

## Eesti elanike fluoriekspositsioon joogivee kaudu

Ene Indermitte<sup>1</sup>, Astrid Saava<sup>1</sup>, Silvia Russak<sup>2</sup>, Mare Saag<sup>2</sup> – <sup>1</sup>TÜ tervishoiu instituut, <sup>2</sup>TÜ stomatoloogia kliinik

fluor, joogivesi, ekspositsioon, Eesti

**Joogivee fluorisisaldus mõjutab eelkõige hammaste tervist, kuid fluoriil on ka mitmeid kahjulikke toimeid. Käesolevas uuringus määrati inimeste joