellest tulenevat terviseriski ja anda soovitusi joogivee defluorimiseks. Toodud eesmärgi saavutamiseks on vajalik:

1. Koguda ja üldistada olemasolevaid andmeid Pärnu alamvesikonna elanike veevarustuse ja joogivee kvaliteedi kohta.
2. Selgitada fluoriidide leviku seaduspärasusi, mis võimaldaks prognoosida fluoriidide kõrgeks saanud sisaldust joogivees probleemi lahendamisel Pärnu alamvesikonnas ja kogu Eestis.
3. Hinnata mitmesuguste veeallikate fluoroosi tekitavat toimet.
4. Hinnata erinevaid vee töötlemise viise ja anda soovitusi joogivee defluorimiseks Pärnu alamvesikonnas.
5. Teostada terviseriski analüüs fluoriidide piirväärtuse pikaajalise ületamise korral joogivees ja töötada välja soovitusel järelevalve ametnikele, veekäitlejatele ja elanikkonnale riski vähendamiseks.

Töö tulemuseks oodatakse:

- terviseriskide analüüsi seoses fluoriidide sisaldusega Pärnu alamvesikonna joogivees ja riski vähendamise meetmete majanduslikku prognoosi,
- konkreetsete järelduste ja ettepanekute tegemist järelevalve korraldamiseks ning omavalitsuste tegutsemiseks.

Püstitatud eesmärgi lahendamine tingib mitmete joogivee andmebaaside uurimist ja täiendavate laboratoorsete uuringute läbiviimist.

5. MATERJAL JA METOODIKA

5.1. Uurimisobjekt

Uurimisobjektiks on Pärnu alamvesikonna elanike veevarustustingimused ja joogivee kvaliteet.

Arvestatud on Pärnu alamvesikonna piiresse jäävaid kohalikke omavalitsusi ja nende territooriumil elavaid inimesi (vt Lisa 6 "Pärnu alamvesikonna kaart").

Pärnu jõgi on Pärnu alamvesikonna baasjõgi. Tema alamvesikond hõlmab territoriaalselt enamuse Pärnu maakonna pindalast, välja arvatud Kaisma, Varbla, Tali ja Kihnu vald. Siia kuulub osa valdu ka Järva, Rapla ja Viljandi maakonnast. Pärnu maakond on suurim maakondadest ja moodustab 11% kogu Eesti territooriumist (45 200 km²).

Pärnu alamvesikonna piires asuvate omavalitsuste nimekiri ja puurkaevude arv on toodud lisas 7.

5.2. Materjal ja meetodid

Töös on kasutatud Tervisekaitseinspektsiooni allasutuste andmebaase, L. Kuiki väitekirja, omavalitsuste andmeid, Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskuse ning OÜ Eesti Geoloogiakeskuse andmebaase. Andmed puurkaevude geoloogilise läbilõike kohta võeti puurkaevude passidest või OÜ Eesti Geoloogiakeskuse andmebaasist. Vastava dokumentatsiooni puudumisel kasutati erandina suusõnalisi andmeid.

Tervisekaitseinspektsioonis koostatud veevõrkude andmebaasi alusel tehti Pärnu alamvesikonna veevõrkude nimekiri, mis koosneb üldandmetest (aadress, veevaldaja, tarbijate arv jne.) ja iga veevärgi joogivee kvaliteedi analüüsi tulemustest.

Fluoriidide analüüsid teostati kolmes Tervisekaitseinspektsiooni laboratooriumis (Tartu, Tallinn, Pärnu), nendest ainult Tartu labori määramismeetod on akrediteeritud. Seoses sellega tehti kolme labori katsevõrdlus (vt lisa 8), mis näitas, et nende laborite analüüsid on usaldusväärsed ja omavahel võrreldavad. Samuti kasutati veevaldaja poolt tellitud fluoriidide uuringute tulemusi, mis tehti teistes laborites ja esitati tervisekaitsetalituste inspektoritele.

Metoodikaks valiti kirjeldav meetod.

6. TULEMUSED JA ARUTELU

Eesti ühinemisel Euroopa Liidu Vee Raamdirektiiviga 2000/60/EÜ tuleb kõigi veekaitse- ja veemajandust korraldavate arengukavade planeerimisel ja realiseerimisel Eestis lähtuda veekogude valgala printsiibist.

Vabariigi Valitsuse 3. aprilli 2001. a määruse nr 124 (RT I 2001, 36, 206) "Vesikondade ja alamvesikondade nimetamine" kohaselt moodustab Eesti territoorium tervikuna ühe vesikonna ja jaotub üheksaks alamvesikonnaks. Pärnu alamvesikond on üks nendest.

Pärnu alamvesikonna veemajanduskava on koostamisel ja käib ettevalmistus selle elluviimiseks. Kava ühe lõpptulemusena peab igast ühisveevärgist saadav joogivesi selles piirkonnas vastama sotsiaalministri 31. juuli 2001. a määruse nr 82 nõuetele.

6.1. Pärnu alamvesikonna ühisveevärgide joogivee fluoriidide sisalduse olukord ja kasutamisega seotud terviseriskid

Viimasel ajal ei ole tehtud süstemaatilisi uuringuid fluoriidide sisalduse kohta Eesti madalamate kaevude joogivees (raha puudumise tõttu), mida kasutavad ühisveevärgita elanikud. Üksikud uuringud, mis tellitakse Tervisekaitseinspektsiooni laboritelt seoses kaebustega või mida kaevude omanikud ise tellivad, tõestavad, et fluoriidide kontsentratsioon on madal pinnakatte põhjavees. Need põhjaveed on toimetud hambakaarise profülaktikas.

Tervisekaitseinspektsioonis koostati (2002. a) ühisveevärgide, mis teenindavad rohkem kui 50 tarbijat, andmebaas, mis koosneb erinevatest moodulitest. Andmebaas "Joogivee varustussüsteemide andmestik" sisaldab andmeid veekäitleja, veevärgi asukoha, veevärgi üldisloomustuse ja joogiveeallika vee kvaliteedi kohta.

Tervisekaitseinspektsiooni andmebaasi põhiväljade loetelu:

- 1) Veevärgi asukoht
 - maakond
 - asula
 - käitleja
- 2) Vee müümisloa väljaandmise kuupäev
- 3) Veevärgi üldisloomustus
 - keskmine tarbimine ööpäevas (m³)

- tarbijate (inimeste) arv
- vett tarbivad peamised toiduettevõtted ja sotsiaalasutused
- kava kooskõlastatud (1)
- veevärgi vee kontrolli kava kooskõlastamise kuupäev
- püsivate proovivõtukohtade arv

4) Joogiveeallika vee kvaliteet

- kaevu(de) katastrinumber (numbrid)
- veekihi tähis
- mikrobioloogiliste näitajate vastavus nõuetele
- avastatud üle normi
- indikaatorite vastavus nõuetele
- avastatud üle normi
- keemiliste näitajate vastavus nõuetele
- avastatud üle normi

5) Joogivee kvaliteedi parandamine

- vee kvaliteedi edaspidiseks parandamiseks planeeritud abinõude lühikirjeldus
- abinõude plaani (dokumendi) olemasolu
- rakendatavate abinõude maksumus (kr)
- plaani rakendamise finantseerija
- plaani täitmise tähtaeg (kuu, aasta)
- märkused mujal kajastamata oluliste asjaolude kohta

6) Käitleja teavitas tarbijad, kui vesi ei vastanud nõuetele

7) Avastatud üle normi

- raud ($\mu\text{g/l}$)
- ...
- jne

Toodud andmete alusel koostati Pärnu alamvesikonna piires asuvate asulate ühisveevärgide ülevaade. Järgnevalt analüüsiti elanikkonna joogiveega varustatud ühisveevärgi veega ja selle vee kvaliteeti fluoriidide sisalduse osas olemasolevate andmete alusel. Kokkuvõttev tabel on toodud lisa 9. Ei saa välistada, et veevärgide arv võib olla tegelikult mõnevõrra suurem, kui silmas pidada vett andvat veekompleksi ja sealt toituvate tarbepuurkaevude arvu (Lisa 7).

Ühisveevärkide joogiveega varustamise olukord Järvamaal

Järvamaa ühisveevarustuses kasutusel olevad põhjaveekihid kuuluvad Siluri-ordoviitsiumi veekompleksi, mille varud on rikkalikud ning kvaliteet enamasti rahuldav. Kohati on probleemiks kõrge rauasisaldus, millest tuleneb vee pruun värvus ja hägusus. Fluoriidide kõrge sisaldus oli Paide linna Ordoviitsiumi põhjaveehorisondi joogivees L. Kuigi andmetel alates vähemalt 1952.a. Praeguseks on kasutusele võetud teine põhjaveehorisont. Järvamaa ühisveevarustuse puuduseks saab nimetada elanikkonna vähest hõlmatust joogiveega varustamisel ühisveevärkidest (Taikse küla, Oisu alevik, Koigi vald, Järva-Jaani vald, Kabala vald). Selleks, et teha otsus, kas fluoriidid on probleemiks nendes asulates, mis ei ole hõlmatud keskkonnaprogrammides, on vaja läbi viia lisauuringuid puurkaevudest, mis saavad vett Ordoviitsiumi veekompleksist. Nendes puurkaevudes, mis kasutavad Siluri veekompleksi, fluoriidide sisaldus vees normi ei ületa.

Viimase aja suurimaks saavutuseks joogiveeprobleemide lahendamisel Järvamaal on Paide linna uue veehaarde ning veetöötluskompleksi rajamine. Nagu tabelist (Lisa 9) on näha, valiti linna veeallikaks Siluri veehorisont, kus fluoriidid ei ületa normi.

Järvamaa keskus Paide osales 12 Eesti linna keskkonnaprogrammis (SMEP), mille käigus rajati ka eelnimetatud Paide uus veehaare ning hiljem veetöötluskompleks.

Ühisveevärkide joogiveega varustamise olukord Raplamaal

Pärnu alamvesikonnale kuuluvad selle maakonna Kehtna valla kaguosa ja Kärü vald. Piirkonnas on kaks asulat, kus on ühisveevarustussüsteemid Kehtna vallas Lelle alevikus ja Kärü vallas Kärü alevikus. Elanikud on hõlmatud ühisveevärgiga ebapiisavalt (kuni 50%).

Ühisveevarustuses on mõlemas asulas kasutusel Siluri veekompleksi põhjavesi. Fluoriidide sisaldus selle veekompleksi vees ei ületa lubatud normi.

Põhjavee kaitstus tehnogeense reostuse eest on Raplamaal mõnevõrra parem Järvamaast, samas on probleemiks madalamate puurkaevude vees norme ületavad organoleptilised näitajad: lõhn, värvus, hägusus ning rauasisaldus.

Ühisveevärkide joogiveega varustamise olukord Pärnumaal

Ühisveevarustuses kasutatavad põhjaveekihiid on maakonna lõunaosas Ülem-keskdevoni veekompleksi Keskdevon-siluri (ehk Pärnu siluri) kompleks ning kesk- ja põhjaosas Siluri veekompleksi Alamsiluri veehorisont. Veevarustusega ühisveevärkidest on hõlmatud põhiosa elanikest. Üheks selle põhjuseks on madalamate kaevude saastatus (Pärnu-Jaagupi) või vee ebapiisav hulk (Oidremaa, Konga ja Lõpe).

Pärnu linna ühisveevarustuses oli probleemiks ülenormatiivne fluoriidide sisaldus, kõrge mineralisatsioon ja kloriidiooni kõrge sisaldus joogivees. Probleemile leiti lahendus Reiu ja Vaskrääma madalamasse (Ülem-keskdevoni) põhjaveekihti rajatud puurkaevudega veehaarde kasutuselevõtuga. 1998. aastal lasti käiku ka Pärnu Reiu veetöötusjaam.

Pärnu maakonnas on veevärke, mille vees on avastatud lubatust kõrgemat fluoriidide sisaldust (tabel 7).

Väheste eranditega (Lisa 9) võib välja tuua üldise tendentsi maakonnas – ülenormatiivse fluoriidide sisaldusega on Alamsiluri veehorisondi sügavam osa, mis paikneb enamasti maapinnast vahemikus 100 (110) – 220 (240) m sügavusel. Seevastu ei ole fluoriidid probleemiks madalama, n.ö Alamsiluri ülemise osa põhjavees - alla 80 m sügavuste puurkaevude vees on fluoriidide sisaldus normikohane.

Tabel 7. Pärnumaa veevõrkide esialgne loetelu, kus on avastatud ülenormatiivset (>1,5 mg/l) fluoriidide sisaldust joogivees

Vald (v), küla (k)	Elanike arv	Ühisveevärgiga liitunud elanike arv	Osakaal kogu elanike arvust (%)	Veekompleks S-Silur O-Ordo viitsium D-Devon	Fluori sisaldus(mg/l) Tervisekaitseinspektsiooni andmete järgi (2001-2002), proovivõtu koht	Risk haigestuda	
						hambafluuroosi	luustiku fluuroosi
Are v Suigu	1482	800 320	54	8 S1	4,8 -Suigu 8	+	+
Halinga vald Vahenurme	3721	250		S	4,0 -Vahenurme 6 4,0 -Lasteaia köögist	+	+
Pärnu-Jaagupi	1480	1480	100	2S	3,4; 3,75 -võrk	+	+
Libatse	540	540	100	S	3,8	+	+
Koonga vald Koonga Lõpe Oidrema	1495 408 274 120	408 274 120	100 100 100	8	3,5; 3,8 - trassist 4,0-Koonga 7 3,6-Lõpe	+	+
Lavassaare vald	591	550	93	S1	3,5 -Lasteaed	+	+
Paikuse vald Paikuse alevik	2064	1475 120	71	S1	4,08	+	+
Tori vald	2736			S1	4,5 -elamud	+	+
Selja k				S1	2,75-Selja 4	+	
Tõstamaa vald	769	500	65	S1	1,74 -vana prk 2,8 -uus prk 2,85 -Ringi 19 1,25 - Ehitajate 8	+	
Audru vald Audru keskus Karusloomafarm Vikero elamukvartal Audru KK Audru LA Jõõpre KK Oara elamu Ridalepa elamu	1350	1150 700 350 100 500 90 170 35 48	85	S S O-C S S S S	3,0- trassist 2,9 - Kuuse 6 2,95 -Kareda tee 3,4 - Kase 3 6,55 - Lihula mnt 25 5,0 >5,0 4,0 4,0 2,8	+	+

Tabelis 8 on toodud piirkondade nimekiri, kus võib esineda hamba- ja luustiku fluoroosi oht .

Tabel 8. Joogivee kõrge fluoriidide sisaldusest ohustatud piirkonnad

	Ühisveevärgiga liitunud elanike arv	Fluoriidide sisaldus joogivees (mg/l)
Are vald (Suigu)	800	4,8
Halinga vald (Vahenurme	250	4,0
Pärnu-Jaagupi	1480	3,4-3,75
Libatse)	540	3,8
Konga vald (Koonga	408	3,5-3,8
Lõpe	274	3,6
Oidrema	120	4,0
Tammuru elamu)	35	3,3
Lavassaare vald	550	3,5
Paikuse vald (Paikuse keskus)	120	4-4,5
Tori vald (Piistaoja	90	4,5
Selja)	300	2,75-3
Tõstamaa vald (keskus)	500	2,8
Audru vald (keskus	700	2,8-3
Karusloomafarm	350	3
Vikero elamukvartal	100	3,4
Audru Keskkool	500	5,0
Audru Lasteaed	90	5,0
Jõõpre Keskkool	170	4,0
Oara elamu	35	4,0
Ridalepa elamu)	48	2,8
Kokku	7460	Keskmiselt 3,8

Kokkuvõttes on Pärnumaa ühisveevarustussüsteemides eelnevate andmete alusel järgmised probleemid:

- ühisveevärgivee kvaliteedinõuetele mittevastavus fluoriidide (mõnedes ka kloriidioonide ja raua) sisalduse osas, mis on omane veekompleksidele, kust selle piirkonna puurkaevud vee saavad,
- seoses kõrge fluoriidide sisaldusega joogivees on tabelis 10 loetletud piirkondade elanikel oht haigestuda hambafluoroosi (lastel) ja luustiku fluoroosi.

Ühisveevärgide joogiveega varustamise olukord Viljandimaal

Ühisveevarustuses kasutatavad põhjaveekihid on Ülem-keskdevoni veekompleksi Keskdevoni horisont (Aruküla, kohati Narva lade) ning Keskdevon-siluri (ehk Pärnu

siluri) horisont. Kasutatakse ka Alamsiluri veehorisondi vett, Viljandimaal on Pärnu siluri ja Alamsiluri horisondid enamasti omavahel hüdrauliliselt seotud. Ühisjoogiveearustusega on hõlmatud 60% elanikest.

Viljandi maakonnas on veevärke, mille vees on avastatud lubatud kõrgemat fluoriidide sisaldust (tabel 9).

Tabel 9. Viljandimaa veevärkide esialgne loetelu, kus on avastatud ülenormatiivset (>1,5 mg/l) fluoriidide sisaldust joogivees

Vald (v), küla (k)	Elanike arv	Ühisveevärgiga liitunud elanike arv	Osakaal kogu elanike arvust (%)	Veekompleks S-Silur O-Ordo- viitsium D- Devon	Fluori sisaldus (mg/l) Tervisekaitseinspektsiooni andmete järgi (2001-2002), proovivõtu koht	Risk haigestuda	
						hamba fluuroosi	luustiku fluuroosi
1	2	3	4	5	6	7	8
Halliste v	417	200	48		1,7(prk)	±	
Halliste LA/PK		150		D	1,4- Halliste Põhikool		
Õisu	344	200	58	D2-S1	1,65- trassist 1,7- Õisu 4-2 1,7 - Toiduainet etööstuse kool	+ +	
Olustvere v Asula		600		S	2,0-2,2 Tääksi Põhikool	+	
Ramsi k	780	780	100	D2	1,6- Ramsi 17	+	
1	2	3	4	5	6	7	8
Suure-Jaani	1424	450	32	D	1,2-2,4 Suure- Jaani Haigla	+	
Võhma linn	1841	1200	65	S-O	1,5 -Sepa 1 1,8 - Võhma Gümnaasium	+	

Abja-Paluoja linn	1667	985	59	S-D	2,13-prk	+	
AS Abja Elamu OÜ Leiv Teenus		755		S	2,4-2,6 AS Abja elamu	+	
		230		D	2,5 - Pärnu 4	+	
					2,6 -Järva tee 1	+	
Viljandi linn	20800	20170	97	7 S1 D2S1	0,7-1,8 prk 0,98 - Riia 81 1,52 - Mureli 1,3 - Wesmo kohvik 0,9 - Lääne 2 1,4- Tartu,1 0,9 - C.R.Jakob soni söökla 1,5 - Uueveski tee 16a	±	

Viljandi linna ühisveevärki haldavale AS Viljandi Veevärgile kuulub 23 puurkaevu, ülejäänud ettevõtjad ekspuaterivad igaüks ühte puurkaevu. Käesoleval ajal varustab 8 puurkaevu ühisveevärki Siluri veekompleksi ja Pärnu siluri veehorisondi veega. Viljandi linnas kasutab ühisveevärgist joogivett 97% elanikest ja see vesi vastab nõuetele fluoriidide sisalduse suhtes.

Tabelis 10 on toodud piirkondade nimekiri, kus lastel võib esineda hambafluoroosi oht.

Tabel 10. Võimalikud joogivee fluoriidide sisaldusest ohustatud piirkonnad

	Ühisveevärgiga liitunud elanike arv	Fluoriidide sisaldus joogivees (mg/l)
Halliste vald (Õisu)	200	1,65-1,7
Olustvere vald (Tääksi Põhikool)	100	2,2
Pärsti vald (Ramsi küla)	780	1,6
Kõpu vald (Suure-Jaani Haigla)		1,2-2,4
Võhma linn (Võhma Gümnaasium)	1200	1,8
Abja-Paluoja Linn		1,8

(AS Abja Elamu)	755	2,4-2,6
Kokku	3035	Keskmiselt 1,9

Viljandimaa ühisveevarustussüsteemides ei ole fluoriidide sisaldus nii kõrge kui naabritel Pärnumaal, aga ülalpool nimetatud asulates on samuti vajalik abimeetmete rakendamine. On tõestatud, et sellise fluoriidide sisaldusega joogivesi on lastele ohtlik fluuroosi arenemise suhtes.

Lisa 9 tabelilt nähtub, et Pärnu alamvesikonnas ammutatakse fluoriidide normi ületavat põhjavett Kesk-alamdevoni-siluri, Ordoviitsiumi ja Siluri põhjavee veekompleksidest. Need andmed ühilduvad L. Kuigi andmetega (vt Lisa 1).

Töö tulemusena selgitati, et Pärnu alamvesikonnas on kõige rohkem ohustatud kahe maakonna (Pärnu ja Viljandi) elanikud ja nendes piirkondades on vaja vähendada fluoriidide sisaldust ühisveevärgi joogivees.

Fluoriidide sisaldus põhjavees on stabiilne. Veeproov puurkaevust näitab antud puurkaevu vee fluorisisaldust proovi võtmise momendil. Sisaldus võib kõikuda selle arvel, missugune osa puurkaevu läbilõikest töötab ja missuguses osas on fluoriide rohkem (näiteks: ühesugustes tingimustes õhtul ja hommikul võetud veeproovid, kui kaev on seisnud kogu öö, võivad sisaldada erinevaid fluoriidide koguseid). Sellepärast selle mikroelemendi leviku määramiseks põhjavees on vajalikud korduvad teatud sagedusega analüüsid puurkaevude võrgust. Andmed mikroelementide leviku kohta on seda usaldusväärsemad, mida sagedamini on võetud veeproove ühest kaevust. Varasemate andmete kasutamisel tuleb arvestada, et kuni 01.06.2002. kehtis Eestis fluoriidide piirnorm 1,5 mg/l (EVS 663:1995 "Joogivesi..."), kuid oli märkus, et tervisekaitsetalitusel on õigus lubada kasutada joogiveeks vett, mille fluorisisaldus on kuni 4,0 mg/l, täiendavate ohutusnõuete rakendamise korral.

Veeallikate vee tervistohustavaid komponente (enamuses on nendeks mikroelemendid) määratakse tavaliselt enne veevarude kinnitamist ja uute veeallikate kasutusele võtmist. Meie andmete järgi enamuses viimasel ajal kasutusele võetud puurkaevudest ei olnud fluoriidide sisalduse suhtes kontrollitud.

Praegu kehtivas keskkonnaministri 30. jaanuari 1997. a määruses nr 8 "Põhjavee uurimise, kasutamise ja kaitse korra ning puurkaevude projekteerimise, puurimise, konserveerimise ja likvideerimise korra kehtestamine" Lisas 2 on öeldud, et puurkaevu

pass peab sisaldama veeanalüüside andmeid vastavalt veestandardi nõuetele st ka fluorisisalduse kohta. Et puurimisorganisatsioonid ei võtnud veeproove toksiliste ainete sisaldusele, on pigem seotud sellega, et selle määrusega ei nõutud tervisekaitseteenistuste osalemist puurkaevude rajamise kontrollis.

Ainult viimati vastuvõetud Sotsiaalministri 2. jaanuari 2003. a määrus nr 1 JOOGIVEEALLIKANA KASUTADA KAVATSETAVA PÕHJAVEE JAOTAMINE KVALITEEDIKLASSIDEKS NÄITAJATE PIIRVÄÄRTUSTE ALUSEL, mis hakkab kehtima alates 01.07.2003, võimaldab peatada kõrge fluoriidide sisaldusega veeallikate kasutusele võtmist. Samuti on muutmisel ülnimetatud keskkonnaministri määrus.

Selleks, et kontrollida ainult fluoriidide sisaldust Pärnu alamvesikonna puurkaevude vees, kus andmed passidest puuduvad, on vaja eraldada uurimiseks 104 000 krooni.

Magistritöö tulemusena tuli välja asjaolu, et informatsioon fluoriidide sisalduse kohta joogivees on isegi ametnikel, kes sellega iga päev tegelevad (tervisekaitsetalitused, keskkonnainspeksioon, omavalitsus) puudulik, rääkimata elanikest. Seoses sellega on Tervisekaitseinspeksiooni koduleheküljel (<http://www.tervisekaitse.ee>) välja pandud informatsioon joogiveega varustamise olukorrast Eestis. On koostatud meespea joogivee tarbijale (Lisa 10), et informeerida inimesi fluoriidide sisaldusest joogivees ja aidata neid selle informatsiooni hindamisel.

Me ei näe vajadust arutada, kas fluuroos oma algstaadiumis on vaid kosmeetiline probleem (selle alusel Ameerika Ühendriikides on kehtestatud fluoriidide sisaldus joogivees 4,0 mg/l) või seda tuleks vältida, vähendades fluori sisaldust joogivees kuni 1,5 mg/l (Maailma Tervishoiuorganisatsiooni arvamus ja EL joogiveedirektiivi nõue).

Fluoririkas joogivesi võib põhjustada palju tõsisemaid tervisehäired. Skeletiluude fluuroosi (luude struktuuri muutused, mis viivad luu hõrenemisele) on täheldatud joogivee fluorisisalduse korral 3–6 mg/l. Massiline invaliidistav skeletifluuroos sedastati piirkonnas, kus joogivee fluorisisaldus oli üle 10 mg/l.

Võib järeldada, et Pärnumaa eelpool nimetatud ohustatud piirkondade elanikud on tarbinud aastaid kõrge fluorisisaldusega joogivett (3–6 mg/l) ja lastel võiks esineda massiliselt hambafluuroosi ning võiks avastada ka skeletiluude fluuroosinähte.

Põhjavee fluorisisalduse mõju hindamisel elanike hammaste seisundile ei saa lähtuda üksnes fluoriidide levikust, vaid sellestki, kui laialdaselt kasutatakse ühe või teise fluoriidide kontsentratsiooniga põhjavett joogiveena (Kuik, 1964). Teisiti, oluline on keskkonnast saadav fluoriidide ööpäevane kogus ja toimiv doos.

1970. a oma väitekirjas tegi V. Kiik juba järelduse, et on olemas ka teised tegurid, mis mõjutavad fluoroosi arenemist.

Meie arvates mõjub Eesti oludes see, et hajaasustusega piirkondade ja äärelinnade elanikud, kuhu ei ulatu ühisveevärk, saavad oma joogivee enamasti kvaternaari veekompleksist puurkaevude ja salvkaevudega, ja see vesi ei sisalda praktiliselt fluoriide. Teiseks tuleb arvestada, et tihtipeale tarbivad lapsed lasteasutustes ühe veeallika vett, aga kodus muud vett. Eesti maakohtades ei ole tee joomine laste seas väga levinud, populaarsed on kohalikud piimatooted. Toiduainetest kasutatakse Eestis rõhuvas enamuses kodumaist toodangut, mis teoreetiliselt (sest uuringud puuduvad) ei peaks sisaldama palju fluoriide. Tuleks silmas pidada, et V. Kiige uuringu teostamise ajal olid müügil peamiselt fluoriididevabad hambapastad ja peaaegu puudusid fluoriide sisaldavad hambahooldusvahendid. Ka hea kvaliteediga tee puudus müügil.

Fluoriidide sisaldus on enamiku veeproovidest siiski üsna väike, mistõttu on vaja rakendada kaariese suhtes profülaktilisi meetmeid lastel. Joogivees leiduvate fluoriidide toime hammastele on vaieldamatult kindlaks tehtud. Hambakariese levik oleneb fluorisisaldusest vees. Samal ajal suuremate fluorikoguste puhul tekitab joogivesi ise hambakahjustusi fluoroosi kujul. Seega nagu teiste mikroelementide puhul, on ka fluori puhul optimaalne ööpäevane kogus suhteliselt kitsastes piirides, millest kõrvalekaldumine põhjustab tervisekahjustusi.

Kokkuvõttes võiks öelda, et

- joogivee fluoriidide sisalduse probleemid on põhjustanud loodusliku põhjavee kvaliteet,
- olemasolevate andmete põhjal vajab joogivees sisalduvate fluoriidide probleem lahendamist ainult kahes maakonnas, mis asuvad Pärnu alamvesikonna piires, s.o Pärnu- ja Viljandimaal,
- ühisveevärgi joogivett, mis kõrge fluoriidide sisalduse tõttu võib põhjustada luustiku fluoroosi arenemist, tarbib Pärnu alamvesikonna piires olemasolevate andmete järgi 7,5 tuhat veetarbijat ja 10,5 tuhat tarbib vett, mis soodustab hambafluoroosi arenemist lastel.

Eesti joogivees varieerub fluorisisaldus võrdlemisi suures ulatuses, mistõttu tegemist on erinevatoimelise veega: hambakaarise profülaktikaks toimivast või optimaalse toimega veest kuni raskekujulist fluoroosi esile kutsuva veeni.

6.2. Pärnu alamvesikonna fluoriidide probleemi lahendamise võimalused

Enamasti kasutatakse fluoriidide sisalduse optimeerimiseks erinevate põhjaveekihtide vee segamist. Antud moodus on aga mõeldav suuremates asulates ja erinevate põhjaveekihtide valiku olemasolul. Järgmine võimalus on uute madalamate puurkaevude rajamine (näiteks Pärnus ja Paides), samuti väiksemate veevõrkude ühendamine kvaliteetse veega ühisveevõrkidega (näiteks see variant on valitud Audru aleviku vee kvaliteedi parandamiseks). Mõnevõrra vähem on kaalutud fluoriidide ärastamist vee töötlemisega (näiteks pöördosmoosi põhimõttel töötavate seadmete kasutamine). Selle maksumust peetakse kalliks. Võib nõustuda selle väitega, kui see puudutab suurt asulat, aga pärast keskkonnaprogrammide käivitamist ainult Pärnu alamvesikonnas jääb mitu eraldi paiknevat veevärki, kus ühisveevõrgu laiendamine ei ole tehniliselt ja majanduslikult reaalne (näiteks Audru Keskkool). Pärnumaal on piirkondi, kus ülemises veekompleksis puudub piisav kogus vett (näiteks Konga vallas) või ülemise veekompleksi vesi (kuni 33 m) on saastatud (näiteks Pärnu-Jaagupis).

Veetöötlemise tehnoloogia valik oleneb kohalikest tingimustest (tarbijate arv, vähese fluoriidide sisaldusega veekompleksi olemasolu jne) ja nõuab suuri investeeringuid. Üheks võimaluseks fluoriidide joogiveest ärastamiseks võivad olla pöördosmoosi seadmed.

Arvestades kättesaadavaid andmeid tegime töötlemise maksumuse ligikaudse arvestuse (vt Lisa 11) saavutamaks fluoriidide sisalduse vähenemist kuni 1,2 mg/l (maksumus ei sisalda kulutusi vajalikele reservuaaridele ja pumpadele, mille kohta hetkel andmed puudusid). Samuti ei arvestatud võimalikke lisakulusid vee pehmendamiseks ja rauaärastusseadmete paigaldamiseks.

Pöördosmoosi järgselt saadakse destilleeritud vesi, selle segamisel töötlemata veega saadakse vesi, mille fluoriidide ja teiste mikroelementide (näiteks boori) kontsentratsioon on eeldataval normatiivsel tasemel.

Seoses sellega, et praegu koostatakse Pärnu alamvesikonna veemajanduskava, oli võimalus võrrelda kavandatavate abimeetmete maksumust uue veehaarde rajamiseks

(koos rauaärastamisseadmete paigaldamisega) ning kulutusi joogivee pöördosmoosi seadme kasutusele võtmiseks samades asulates.

Tabelis 11 on toodud fluoriidide sisalduse vähendamiseks kavandatavate tööde maksumuste võrdlus.

Tabel 11. Kavandatavate tööde mahud ja ligikaudsed maksumused

Tööde mahud	Maksumus, mln krooni (maksumused uue veehaarde rajamiseks ja rauaärastamisseadmete paigaldamiseks)	Pöördosmoosi seadme hind (mln kr) ilma lisaseadmeta
1	2	3
Pärnumaa		
uue veehaarde rajamine Suigusse, veetöötlusseadmete paigaldamine	1,2	0,44
uue puurkaevu puurimine Pärnu-Jaagupis, veetöötlusseadmete paigaldamine II-astme pumplakompleksi	1,5	0,6
uue veehaarde rajamine Libatsesse, veetöötlusseadmete paigaldamine	1	0,44
uute puurkaevude rajamine Koonga valda Koonga ja Lõpe küladesse, pumpla- ja veetöötluskomplekside rajamine, 2 tk	2,5	0,88
uue puurkaevu puurimine Lavassaarde, veetöötlusseadmete paigaldamine	1,5	0,55
uue puurkaevu rajamine Tori keskusesse, pumplakompleksi väljaehitamine, veetöötlusseadmete paigaldamine	1,5	0,44
1	2	3
kahest puurkaevust koosneva uue veehaarde rajamine Tõstamaa alevikku, veetöötlusseadmete paigaldamine	2,5	0,55
Jõõpre uue puurkaevupumpla rajamine, veetöötlusseadmete paigaldamine	1,2	0,44
Kokku Pärnu maakond	12,9	4,34
VILJANDI MAAKOND		
Uue veehaarde rajamine Abja-Paluoja, 2 puurkaevu, pumplakompleksi ja veetöötlusseadmete rajamine	2,5	0,16
Kokku Viljandi maakond	2,5	0,16
KOKKU PÄRNU ALAMVESIKOND	15,4	4,5

Tabelist on näha, et vee töötlemine pöördosmoosi seadme abil konkreetsetes olukorras ei tule kallim kui uute veehaarete rajamine. Samas nende seadmete abil võiks lahendada rohkem probleeme (näiteks kloriidide ja boori vähendamine joogivees).

Vajalike täiendavate uuringute tegemiseks, otstarbekaima lahenduse valimiseks ja põhjendamiseks igas konkreetsetes olukorras, meetmete projekteerimiseks ning rahastamiseks on vaja vähemalt 3-5 aastat.

Nagu varem oli mainitud, näeb Raamdirektiiv ette, et veemajanduskavad peavad olema valmis hiljemalt 2009. aastaks ning direktiivi põhieesmärk tagada vee hea seisund peaks olema saavutatud aastaks 2015.

Prioriteetide määramisel arvestas Eesti Valitsus järgmisi asjaolusid:

- kõigepealt tegeletakse sellise joogiveega, mis on inimese tervisele ohtlik; selliseks on ülenormatiivse fluoriidisisaldusega joogivesi;
- investeringute teostamine suuremates asulates eelisjärjekorras tagab suuremale arvule inimestele kvaliteetse joogivee;
- tervisele ohtlikud probleemid lahendatakse kõigepealt suuremates asulates/linnades ning seejärel väiksemates;
- veevarustussüsteemide parandamine peab toimuma paralleelselt vee kvaliteedi parandamisega, et saavutada püstitatud eesmärk.

Selle kava alusel lahendatakse lähemal ajal joogiveevarustuse probleeme suurtes linnades ja asulates. Kõigepealt (kuni aastani 2007) lahendab Eesti neid veevõrkude probleeme, kus tarbib joogivett rohkem kui 2000 elanikku. Viljandi, Türi ja Sindi linnad osalevad käimasolevas 17 linna veevarustus-, kanalisatsiooni ja keskkonnaprogrammis. Lisaks on Pärnu maakonnast kaasatud ühisveevõrgi ja -kanalisatsiooni rekonstrueerimise kavasse Audru ja Paikuse vallad.

8 asulat (Karksi-Nuia, Mõisaküla, Türi, Väätša, Oisu, Roosna-Alliku, Pärnu-Jaagupi ja Vändra alevid) saavad veevarustuse arendamisel ISPA tehnilist abi programmi raames.

Veevarusid on Pärnumaal piisavalt, ka põhjaveekaitstus ei ole enamasti probleemiks. Ligikaudu poolte Pärnumaa valdade ühisveevõrgi puurkaevude vees on probleemseks komponendiks fluoriidid, harvem ka kloriidide ülenormatiivne sisaldus. Viimased on aga komponendid, mille eemaldamine joogivee tootmiseks põhjaveest on keeruline ja

ühisveevärgisüsteemis enamasti võimatu, kuna tooks kaasa teenuse hinna olulise kallinemise.

Suuremal või vähemal määral leiab lahendust Audru aleviku veekvaliteedi parandamine ühisveevarustuses – eelpool nimetatud Pärnu linna, Audru valla, Sindi linna, Paikuse valla ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni rekonstrueerimise kava käigus saab kvaliteetse joogiveega varustamise võimaluse 730 inimest. Samal ajal ligikaudu 420 elanikku jäävad lähiajal tarbima olemasolevate Audru puurkaevude vett. Probleemiks on Audru Keskkooli (fluoriidide sisaldus 5,0 mg/l) ja Audru Lastepäevakodu puurkaevud (>5 mg/l), mis ei jää ISPA projekti alla.

Pikemaajalises programmis tuleks ette näha veevõrgu ühendamine terve Audru aleviku territooriumi ulatuses. Investeering selleks on aga väga suur. Sama valla territooriumil on kõrge fluoriidide sisaldus Jõõpre kooli puurkaevus (4,0 mg/l).

Kallite meetmete juurutamisel võiks arvestada asjaolu, et mitte kogu ühisveevärgi vesi ei lähe joogiks, toidu valmistamiseks ja pesemiseks.

Olmes kasutatakse ühe inimese kohta joogivett ligikaudu järgmiselt:

- Joogivesi + toidu valmistamine 10 l
- Nõude pesemine 20 l
- Pesu pesemine 25 l
- WC loputus 40 l
- Isiklik hügieen 55 l
- Muu kasutus 5 l

Väiksemate ühisveevärgide vee defluorimise asemel võib paigaldada iga pere kööki pöördosmoosi seadme, mis puhastab vett liigsetest fluoriididest joogiks ja toidu valmistamiseks.

Ühe pöördosmoosi seadme (võimsus 80–90 l ööpäevas) hind on keskmiselt 10 tuh. krooni. Selle kasutamisel joogivee omahind (v.a ühisveevärgi hind) on 0,05 kuni 0,125 kr/l (arvutatud *ECOWATER Systems* poolt). Seadmete võimsuse kasvuga joogivee omahind väheneb.

6.3. Ettepanekud ja soovitused

Keskkonnaministeeriumile

- võttes arvesse reaalseid tähtaegu fluoriidide sisalduse vähendamiseks ühisveevärkide vees, võiks pöörduda Euroopa Liidu poole palvega pikendada Eestile üleminekuaega joogivee fluoriidide normi rakendamiseks;
- selleks, et edaspidi ära hoida uute puurkaevude kasutuselevõtmist, mis ei taga kvaliteedinõuetele vastava joogivee saamist, peame otstarbekaks muuta ja täiendada keskkonnaministri 30. jaanuari 1997. a määrust nr 8 "Põhjavee uurimise, kasutamise ja kaitse korra ning puurkaevude projekteerimise, puurimise, konserveerimise ja likvideerimise korra kehtestamine" lisa 4 "Puurkaevu arvestuskaart" punkti 16 osas. Nimetatud punktis toodud vee keemiliste komponentide loetelusse oleks otstarbekas lülitada näitajad, mis kasutuselevõetava veekompleksi puhul võivad ohustada vee vastavust joogivee kvaliteedinõuetele (näiteks fluoriidide sisaldus).

Tervisekaitseinspeksioonile

- uute veallikate vastuvõtmisel ja kvaliteedinõuetele mittevastava joogivee müümislubade väljastamisel (kui toiteallikaks on ülalpoolnimetatud veekompleksid) nõuda fluoriidide sisalduse määramist. Mitte lubada tegutseda veekäitlejatel, kellel puudub konkreetne kava fluorisisalduse vähendamiseks joogivees kuni 1,5 mg/l, juhul kui avastatud fluorisisaldus veekompleksis on üle normi;
- kui puurkaevu toiteallikaks on kasutusel veekompleks, mis ei ole ohtlik fluoriidide sisalduse poolest, siis võib loobuda selle näitaja uurimisest (see põhimõte kehtib samuti madalamate kaevude kohta);
- 2003.a jooksul teostada lisauuringuid fluoriidide sisalduse määramiseks joogivees ja täiendada ühisveevärkide andmebaasi vähemalt üle 50 inimese teenindavate ühisveevärkide osas;
- 2004.a organiseerida Pärnu- ja Läänemaal fluoriidide sisalduse uuringuid kohalikes toiduainetes;

- kuna fluoririkkad põhjaveed reeglina sisaldavad ka rohkem boori, on otstarbekas läbi viia lisauuringuid boori sisalduse kohta joogivees;
- intensiivistada oma teeninduspiirkonnas selgitustööd elanikkonnale, milline olukord on fluoriidide sisalduse osas asulate ühisveevärkides ja erakaevudes. Otsida võimalusi moodustada toetusrühm, kelle abiga saaks välja töötada igale perekonnale soovitusi kaariese ja fluoroosi ennetamiseks;
- kasutada kõiki seaduslikke meetmeid, et tagada laste ja imikute varustamist kvaliteetse joogiveega perioodil, mille jooksul saavutatakse normi piiresse jääv fluoriidide sisaldus joogivees.

Omavalitsustele

- KOHALIKU OMAVALITSUSE KORRALDUSE SEADUS (RT I 1999, 82, 755) sätestab omavalitsusüksuse ülesanded ja pädevuse (§ 6). Seal on muu hulgas kirjas, et "Omavalitsusüksuse ülesandeks on korraldada antud vallas või linnas sotsiaalabi ja -teenuseid, vanurite hoolekannet, noorsootööd, elamu- ja kommunaalmajandust, veevarustust ja kanalisatsiooni...juhul kui need ülesanded ei ole seadusega antud kellegi teise täita."

Kuni fluoriidide lubatud sisalduse ületamine ühisveevärkide või lasteasutuste veevärkide joogivees ei ole kõrvaldatud peaks omavalitsus korraldama lastele kvaliteetse joogivee saamise muul viisil (näiteks paigaldama lokaalseid filtreid või tooma vett teistest veeallikatest).

Eestis puudub praegu institutsioon, kelle ülesandeks on teostada tervisekaitsealast ennetavat ja selgitustööd omavalitsuse piires. Aga fluoriidide poolt põhjustatud fluoroosi ennetamiseks on vaja tegutseda juba praegu. Meie arvates on otstarbekas omavalitsuse poolt moodustada töögrupp, kuhu kuulub kohaliku tervisekaitsetalituse esindaja, keskkonnakaitse nõunik, keskkonnateenistuse esindaja, perearstide, hambaarstide, terviseõpetajate, veekäitlejate ja kohaliku ajalehe esindajad jne. Nad võivad töötada välja konkreetseid soovitusi joogivee tarbimise, hammaste fluoroosi ja kaariese ennetamise kohta, teha omavalitsusele ettepanekuid lasteasutuste kvaliteetse joogivee varustamise osas, organiseerida joogivee kvaliteedi laboratoorseid uuringuid omavalitsuse eelarve piires.

Elanikkonnale

Kuni otsitatakse lahendusi fluoriidide vähendamiseks ühisveevärgi kaudu saab vähendada tarvitatavate fluoriidide kogust teiste abimeetmetega. Need on:

- joogivee kasutamine teistest veeallikatest (madalad kaevud, mille vesi vastab nõuetele; pudelivesi),
- toitumisviis (vähendada tee joomist ja rohkem tarbida piimatooteid),
- kasutada fluorivabu hambahooldustooteid (on vajalik eelnev hambaarsti konsultatsioon),
- paigaldada individuaalsed pöördosmoosi seadmed.

7. JÄRELDUSED

1. Fluor on Eesti põhjavees laialdaselt levinud mikroelement ja fluoriidide sisaldus joogivees kuulub Eestis lõplikult lahendamata probleemide hulka.

Uurimistulemuste üldistusel on jõutud järeldusele, et massiline hambafluuroos tekib mõõdukas kliimas juba joogivee fluorisisalduse 1,5-2,0 mg/l korral. Fluoririkas joogivesi võib anda palju tõsisemaid tervisehäireid. Skeletiluude fluuroosi (luude struktuuri muutused, mis viivad luu hõrenemisele) on täheldatud joogivee fluorisisaldusel 3-6 mg/l.

2. Fluoriidide kontsentratsioon on normist kõrgem peamistes põhjaveekihtides Pärnumaal ja osaliselt Viljandimaal. Ühisveevärgi joogivett, mis kõrge fluoriidide sisalduse tõttu võib põhjustada luustiku fluuroosi arenemist, tarbib Pärnu alamvesikonna piires olemasolevate andmete järgi 7,5 tuhat veetarbijat ja 10,5 tuhat tarbib vett, mis soodustab hambafluuroosi arenemist lastel.

3. Veetöötlemise tehnoloogia valik oleneb kohalikest tingimustest (tarbijate arv, vähese fluoriidide sisaldusega veekompleksi olemasolu jne) ja nõuab suuri investeeringuid. Üheks võimaluseks fluoriidide joogiveest ärastamiseks võivad olla pöördosmoosi seadmed.

4. Eestis puudub institutsioon, mille ülesanne oleks teostada tervisekaitsealast ennetavat ja selgitustööd (näiteks joogivees sisalduvate fluoriidide probleemi teadvustamine elanikele, võimalikud meetmed fluori ööpäevase koguse optimeerimiseks jne) omavalitsuse tasemel.

5. Kuni fluoriidide lubatud sisalduse ületamine ühisveevärgide või lasteasutuste veevärgide joogivees ei ole kõrvaldatud, on omavalitsusüksuse ülesandeks korraldada lastele kvaliteetse joogivee saamise muul viisil (näiteks paigaldada lokaalseid filtreid).

8. KIRJANDUSE LOETELU

- Abdennebi EH, Fandi R, & Lamnaouer D (1995) Human fluorosis in Morocco: analytical and clinical investigations. *Vet Hum Toxicol*, 37: 465–468.
- Anasuya A & Paranjape PK (1996) Effect of parboiling on fluoride content of rice. *Fluoride*, 29: 193–201.
- Andmebaas "Põhjavesi - Puurkaev"
http://www.egk.ee/hudrogeo/pohjaveekataster/pk_info.html, 15.01.2003.
- Aoba T (1997) The effect of fluoride on apatite structure and growth. *Crit Rev Oral Biol Med*, 8: 136–153.
- Aschengrau A, Zierler S, & Cohen A (1989) Quality of community drinking water and the occurrence of spontaneous abortion. *Arch Environ Health*, 44: 283–290.
- Aschengrau A, Zierler S, & Cohen A (1993) Quality of community drinking water and the occurrence of late adverse pregnancy outcomes. *Arch Environ Health*, 48: 105–113.
- ATSDR (1993) Toxicological profile for fluorides, hydrogen fluoride, and fluorine. Atlanta, Georgia, US Department of Health and Human Services, Agency for Toxic Substances and Disease Registry (TP-91/17).
- Augenstein W, Spoerke D, Kulig K, Hall A, Hall P, Riggs B, Saadi M, & Rumack B (1991) Fluoride ingestion in children: A review of 87 cases. *Pediatrics*, 88: 907–912.
- Barrow NJ & Ellis AS (1986) Testing a mechanistic model — III. The effects of pH on fluoride retention by a soil. *J Soil Sci*, 37 : 287–293.
- Brewer RF (1966) Fluorine. In: Chapman HD ed. *Diagnostic criteria for plants and soils*. Riverside, California, University of California, Division of Agricultural Science 180–195.
- Bruun C & Thylstrup A (1988) Dentifrice usage among Danish children. *J Dent Res*: 1114–1117.
- Cao J, Bai X, Zhao Y, Zhou D, Fang S, Jia M, & Wu J (1996) The relationship of fluorosis and brick tea drinking in Chinese Tibetans. *Environ Health Perspect*, 104: 1340–1343.
- Chan JT & Koh SH (1996) Fluoride content in caffeinated, decaffeinated and herbal teas. *Caries Res*, 30: 88–92.
- Chinoy N, Sequeira E, & Narayama M (1991) Effect of vitamin C and calcium on the reversibility of fluoride-induced alterations in spermatozoa of rabbits. *Fluoride*, 24: 29–39.
- Chinoy NJ & Sharma A (1998) Amelioration of fluoride toxicity by vitamins E and D in reproductive functions of male mice. *Fluoride*, 31: 203–216.

- Cohn P (1992) An epidemiologic report on drinking water and fluoridation. Environmental Health Service, New Jersey Department of Health, November.
- Dean H (1938) Endemic Fluorosis and its Relation to Dental Caries. Publ. Health Rep., 53: 1443.
- Dean HT (1942) The investigation of physiological effects by the epidemiological method. Fluorine and Dental Health, AAAS Publ. No. 19, F.R. Moulton, ed. Washington, D.C., American Association for the Advancement of Science: 23-31.
- Droste RL (1987) Fluoridation in Canada as of December 31, 1986. Ottawa, Ontario, Health and Welfare Canada (IWD-AR WQB-89-154).
- Drummond B, Curzon M, & Strong M (1990) Estimation of fluoride absorption from swallowed fluoride toothpastes. Caries Res, 24: 211–215.
- Dunning JM (1986) Principles of dental public health, Harvard University press, Cambridge, Massachusetts: 409-414.
- Eesti Keskkonnatervise Riiklik Tegevusplaan (NEHAP of Estonia, 1999). Eesti Vabariigi Sotsiaalministeerium, Tallinn.
- Ekstrand J & Ehrnebo M (1979) Influence of milk products on fluoride bioavailability in man. Eur J Clin Pharmacol, 16: 211–215.
- Ekstrand J (1987) Pharmacokinetic aspects of topical fluorides. J Dent Res, 66: 1061–1065.
- Environment Canada (1994) Inorganic fluorides. Ottawa, Ontario, Environment Canada, Ecosystem Science and Evaluation Directorate, Eco-Health Branch.
- Eesti standard EVS 663/1995 "Joogivesi. Üldnõuded".
- Fejerskov O, Baelum V, & Richards A (1996) Dose–response and dental fluorosis. In: Fejerskov O, Ekstrand J, & Burt BA ed. Fluoride in dentistry, 2nd ed. Copenhagen, Munksgaard, 153–166.
- Fomon SJ & Ekstrand J (1993) Fluoride. In: Fomon SJ ed. Nutrition of normal infants. St Louis, Missouri, Mosby, 299–310.
- Freni S & Gaylor D (1992) International trends in the incidence of bone cancer are not related to drinking water fluoridation. Cancer, 70: 611–618.
- Gelberg KH, Fitzgerald EF, Hwang S, & Dubrow R (1995) Fluoride exposure and childhood osteosarcoma: A case–control study. Am J Public Health, 85: 1678–1683.
- Haimanot RT, Fekadu A, & Bushra B (1987) Endemic fluorosis in the Ethiopian Rift Valley. Trop Geogr Med, 39: 209–217.
- Hamilton M (1992) Water fluoridation: a risk assessment perspective. J Environ Health, 54: 27–32.

- Heilman JR, Kiritsy MC, Levy SM, & Wefel JS (1997) Fluoride concentrations of infant foods. *J Am Dent Assoc*, 128: 857–863.
- Hodge HC, Smith FA, & Gedalia I (1970) Excretion of fluorides. In: *Fluorides and human health*. Geneva, World Health Organization, 158–159 (WHO Monograph Series No. 59).
- Hoover RN, McKay FW, & Fraumeni FJF (1976) Fluoridated drinking water and the occurrence of cancer, *J Natl Cancer Inst*, 57: 757–768 [cited in US DHHS, 1991].
- Horowitz HS, Driscoll WS, Meyers RJ, Heifetz SB, Kingman A (1984) A new method for assessing the prevalence of dental fluorosis - The Tooth Surface Index of Fluorosis. *J. Am Dent. Assoc.* 109: 37-41.
- Hrudey SE, Soskolne CL, Berkel J, & Fincham S (1990) Drinking water fluoridation and osteosarcoma. *Can J Public Health*, 81: 415–416.
- The International Programme on Chemical Safety (IPCS). *Environmental Health Criteria* 227, 2002. Fluorides.
- IARC (1982) Some aromatic amines, anthroquinones and nitroso compounds, and inorganic fluorides used in drinking-water and dental preparations. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 237–303 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Chemicals to Humans, Volume 27).
- IARC (1987) Overall evaluations of carcinogenicity: An updating of IARC monographs, volumes 1–42. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 208–210 (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Supplement 7).
- Jones C, Harries J, & Martin A (1971) Fluorine in leafy vegetables. *J Sci Food Agric*: 602–605.
- Jones G, Riley M, Couper D, & Dwyer T (1999) Water fluoridation, bone mass and fracture: a quantitative overview of the literature. *Aust NZJ Public Health*, 23: 34–40.
- Kabasakalis V & Tsolaki A (1994) Fluoride content of vegetables irrigated with waters of high fluoride levels. *Fresenius Environ Bull*, 3(6): 377–380.
- Kaminsky L, Mahoney M, Leach J, Melius J, & Miller M (1990) Fluoride: Benefits and risks of exposure. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1: 261–281.
- Karthikeyan G, Pius S, & Apparao BV (1996) Contribution of fluoride in water and food to the prevalence of fluorosis in areas of Tamil Nadu in south India. *Fluoride*, 29: 151–155.
- Keskkonnaministeriumi Info- ja Tehnokeskuse server, http://www.envir.ee/itk/parnu_vk.html, 03.03.2003.

Kiik V (1970) Joogivee erineva fluorisisalduse mõjust laste hammaskonna seisundile Eesti NSV tingimustes. Dissertatsioon meditsiinikandidaadi kraadi taotlemiseks. Tallinna Epidemioloogia, Mikrobioloogia ja Hügieeni TU Instituut, Tallinn (väitekirj).

Knox E (1985) Fluoridation of water and cancer: A review of the epidemiological evidence. Report of the British Working Party. London, HMSO.

Krishnamachari K (1987) Fluorine. Trace Elem Hum Anim Nutr, 1: 365–415.

Kuik L (1964) Mikroelementide fluori- ja joodisisaldusest Eesti põhjavetes: 91. Dissertatsioon meditsiinikandidaadi kraadi taotlemiseks. Tallinna Epidemioloogia, Mikrobioloogia ja Hügieeni TU Instituut, Tallinn (väitekirj).

Kumpulainen J & Koivistoinen P (1977) Fluorine in foods. Residue Rev, 68: 37–57.

Lau KH & Baylink DJ (1998) Molecular mechanism of action of fluoride on bone cells. J Bone Miner Res, 13: 1660–1667.

Liang CK, Ji R, & Cao SR (1997) Epidemiological analysis of endemic fluorosis in China. Environ Carcinogen Ecotoxicol Rev, C15(2): 123–138.

Li Y, Liang CK, Katz BP, Brizendine EJ, & Stookey GK (1995) Long-term exposure to fluoride in drinking water and sister chromatid exchange frequency in human blood lymphocytes. J Dent Res, 74: 1468–1474.

Li Y, Liang C, Slemenda CW, Ji R, Sun S, Cao J, Emsley C, Ma F, Wu Y, Ying P, Zhang Y, Gao S, Zhang W, Katz B, Niu S, Cao S, & Johnston C (2001) Effect of long-term exposure to fluoride in drinking water on risks of bone fractures. J Bone Miner Res, 16(5): 932–939.

Liu Y ed. (1995) Human exposure assessment of fluoride. An international study within the WHO/UNEP Human Exposure Assessment Location (HEAL) Programme. Beijing, Chinese Academy of Preventive Medicine, Institute of Environmental Health Monitoring, Technical Cooperation Centre of Fluoride/HEAL Programme: 64.

Low PS & Bloom H (1988) Atmospheric deposition of fluoride in the lower Tamar Valley, Tasmania. Atmos Environ, 22(9): 2049–2056.

Mahoney MC, Nasca PC, Burnett WS, & Melius JM (1991) Bone cancer incidence rates in New York State: Time trends and fluoridated drinking water. Am J Public Health, 81: 475–479.

McKnight-Hanes M, Leverett D, Adair S, & Shields C (1988) Fluoride content of infant formulas: soy-based formulas as a potential factor in dental fluorosis. Pediatr Dent, 10: 189–194.

Merisaar M Euroopa Liidu veepoliitikast. Kesk- ja Ida-Euroopa Regionaalne Keskkonnakeskus (REC), <http://www.recestonia.ee/index.html>, 11.03.2003.

Michael M, Barot VV, & Chinoy NJ (1996) Investigations of soft tissue functions in fluorotic individuals of North Gujarat. Fluoride, 29: 63–71.

- Mithal A, Trivedi N, Gupta SK, Kumar S, & Gupta RK (1993) Radiological spectrum of endemic fluorosis: relationship with calcium intake. *Skeletal Radiol*, 22: 257–261.
- Morgan L, Allred E, Tavares M, Bellinger D, & Needleman H (1998) Investigation of the possible associations between fluorosis, fluoride exposure, and childhood behaviour problems. *Am Acad Pediatr Dent*, 20(4): 244–252.
- Moss ME, Kanarek MS, Anderson HA, Hanrahan LP, & Remington PL (1995) Osteosarcoma, seasonality, and environmental factors in Wisconsin, 1979–1989. *Arch Environ Health*, 50: 235–241.
- Muramoto S, Nishizaki H, & Aoyama I (1991) Effects of fluorine emissions on agricultural products surrounding an aluminum factory. *J Environ Sci Health*, B26: 351–356.
- Naccache H, Simard P, Trahan L, Demers M, Lapointe C, & Brodeur J (1990) Variability in the ingestion of toothpaste by preschool children. *Caries Res*: 359–363.
- Naccache H, Simard P, Trahan L, Brodeur JM, Demers M, Lachapelle D, & Bernard PM (1992) Factors affecting the ingestion of fluoride dentifrice by children. *J Public Health Dent*: 222–226.
- Nair KR, Manji F, & Gitonga JN (1984) The occurrence and distribution of fluoride in groundwaters in Kenya. *East Afr J Med*, 61: 503–512.
- National Research Council(1993) Health Effects of Ingested Fluoride - Executive Summary. Committee on Toxicology, Board on Environmental Studies and Toxicology, National Academy Press, Washington D.C.
- Newbrun E (1992) Current regulations and recommendations concerning water fluoridation, fluoride supplements, and topical fluoride agents. *J Dent Res*, 71: 1255–1265.
- NTP (1990) Toxicology and carcinogenesis studies of sodium fluoride (CAS No. 7681-49-4) in F344/N rats and B6C3F₁ mice (drinking water studies). Research Triangle Park, North Carolina, US Department of Health and Human Services, Public Health Service, National Institutes of Health, National Toxicology Program (NTP TR 393).
- Oelschläger W (1971) Fluoride uptake in soil and its depletion. *Fluoride*, 4: 80–84.
- Pettifor JM, Schnitzler CM, Ross FP, & Moodley GP (1989) Endemic skeletal fluorosis in children: hypocalcemia and the presence of renal resistance to parathyroid hormone. *Bone Miner*, 7: 275–288.
- Richards A, Kragstrup J, Josephsen K, & Fejerskov O (1996) Dental fluorosis developed in post-secretory enamel. *J Dent Res*, 65: 1406–1409.
- Russak S, Indermitte E, Saava A (2002) Hambafluuroosi ja -kaariese haigestumus Tartu linna lastel seoses joogivee fluorisisaldusega. Eesti antropomeetriregistri aastaraamat, Tartu.

- Saava A (1974) Гигиенические аспекты использования и охраны водных ресурсов Эстонской ССР. Dissertatsioon meditsiinikandidaadi kraadi taotlemiseks. Tartu Riiklik Ülikool, Tartu (väitekiri).
- Saava A (2001) Vesi ja tervis poliitika. Konverents Vesi ja tervis, Eesti Veeühing, Tallinn.
- Sakurai S, Itai K, & Tsunoda H (1983) Effects of airborne fluoride on the fluoride content of rice and vegetables. *Fluoride*, 16: 175–180.
- Savitskaja L (2000) Põhjavesi kui joogivesi. *Keskkonnatehnika*, 4.
- Schamschula R, Sugar E, Agus H, Un P, & Toth K (1982) The fluoride content of human enamel in relation to environmental exposure to fluoride. *Aust Dent J*, 27: 243–247.
- Schamschula R, Un P, Sugar E, & Duppenhaler J (1988b) The fluoride content of selected foods in relation to the fluoride concentration of water. *Acta Physiol Hung*, 72: 217–227.
- Shulman E & Vallejo M (1990) Effects of gastric contents on the bioavailability of fluoride in humans. *Pediatr Dent*, 12: 237–240.
- Simard P, Lachapelle D, Trahan L, Naccache H, Demers M, & Brodeur J (1989) The ingestion of fluoride dentifrice by young children. *J Dent Child*, 56: 177–181.
- Sloof W, Eerens H, Janus J, & Ros J (1989) Integrated criteria document: Fluorides. Bilthoven, National Institute of Public Health and Environmental Protection (Report No. 758474010).
- Smid J & Kruger B (1985) The fluoride content of some teas available in Australia. *Aust Dent J*, 30: 25–28.
- Sowers M, Clark M, Jannausch M, & Wallace R (1991) A prospective study of bone mineral content and fracture in communities with differential fluoride content. *Am J Epidemiol*, 133: 649–660.
- Sowers M, Wallace R, & Lemke J (1986) The relationship of bone mass and fracture history to fluoride and calcium intake: a study of three communities. *Am J Clin Nutr*, 44: 889–898.
- Stevens DP, McLaughlin MJ, & Alston AM (1997) Phytotoxicity of the aluminium–fluoride complexes and their uptake from solution culture by *Avena sativa* and *Lycopersicon esculentum*. *Plant Soil*, 192: 81–93.
- Stumm W & Morgan JJ (1981) *Aquatic chemistry*, 2nd ed. New York, John Wiley & Sons.
- Symonds R, Rose W, & Reed M (1988) Contribution of Cl- and F-bearing gases to the atmosphere by volcanos. *Nature*, 334: 415–418.

- Teotia M, Teotia SP, & Singh KP (1998) Endemic chronic fluoride toxicity and dietary calcium deficiency interaction syndromes of metabolic bone disease and deformities in India: year 2000. *Indian J Pediatr*, 65: 371–381.
- Tervisekaitseserver, <http://www.tevisekaitse.ee>, 05.05.2003.
- Thomas AB, Hashimoto H, Baylink D, & Lau K-H (1996) Fluoride at mitogenic concentrations increases the steady state phosphotyrosyl phosphorylation level of cellular proteins in human bone cells. *J Clin Endocrinol Metab*, 81: 2570–2578.
- Thylstrup A, Fejerskov (1978) Clinical appearance of dental fluorosis in permanent teeth in relation to histologic changes. *Community Dent. Oral Epidemiol*, 6:315-328.
- Tobayiwa C, Musiyambiri M, Chironga L, Mazorodze O, & Sapahla S (1991) Fluoride levels and dental fluorosis in two districts in Zimbabwe. *Cent Afr J Med*, 37: 353–361.
- Tracy PW, Robbins CW, & Lewis GC (1984) Fluorite precipitation in a calcareous soil irrigated with high fluoride water. *Soil Sci Soc Am J*, 48: 1013–1016.
- Trautner K & Einwag J (1989) Influence of milk and food on fluoride bioavailability from NaF and Na₂FPO₃ in man. *J Dent Res*, 68: 72–77.
- Tsunoda H & Tsunoda N (1986) Fluoride absorption and excretion in human subjects following ingestion of F-contaminated agricultural products. *Fluoride Research 1985. Stud Environ Sci*, 27: 107–112.
- US DHHS (1991) Review of fluoride. Benefits and risks. Report of the Ad Hoc Subcommittee on Fluoride of the Committee to Coordinate Environmental Health and Related Programs. Washington, DC, US Department of Health and Human Services, Public Health Service.
- US EPA (1985) Drinking water criteria document on fluoride. Cincinnati, Ohio, US Environmental Protection Agency, Office of Drinking Water (Contract 68-03-3279).
- US NAS (1971) Fluorides, biological effects of atmospheric pollutants. Washington, DC, US National Academy of Sciences.
- US Water Science and Technology Board; 1997, *Safe Water From Every Tap*, National Academy Press, Washington.
- Wang Y, Yin Y, Gilula LA, & Wilson AJ (1994) Endemic fluorosis of the skeleton: radiographic features in 127 patients. *Am J Roentgenol*, 162: 93–98.
- Warren DP, Henson HA, & Chan JT (1996) Comparison of fluoride content in caffeinated, decaffeinated and instant coffee. *Fluoride*, 29: 147–150.
- Weatherell J, Deutsch D, Robinson C, & Hallsworth A (1977) Assimilation of fluoride by enamel throughout the life of the tooth. *Caries Res*, 11: 85–115.
- Weidmann S & Weatherell J (1970) Distribution in hard tissues. In: *Fluorides and human health*. Geneva, World Health Organization, (WHO Monograph Series No. 59): 104–128.

Whitford G (1987) Fluoride in dental products: safety considerations. *J Dent Res*, 66: 1056–1060.

Whitford G (1990) The physiological and toxicological characteristics of fluoride. *J Dent Res*, 69: 539–549.

Whitford GM (1997) Determinants and mechanisms of enamel fluorosis. *Ciba Found Symp*, 205: 226–245.

WHO (1994) Fluorides and oral health. Report of a WHO Expert Committee on Oral Health Status and Fluoride Use. Geneva, World Health Organization (WHO Technical Report Series 846).

Whiting P, MacDonagh M, Kleijnen J (2001) Association of Down`s syndrome and water fluoride level: a systematic review of the evidence. *BMC Public Health*,1(1): 6.

Yang CY, Cheng MF, Tsai SS, & Hung CF (2000) Fluoride in drinking water and cancer mortality in Taiwan. *Environ Res*, 82: 189–193.

Zang ZY, Fan JY, Yen W, Tian JY, Wang JG, Li XX, & Wang EL (1996) The effect of nutrition on the development of endemic osteomalacia in patients with skeletal fluorosis. *Fluoride*, 29: 20–24.

Zhao ZP, Yaun MB, & Liu GF (1996) X-ray analysis of 80 patients with severe endemic fluorosis caused by coal burning. *Fluoride*, 29: 79–81.

Zierler S, Theodore M, Cohen A, & Rothman K (1988) Chemical quality of maternal drinking water and congenital heart disease. *Int J Epidemiol*, 17: 589–594.

9. LISAD

Lisa 1

Suurema fluorisisaldusega (F rohkem kui 1,5 mg/l) põhjavee levik Eestis
(Mikroelementide fluori- ja joodisisaldusest Eesti põhjavees, Tallinn, L.Kuik, 1964)

Põhjavee horisont	Puurkaevude asukoht	Sügavus (m)	F-sisaldus (mg/l)
Alamkambriumi (kambriumi-vendi veekompleks)	Pärnu	490	2,0
Kambriumi-ordoviitsiumi veekompleks	Kohila	155	1,7
	Tapa	132	1,6
	Pärnu linn	420-460	2,0-2,8
	Kingiseppa linn ja rajoon		5,2-6,3
	Haapsalu linn	200	1,5-2,0
Paeala (ordoviitsiumi, siluri) veekompleksid	Janeda	132	2,2
	Paide	80 ; 180	2,2-3,2; 1,8
	Põltsamaa	220	4,8
	Võhma	250	3,2
	Tartu	220	2,0
	Oru	120	2,0
	Abja	220	2,0
	Lihuveski	170	1,8
	Märjamaa	60-100	1,6-2,4
	Kullamaa	90	2,6
	Haapsalu	140	2,8; 2,0
	Lihula	35-100	1,7-3,2
	Virtsu	90-170	5,2
	Vagivere	90	2,6
	Karuse-Maasu		2,8
	Kasari	90	2,0-3,5
	Lõpe	80	4,0
	Lavassaare	60-121	1,8-2,2
	Pärnu-Jaagupi	111	1,8
	Pärnu linn	175	5,2

Lisa 2

Fluorisisaldus pinnalähedases kaevuvees Lääne-Eestis ja Saaremaal
(Mikroelementide fluori- ja joodisisaldusest Eesti põhjavees, Tallinn, L.Kuik, 1964)

Nr.	Asukoht	F-sisaldus (mg/l)
1	Haapsalu Sutlepa 1)	0,3
2	Sutlepa 2)	0,4
3	Vatla	0,1
4	Varbla	0,1
5	Paatsalu	0,1
6	Koonga	0,1
7	Pärnu	0,1
8	Kullamaa 1)	0,5
9	Kullamaa 2)	0,5
10	Urevere	0,6
11	Loodna	0,5
12	Lihula 1) -sama kaev	2,0 1,3
13	Lihula 2)	1,2
14	Lihula 3)	1,5
15	Virtsu	0,2
16	Saaremaa (Torgu)	0,1
17	Laimjala	0,1
18	Kõiguste	0,1
19	Roomassaare	0,2
20	Salme	0,1
21	Karja	0,1
22	Lihula 4)	0,6
23	Lihula 5)	2,8-1,8
24	Kärdla 1)	0,8
25	Kärdla 2)	1,0
26	Jõõpre	1,2
27	Pärnu-Jaagupi	0,2

Fluoriidide kontsentratsioon välisõhus
(The International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 227, 2002. Fluorides)

Piirkond	Määramispiirid (mg/m ³)	Proovide arv	Kontsentratsioon ^a (mg/m ³)	Viide
Kanada, Arktiline tsoon	0,001–0,004	pa ^b	0,002–0,007 ^c	<i>Barrie & Hoff</i> (1985)
Toronto, Ontario, Kanada	pa	pa	0,03 (0,01–0,05)	<i>Health Canada</i> (1993)
147 mittetööstusliku linnapiirkonda, Ameerika Ühendriigid	0,05	3687	<0,05 (eom ^d –1,65)	<i>Thompson jt</i> (1971)
29 maapiirkonda, Ameerika Ühendriigid	0,05	724	<0,05 (eom)	<i>Thompson jt</i> (1971)
1 mittetööstuslik linnapiirkond, Suurbritannia	0,1	pa	<0,1 (<0,1–0,17)	<i>Bennett & Barratt</i> (1980)
4 mittetööstusliku linnapiirkonda, Holland	pa	pa	0,07 (0,05–0,08)	<i>Sloof jt</i> (1989)

- ^a Fluori gaasiliste komponentide ja tahkete osakeste keskmised kontsentratsioonid ja kontsentratsiooni kõikumised tööstuslike piirkondade õhus
- ^b pa = andmed puuduvad
- ^c Kontsentratsioonide kõikumine
- ^d eom = ei ole määratav

Lisa 4

Fluoriidide sisaldus erinevates toiduainetes

(The International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 227, 2002. Fluorides)

Toiduaine	Fluoriidide kontsentratsioon (mg/kg) ^a	Kommentaar	Viide
1	2	3	4
Piim ja piimatooted	0,01–0,8	Kontsentratsiooni kõikumised 12 erinevas piimatootes Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
	0,045–0,51	Kontsentratsiooni kõikumised 13 erinevas piimatootes Ungaris	<i>Schamschula jt (1988a)</i>
	0,019–0,16	Kontsentratsiooni kõikumised piimas ja piimatoodetes Saksamaal 1981-1989. aa	<i>Bergmann (1995)</i>
Liha ja linnuliha	0,04–1,2	Kontsentratsiooni kõikumised 17 erinevas liha- ja linnulihaproductis (toores ja töödeldud) Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
	0,01–1,7	Kontsentratsiooni kõikumised 7 erinevas liha- ja linnuliha proovis Ungaris	<i>Schamschula jt (1988a)</i>
	0,29	Keskmine kontsentratsioon lihakonservides ja vorstides 1981-1989.aa Saksamaal.	<i>Bergmann (1995)</i>
Kala	0,21–4,57	Kontsentratsiooni kõikumised 4 erineva kala proovis Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
	0,06–1,7	Kontsentratsiooni kõikumised 6 erineva kala proovis Ameerika Ühendriikides	<i>Whitford (1996)</i>
Supid	0,41–0,84	Kontsentratsiooni kõikumised 4 erineva supi proovis Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
	0,42–0,94	Kontsentratsiooni kõikumised 7 erineva supi proovis Ungaris	<i>Schamschula jt (1988a)</i>
Pagaritooted ja teraviljad	0,04–1,02	Kontsentratsiooni kõikumised 24 erinevas pagaritootes ja teraviljades Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
	1,27–1,85	Kontsentratsiooni kõikumised riisis kolmes erinevas Hiina külas	<i>Chen jt (1996)</i>
	0,06–0,49	Kontsentratsiooni kõikumised 13 erinevas pagaritootes ja teraviljades Ungaris	<i>Schamschula jt (1988a)</i>

1	2	3	4
	0,05–0,39	Kontsentratsiooni kõikumised leivas ja rukkis 1981-1989.aa Saksamaal	<i>Bergmann (1995)</i>
Köögiviljad	0,01–0,68	Kontsentratsiooni kõikumised 38 erinevas toores, töödeldud ja konserveeritud köögiviljas Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
	0,28–1,34	Kontsentratsiooni kõikumised 3 erinevas enamkasutatavas köögiviljas 3 erinevas Hiina külas	<i>Chen jt (1996)</i>
	0,01–0,86	Keskmiised kontsentratsioonid 24 erinevas köögiviljas Ungaris	<i>Schamschula jt (1988a)</i>
	0,023	Keskmiised kontsentratsioonid mõnes köögiviljas Saksamaal 1981-1989.aa	<i>Bergmann (1995)</i>
Puuviljad ja puuviljamahlad	0,01–0,58	Kontsentratsiooni kõikumised 25 erinevas puuviljas ja puuviljamahlas Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
	0,03–0,19	Kontsentratsiooni kõikumised 16 erinevas puuviljas ja puuviljamahlas Ungaris	<i>Schamschula jt (1988a)</i>
	0,02–2,8	Kontsentratsiooni kõikumised 532 erinevas puuviljamahlas ja puuviljamahlajoogis Ameerika Ühendriikides	<i>Kiritsy jt (1996)</i>
	0,027	Keskmiised kontsentratsioonid mõnes puuviljamahlas 1981-1989.aa Saksamaal	<i>Bergmann (1995)</i>
	0,014–0,35	Kontsentratsiooni kõikumised mõnes puuviljamahlas 1984-1989.aa Ameerika Ühendriikides	<i>Bergmann (1995)</i>
Rasvad ja õlid	0,05–0,13	Kontsentratsiooni kõikumised 3 erinevas rasvas ja õlis Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
Suhkur ja maiustused	0,01–0,28	Kontsentratsiooni kõikumised 7 erinevas maiustuses Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>
	0,01–0,31	Kontsentratsiooni kõikumised 12 erinevas maiustuses Ungaris	<i>Schamschula jt (1988a)</i>
Joogid	0,21–0,96	Kontsentratsiooni kõikumised 6 erinevas õlles, veinis, kohvis ja karastusjoogis Kanadas	<i>Dabeka & McKenzie (1995)</i>

1	2	3	4
	0,19–0,78	Kontsentratsiooni kõikumised 3 erinevas kohvi sordis ja karastusjoogis Ungaris	<i>Schamschula jt</i> (1988)
	0,003–0,39	Kontsentratsiooni kõikumised mõnes karastusjoogis 1984- 1989.aa Saksamaal	<i>Bergmann (1995)</i>
	0,02–1,28	Kontsentratsiooni kõikumised 332 erinevas karastusjoogis 1995-1997.aa Iowas, Ameerika Ühendriikides	<i>Heilman jt (1999)</i>
Tee	90,94–287,9	Kontsentratsiooni kõikumised 3 erinevas teelehe sordis 3 Hiina külas	<i>Chen jt (1996)</i>
	82–371	Kontsentratsiooni kõikumised 32 erinevas teelehe sordis Hongkongis	<i>Wei jt (1989)</i>
	0,005–0,174	Kontsentratsiooni kõikumised erinevates taimeteede ja lasteteede sortides 1984- 1989.aa Saksamaal	<i>Bergmann (1995)</i>
	0,37–2,07	Kontsentratsiooni kõikumised tees 1984-1989.aa Saksamaal	<i>Bergmann (1995)</i>

^a Kontsentratsioonid vedelike jaoks on toodud mg/l.

Lisa 5

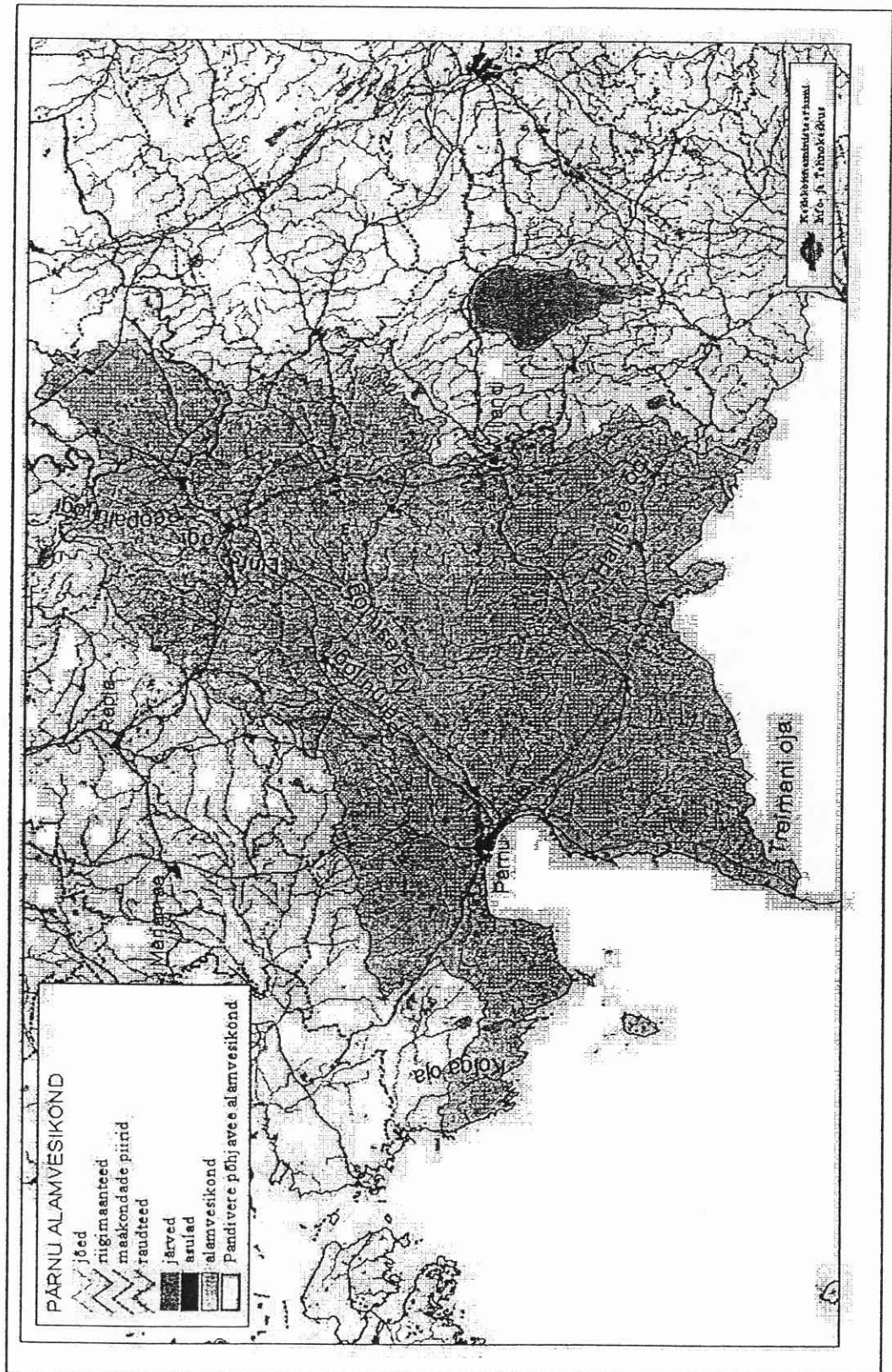
Fluori ööpäevane kogus mitmesugustest allikatest
(The International Programme on Chemical Safety (IPCS). Environmental Health Criteria 227, 2002. Fluorides)

Fluori allikad	Vanusegrupp	Arvestuslik fluori kogus mg päevas ühe kg kehakaalu kohta	Viited
1	2	3	4
Toiduained	Täiskasvanud	0,6	<i>Varo & Koivistoinen (1980)</i>
Toiduained ja joogivesi neljas Ameerika regioonis	imikud (6 kuud): (joogivesi <0.3 mg fluoriide/l) (joogivesi >0.7 mg fluoriide/l) lapsed (2-aastased): (joogivesi <0.3 mg fluoriide/l) (joogivesi >0.7 mg fluoriide/l)	0,226 (0,028) 0,418 (0,052) 0,207 (0,017) 0,621 (0,05)	<i>Ophaug jt (1985)</i>
Toiduained (k.a. imikutoit) ja joogid, fluoritud ja fluorimata vesi Põhja-Ameerikas)	lapsed (alla 6 a)	0,05–1,23 (0,01–0,16)	<i>Levy (1994)</i>
Välisõhk, toiduained (k.a. imikutoit ja rinnapiim), fluoritud ja fluorimata joogivesi, pinnas ja hambahooldusvahendid Kanadas	imikud (alla 6 k) lapsed (7 kuud kuni 4 aastat) noorukid (5–11 a) täiskasvanud (20 a ja vanemad)	<0,01–0,65 (<0,001–0,09) 0,6–2,1 (0,05–0,16) 0,7–2,1 (0,03–0,08) 2,2–4,1 (0,03–0,06)	<i>Government of Canada (1993)</i>
Imikutoit või rinnapiim, teraviljad, mahlad, fluoritud ja fluorimata joogivesi, hambahooldusvahendid, fluori toidulisandid Ameerika Ühendriikides	imikud (6-kuused) lapsed (1-aastased) lapsed (2–3-aastased)	0,4–1,4 (0,05–0,19) 0,32–0,73 (0,03–0,08) 0,76–1,23 (0,06–0,09)	<i>Levy jt (1995)</i>

1	2	3	4
Erinevad imikutoidud, lahustatud fluoritud või fluorimata joogiveega Austraalias	imikud (6-kuused) imikud (1-aastased)	0,13–1,35 (0,02–0,17) 0,14–1,65 (0,02–0,17)	<i>Silva & Reynolds</i> (1996)
Välisõhk, joogivesi ja mõned toiduained Hiinas	noorukid (7–15 a) täiskasvanud (16.a ja vanem)	1,16–4,57 1,61–7,51	<i>Liu</i> (1995)
Välisõhk, joogivesi ja mõned toiduained Hiinas	noorukid (8–15.a) täiskasvanud (16.a ja vanem)	1,51–10,6 1,79–17,0	<i>Liu</i> (1995)
Põhilised toiduained Tiibetis ja Sichuan provintsis Hiinas (fluoriidide tase joogivees madal [0,1mg/l])	Tiibeti elanikud (8–15 a) (>15 a.) Hana elanikud (8–15 a) (>15 a)	5,49 10,43 1,44 2,54	<i>Cao jt</i> (1996)
Välisõhk, joogid, toiduained ja joogivesi Ungaris	lapsed keskmises vanuses 3,9 a. noorukid keskmises vanuses 14 a.	0,22–1,11 0,3–1,49	<i>Schamschula jt</i> (1988)
Joogivesi ja toit Indias	lapsed (vanus määramata)	1,5–20	<i>Karthikeyan jt</i> (1996)
Joogivesi ja toit normaalsetes ja fluoroossetes küldes Indias	täiskasvanud (vanus määramata)	0,84–4,69 (normaalne) 3,40–27,1 (fluuroosne)	<i>Anasuya jt</i> (1996)
Toit, joogid ja hambapasta Uus Meremaal	lapsed (3–4-aastased)	0,17–1,31 (0,01–0,07)	<i>Guha-Chowdhury jt</i> (1996)
Valmistoit ja joogivesi Saksamaal	imikud 1–12-kuused	0,099–0,205	<i>Bergmann</i> (1995); <i>Bergmann & Bergmann</i> (1995)
Rinnapiim ja omavalmistatud toit Saksamaal	imikud 1–12-kuused	0,002–0,075 (0,0005–0,007)	<i>Bergmann</i> (1995)

1	2	3	4
Toit, joogid ja joogivesi Saksamaal	lapsed 1–15-aastased	0,112–0,264	<i>Bergmann</i> (1995); <i>Bergmann & Bergmann</i> (1995)
Toit, joogid ja joogivesi Saksamaal	noorukid (15–18-aastased)	0,523 (mehed) (0,008) 0,470 (naised) (0,009)	
Toit, joogid ja joogivesi Saksamaal	Täiskasvanud	0,560 (mehed) (0,007) 0,442 (naised) (0,007)	
	16-40-kuused lapsed, kes tarvitavad joogivett fluoriidide sisaldusega 0,3 mg/l	0,965 (0,073)	
Toit, joogid ja joogivesi Ameerika Ühendriikides	16-40-kuused lapsed, kes tarvitavad joogivett fluoriidide sisaldusega 0,8-1,2 mg/l	0,965 (0,07)	<i>Rojas-Sanchez jt</i> (1999)

Lisa 6
Pärnu alamvesikonna kaart



Lisa 7

Ekspluateeritavad puurkaevud Pärnu alamvesikonnas ja nende vee fluoriidide sisalduse uurimise olukord

Omavalitsused	Arvel olevad tarbepuurkaevud (andmebaasi Põhjavesi- Puurkaev alusel)	sh fluoriidide sisaldus on kontrollitud (proov on võetud puurkaevust või veevõrgust)
JÄRVAMAA		
IMAVERE VALD	27	1
JÄRVA-JAANI VALD	43	0
KABALA VALD	28	2
KAREDA VALD	27	1
KOIGI VALD	30	1
OISU VALD	23	1
ROOSNA-ALLIKU VALD	23	2
PAIDE VALD	41	2
TÜRI VALD	58	2
VÄÄTSA VALD	29	3
PAIDE LINN	6	6
RAPLAMAA		
KEHTNA VALD	90	1
KÄRU VALD	29	3
PÄRNUMAA		
ARE VALD	38	2
HALINGA VALD	43	2
HÄÄDEMEESTE VALD	53	7
KOONGA VALD	37	2
LAVASSAARE VALD	5	1
PAIKUSE VALD	37	4
SAARDE VALD	49	1
SAUGA vald	61	1
SURJU vald	27	0
TAHKURANNA VALD	49	0
TOOTSI VALD	5	0
TORI VALD	83	2
TÕSTAMAA VALD	49	3
AUDRU VALD	130	8
VÄNDRA VALD	89	4
PÄRNU LINN	160	23
VILJANDIMAA		
ABJA VALD	35	1
HALLISTE VALD	41	4
KARKSI VALD (sh KARKSI-NUIA LINN)	10	4
KÕO VALD	16	1
KÕPU VALD	15	1
OLUSTVERE VALD	20	3
PÄRSTI VALD	49	2
SUURE-JAANI VALD	38	2
VASTEMÕISA VALD	25	0
VILJANDI LINN	23	9
VÕHMA LINN	10	2
ABJA-PALUOJA	8	5
Kokku	1659	119

Joogiveest fluoriidi määramine

Laboritevahelise võrdluskatsete tulemuste kokkuvõte

Analüüsitavad veeproovid võttis Viljandimaa osakonna inspektor M. Karrist 11. veebruaril Viljandimaalt kahest oletatavalt erineva fluoriidisisaldusega veeallikast.

Proove analüüsiti 13. veebruaril Tervisekaitseinspektsiooni Keemia Kesklaboris, Tartu laboris ja Pärnu laboris.

Tulemused olid järgmised:

Vesi Mustla-Tartu teeristis olevast allikast:

Labor	Fluoriid, mg/l	Analüüsimeetodi alus
Keemia Kesklabor	0,15	GOST (spektrofotomeetria)
Tartu labor	0,13	ISO 10359-1:1992 (potentsiomeetria)
Pärnu labor	0,16	SPADNS meetod HACH (spektrofotomeetria)
	0,18	GOST 4386-89 (fotokolorimeetria)

Vesi Vana-Võidu tsentraalveevärgist:

Labor	Fluoriid, mg/l	Analüüsimeetodi alus
Keemia Kesklabor	1,7	GOST (spektrofotomeetria)
Tartu labor	2,1	ISO 10359-1:1992 (potentsiomeetria)
Pärnu labor	2,0	SPADNS meetod HACH (spektrofotomeetria)
	2,1	GOST 4386-89 (fotokolorimeetria)

Laborites teostatakse fluoriidi määramist erinevatel meetoditel, mistõttu tekivad tulemustes mõningased lahknevused. Arvestades eelnimetatud asjaolu, tuleb võrdluskatse tulemusi lugeda rahuldavateks.

Tartu laboris kuulub fluoriidi määramine ka labori akrediteerimisulatusse. Teistel laboritel on plaanis meetodid esitada akrediteerimiseks järgmise EAK järeleviidi käigus.

Kokkuvõtte koostas:

Mari Reinik
TKI laboriosakonna juhataja

Lisa 9

Pärnu alamvesikonna piires asuvate ühisveevärkide iseloomustus ja elanike veevarustusega hõlmatud

v-vald k-küla	Elanike arv	Ühisvee-värgiga liitunud elanike arv	Osakaal kogu elanike arvust (%)	Veekompl eks S-Silur O- Ordoviitsi um D- devon	Puurkaevu sügavus (m)	Puurimi saasta	Fluori sisaldus (mg/l) 1964.a (L.Kuik)	Fluori sisaldus (mg/l) Tervisekaits üks- peptsiooni andmete järgi (2001-2002), proovivõtu koht	Risk haigestuda	
									ham baf uoro osi	luust i-ku fluor oosi
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Järvamaa										
Imavere v Imavere keskus Käsukonna küla	1093	530	48	S-1 S-1	43	1981		0,15		
Järva-Jaani v Järva-Jaani asula Karinu asula	1974	755	38	O-S, 4 O O	50-75	1958-89				
Kabala v Kabala asula Kahala asula	1086	440 240 200	41	2O S-1	205	1990		1,3		
Kareda v Peetri asula	894	250	28	2S, O-3	45-70	1969-87		0,17		
Koigi v	1215	600	49	2 O-3 S-1	90-120	1989; 1986		0,17-Koigi maja 36-4		
Oisu v Oisu alevik	1442	310	21	S-1 O-3	73 70	1982; 1989		0,38		
Taikse k Metsa k	155	95 <100	61	S-1 S	55	1990				
Roosna-Alliku v Asula Viisu k	1413	450	32	O-3 O	120	1988		1,1 0,72		
Türi v Türi-Alliku k Türi TMK Särevere Särevere Ülejõe Änari k Kirna k OÜ Veskisilla	2678	1968 420 500 700 58 60 100	73	S-1 S-1 S-1 S-1 S-1 S-1	45-55 80	1975; 1989 1986		0,32 0,38		
Türi linn	6819	4500	66	3 S-O,O	120		1,1-1,7	1,26-Jaama 17 1,1-Tallinna 7 0,31- Lõuna prk		
Väätsa v Väätsa keskus Reopalu k Lõõla k Ülejõe	1565	766 480 126 70 90	49	O-3 O-3 O-3 O-3	100-130	1967-87		1,25 1,25 1,3 0,85 0,2		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Paide v Anna k Tarbja k Sargvere k Mündi k Sillaotsa k	1930	885 100 330 240 100 115	46	S-O O, S O-3 S-1 S				1,4-1,6 0,18		
Paide linn	9649	9170	95	4 S 2 O	31 80 180	1998- 2000	3,2 1,8	0,2 -Ristiku 10		
Raplamaa										
Kehtna v (Lelle)	494	120	24	S1	45	Andmed puuduvad		0,59		
Käru v	482	240	50	3 S1	75	-"		0,48 -trass		
Pärnumaa										
Are v Suigu	1482	800 Suigu 320	54	8 S1	30-113	54-71- 87		4,8 -Suigu 8	+	+
Halinga vald Vahenurme	3721	250		S	120	1967		4,0 -Vahe- nurme 6 4,0 - Lasteaia kõõgist	+	+
Pämu- Jaagupi	1480	1480	100%	2S	120-180 111	74-55	1,8	3,4; 3,75 - võrk	+	+
Libatse	540	540	100%	S	90	1968		3,8	+	+
Häädemeeste v	940	640	68	D2pr-S, S	104-112 97	1961-65	0,6	0,8		
Kabli küla	427	235	55	D2pr-S	150	1968		0,8		
Massiaru küla	147	97	66	2 D2pr	82	1969		0,27		
Treiamani küla	344	195	57	S-O	125 124	1965-68	0,6	0,7-1,4		
Koonga vald Koonga Lõpe Oidrema	408 274 120	408 274 120	100		80-115	1953-89		3,5; 3,8 - trassist 4,0-Koonga 7 3,6-Lõpe	+	+
Lavassaare vald	591	550	93	S1	130	1988		3,5 - Lasteaed	+	+
Paikuse vald Paikuse alevik	2064	1475 120	71	S1	60-155	1960- 82-93		0,9; 4,08	+	+
Seljametsa küla	320	250	78	S1	56	1960		0,8		
Saarde vald	2343									
Tihemetsa küla	836	460	55	D2pr	185	1988		0,5		
Saarde	400	260	65	2 D2pr	90-170	1964-76				
Sauga vald	1000	1000	100	S	60			1,19		
Surju vald	347	205	59	S1	100 120	1984	0,6			
Tahkuranna vald	2120	530	25	4 D2pr-S	36-70	1963-66				
Tootsi vald	1100	1100	100	S1	110-130m	1938-93				
Tori vald Alevik	2736			S1	45-120			4,5 -clamute 0,5 -LPK	+	+
Jõesuu k				S1	80					
Selja k				S1	165 80		0,6	0,95 prk 2,75-Selja 4	+	
Tõstamaa vald	769	500	65	3 S1	90-100m	1965-84		1,74 -vana prk 2,8 -uus prk 2,85 -Ringi 19 1,25 - Ehitajate 8	+	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Audru vald	1350	1150	85	S	140			3-trassist	+	
Audru		700						2,9 - Kuuse	+	
Karusloomafarm		350		S				6	+	
Vikero		100		O-C	420			2,95 -	+	+
elamukvartal								Kareda tee	+	+
Audru KK (oma kaev)		500		S	180			3,4 - Kase 3		
Audru LA				S	150			6,55 -		
Jõõpre KK		170		S	50			Lihula mnt 25	+	+
								5,0	+	+
								>5,0		
Vändra vald	2857	2000	70	4 SI	50-120	1979-87		4,0		
Sindi		3500		SI				1,0 ; 0,73		
Kilingi-Nõmme		1100		SI						
Pärnu linn	44978	35980	80	23 S	420-460 35-65 100-106 150-175		2,4-3,0 0,6-1,4 0,3-0,6 1,6-5,2			
Viljandimaa										
Abja v(Kamara k)	265	250	94	D2-S1	195	1990		0,2 -Abja Gümnaasium		
Halliste v	417	200	48					1,7-prk	±	
Meieri		100		S				0,2 -trassist		
Vana-Kariste		20						0,6 - Vana-Kariste		
Uue-Kariste		10		D				Algkool		
Halliste		150		D				1,4- Halliste		
LA/PK								Põhikool		
Päidre k		25						0,2-Viljandi		
Ereste k		10						mnt 6-2		
Õisu	344	200	58	D2-S1	160	1964	1,5	0,1-prk	±	
Toiduainetööstuse kool								0,5-1,65 - trassist		
								1,7- Õisu 4-2	+	
								1,7 - Toiduainetetööstuse kool	+	
Kõo v (asula) Koksvere	383	250 62	65	O3 S	285	1985		0,25 - Kikivere prk		
Olustvere v Asula		600		S				0,8	+	
Ülde k		180		S				2,0-2,2		
								Tääksi		
								Põhikool		
								0,26-puurkaev		
Pärsti v(Pärik)	408	400	98	S	150	1970		1.1-1.3 trassist		
Jämejala		533		S						
Haigla										
Puiatu		130		D-S						
Erikool										
Sihtasutus		600								
Viljandi Haigla				S				1,0 - Viljandi Haigla		
Pärsti asula	80	60	75	D2-S	120m	1970		0,7-1,3		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ramsi k	780	780	100	D2	150	1979		0,5-prk 1,3-trassist 1,6- Ramsi 17	+	
Kõpu v	373	280	75	D2-S1	110	1965		0,1-0,2 - trassist		
Suure-Jaani v Sürgavere Reegoldi k Lõhavere	486	280 128 112	58	S S S	110		1,0	1,0 - Lõhavere 1,1-Kõdema		
Suure-Jaani	1424	450	32	(D2nr) S D	85-50	1959-80		0,8-0,6 (erakaevud <0,1) 1,2-2,4 - Suure-Jaani Haigla	+	
Vastemõisa v	494	350	71	2 D-S						
Karksi v	440	396	90					0,3 trassist		
Karksi Kool		256 70		S D				0,3		
Karksi-Nuia linn		1380		2 S1 4 D2	250 58-180	1990-93 1965- 1983		1,1-1,15		
Kase Tamme tee elamud		66 38		D				0,27		
Polli asula Lasteaed		162		D						
Võhma linn	1841	1200	65	S-O				1,5 -Sepa 1 1,8 - Võhma Gümnaasium	+	
					36-50 250		0,1 3,2			
Abja-Paluoja linn AS Abja Elamu OÜ Leiv Teenus	1667	985 755 230	59	S-D S D	190-170	1954-78		2,13-prk 2,4-2,6 -AS Abja elamu 0,2 -Abja Gümnaasium 2,5 - Pärnu 4 0,3 - Nuia tee 1 2,6 -Järva tee 1	+	+
									+	
Viljandi linn	20800	20170	97	7 S1 D2S1	135-200 173 134 155 134	1958-83 1936	0,5-0,6 1,5 0,1	0,7-1,8 prk 0,98 - Riia 81 1,52 - Mureli 1,3 - Wesmo kohvik 0,9 - Lääne 2 1,4- Tartu,1 0,9 - C.R.Jakobsoni söökla 1,5 - Uueveski tee 16a	+	

Lisa 10

Fluor joogivees (MEELESPEA)

Inimese luustiku ja hammaste arengus mängib väga olulist osa fluor, seda eriti saaduna joogiveest. Ööpäevas peaksime veest saama 1 mg ja toidust 0,56 mg fluori. Optimaalseks fluorisisalduseks joogivees peetakse 0,7–1,2 mg liitri kohta. Kui fluorisisaldus jääb alla 0,5 mg/l, siis ähvardab hambakaariese (hambaaukude) teke, kui aga fluorisisaldus ületab 1,5 mg/l, hakkab avalduma fluoriühendite toksiline toime, mis võib põhjustada tõsiseid tervisehädasid alates hammaste fluuroosist kuni luude hõrenemiseni.

Kust saab teada, missuguse fluorisisaldusega joogivett joote ja tarvitate toiduks?

Kui teil on oma kaev, siis tuleb fluoriidide sisaldust otsida kaevu passist laboratoorsete uuringute tabelist. Kui sellised andmed puuduvad, siis soovitame pöörduda kohaliku tervisekaitsetalituse poole. Kui inspektoril pole informatsiooni just teie kasutatava joogivee fluoriidide kohta, siis ta annab nõu, kus saab lasta joogivett uurida.

Kui kasutate ühisveevärgi vett, siis pöörduge sama küsimusega veekäitleja (kellele maksate veearveid) poole. Kui tal vajalik teave puudub (kuigi veekäitleja peab enesekontrolli käigus tegema laboriuuringuid!), siis tehke vastav päring kohalikele tervisekaitsetalitusele.

Mida teha, kui fluorisisaldus joogivees on alla 0,5 mg/l või üle 1,5 mg/l?

Mõlemal juhul pidage nõu hambaarstiga. Kui fluori on vähem kui 0,5 mg liitri kohta, on hambakaariese tekkimise oht. Fluorisisaldus üle 1,5 mg liitris võib aga põhjustada fluuroosi.

Optimaalne fluorisisaldus joogivees on 0,7–1,2 mg liitri kohta. Kui see teie poolt kasutatavas vees nii pole, võiksite joogivee fluoriidküsimuse lahendamiseks konsulteerida ka kohaliku omavalitsuse keskkonnanõuniku või siis taas tervisekaitsetalitudes joogiveega tegeleva inspektoriga.

Fluuroos on hambaemaili ja hambaluu haigus, mis kujuneb hammaste arengu ajal ehk lapsepõlves (6–8aastastel). Tavaliselt haigestuvad just jäävhambad – lõikehambaste eesmistel pindadel ja purihammastel on näha valgeid laike või triipe (“valgetäpilisus”), millele mõnikord lisanduvad pigmenteerunud täpid. Raskematel juhtudel on hambaemail kriitjas, tuhm ja läiketa; vajalik on hambaravi.

Kaaries on maailmas enamlevinud kroonilise kuluga haigusi, mille puhul kahjustub hamba kõvakude, email, hambaluu ja juuretsement – hambasse tekib auk. Iseenesest hambad ei parane, on vajalik ravi.

Eestis on kaariese kahjustusi 60–65% lastest (12-aastastel lastel on keskmiselt 2,5 kuni 4,6 katkist, parandatud või väljatõmmatud hammast) ja 83–100% täiskasvanuist. Kahjustuvad juba 2- kuni 3-aastaste laste hambad. Lõuna-Eestis esineb seda 3–4 korda rohkem kui Lääne-Eestis. Selle põhjuseks peetakse piirkonniti erinevat joogivee fluorisisaldust

Loe lisaks:

<http://www.tervisekaitse.ee/jutud/joogivesi.htm> “Joogivesi 2002”

<http://www.veeyhing.ee/yritused/teesid.htm> “Vesi ja tervis – poliitika”

<http://fitness.inimene.ee/pages.php3/14,295> “Õige toit ja nätsu närimine kaitsevad hambaid”

Lisa 11

Veevarkide esialgne loetelu, kus on avastatud ülenormatiivset (>1,5 mg/l) fluoriidide sisaldust joogivees, ja ligikaudsed kulutused, kui fluoriidide ärastamiseks paigaldada pöördosmoosi seadmed (Tervisekaitseinspeksioon, 2002)						
Maakond	Vald/linn	Alev/küla	Tootmismaht	Teenindavate	Fluoriidide	Pöördosmoosi
			m ³ /ööpäevas	elanike arv	sisaldus mg/l	seadme hind (tuh. kr)
Viljandi	Abja vald	Abja-Paluoja linn	30	755	2,3	160
Viljandi	Halliste vald	Õisu küla	29	200	1,6	160
Viljandi	Olustvere vald	Tääksi Põhikool	22	100	2	160
Pärnu	Audru vald	Audru keskus	143	700	3,0	550
Pärnu	Audru vald	Karusloomakasvatus	75	350	3	440
Pärnu	Audru vald	Audru keskkool	108	500	6,2	550
Pärnu	Audru vald	Audru lasteaed	20	90	6	160
Pärnu	Audru vald	Jõõpre Põhikool	44	170	5,7	440
Pärnu	Lavassaare vald	Lavassaare alevik	157	550	3,6	550
Pärnu	Audru vald	Oara elamu	8	35	4	160
Pärnu	Audru vald	Ridalepa elamu	11	48	2,5	160
Pärnu	Tõstamaa vald	Tõstamaa alevik	77	500	2,8	550
Pärnu	Koonga vald	Oidrema küla	26	120	3	160
Pärnu	Koonga vald	Lõpe küla	32	274	4	440
Pärnu	Koonga vald	Koonga küla	48	217	4	440
Pärnu	Koonga vald	Tammaru	8	35	3,3	160
Pärnu	Halinga vald	Pämu-Jaagupi alev	149	1480	3,2	600
Pärnu	Halinga vald	Vahenurme küla	44	250	4	440
Pärnu	Halinga vald	Libatse küla	60	540	3,8	550
Pärnu	Paikuse vald	Paikuse alevik	44	120	4,5	440
Pärnu	Tori vald	Selja küla	66	300	3	440
Pärnu	Are vald	Suigu küla	86	800	4,5	440
Pärnu	Tori vald	Piistaoja	20	90	3,8	160
Kokku			1307	8224		8310

10. SUMMARY

The main source of fluor for human is drinking water. Fluor content in Estonian drinking water varies in large scale, so its influence on human organism can vary from prevention of caries to severe fluorosis.

The main aim of the present work was to investigate fluor content in the drinking water of Pärnu catchments area and to perform the risk analysis of long-term exceeding fluoride content in drinking water and provide water suppliers and water consumers with recommendations concerning defluoridation.

The most important materials used in this work were: databases of the local institutions of Health Protection Inspectorate, the script of L. Kuik, data of municipalities, Estonian Environment Information Centre and Estonian Geology Centre. Data on bore wells geological horisont originates from bore wells passports and the data of Estonian Geological Centre.

As a result of the work it was concluded that according to the analysed data the problem of exceeding fluoride content in drinking water needed to be solved in 2 counties, located in the Pärnu catchments area. The number of people being at risk of fluoride toxic effects is 10 495 . At the same time it is necessary to co-ordinate all the decisions concerning aquifier and maintaining systems of catchments area economic strategy.

Resuming the results of the investigations it is concluded, that massive tooth fluorosis arises in moderate climate at fluoride content in drinking water 1,5-2,0 mg/l.

Drinking water being rich of fluoride can cause a number of health disorders. Skeletal fluorosis (bone structure changes, indicating bone sparseness) occurs at fluor content in drinking water 3-6 mg/l.

The choice of water treatment technology depends on the local situation and needs large credits. One of the possibilities to decrease fluoride content in drinking water is the use of reverse osmosis system.

Together with the other measures it was proposed to inform the municipalities and the population about the influence of fluoride on human health, to support them with the evaluation of the risk of fluorosis and give an advice on concrete solutions of the problem.

11.TÄNUAVALDUS

Minu siiras tänu:

- **juhendajatele prof. Astrid Saavale ja Heino Lutsojale abi eest magistriprojekti läbiviimisel ja vormistamisel;**
- **TÜ Tervishoiu Instituudi kollektiivile sõbralike kommentaaride ja soovitude eest;**
- **Pärnu, Viljandi, Rapla ja Paide tervisekaitseteenistuste kolleegidele ning Lehte Savitskajale (OÜ Eesti Geoloogiakeskus) ja Sven Otsmaale (AS Eesti Veevärk) meeldiva koostöö eest andmete kasutamisel;**
- **minu perele ja tervisekaitseteenistuse kolleegidele moraalse toe eest.**

12.CURRICULUM VITAE

- Nimi: **Mihhail Muzõtšin**
- Rahvus: **ukrainlane**
- Kodakondsus: **eesti**
- Sünniaeg: **31.05.1959**
- Sünnikoht: **Lääne-Ukraina**
- Elukoht: **Lai 14-54, Rakvere, Lääne-Viru maakond**
- Telefon: **032 20147**
-
- Haridus: **kõrgem**
- 1976-1982** **Leningradi Sanitaar-hügieeni Meditsiiniline Instituut, arst**
- 1966-1976** **Keskkool**
-
- Täiendharidus: **2001- 2002** **Tartu Ülikooli Tervishoiu Instituudi magistriõpe**
- 2001** ***Netherlands School of Public Health, Public Health in the European Union***
- 1997-1998** **Tallinn, toiduhügieen, HACCP**
- 1995** ***Course in Epidemiology at Statens SerumInstitut, Copenhagen, Denmark***
-
- Töökogemus: **2002 -** **Tervisekaitseinspeksiooni peadirektori asetäitja kt**
- 1996 - 2002** **Lääne-Virumaa Tervisekaitsetalituse direktor**
- 1983-1996** **Lääne-Virumaa Tervisekaitsetalituse epidemioloog**
-
- Kategooriad: **1997** **I arsti kategooria tervisekaitse alal**
- 1992** **I arsti kategooria nakkushaiguste epidemioloogia alal**
- 1987** **II arsti kategooria nakkushaiguste epidemioloogia alal**
-
- Keeled: **emakeel - ukraina keel, valdan kõnes ja kirjas vene ja eesti keelt, suhtluskeelena - inglise keelt**
-
- Arvuti kasutamise oskus: **Windows 3.1-2000, Microsoft Office**

Kasutatud lühendid:

- NEHAP - Keskkonnatervise Riiklik Tegevusplaan
ÜRO - Ühinenud Rahvaste Organisatsioon
MTO - Maailma Tervishoiuorganisatsioon
ATDSR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry
USDHHS - US Department of Health and Human Services
US NAS - US National Academy of Sciences
JARC - International Agency for Research on Cancer
NTP - National Toxicology Programme
WHO - World Health Organization
US EPA - US Environmental Protection Agency
ISPA - Instrument for Structural Policies of Pre-Accession
SMEP - The small municipalities environmental programme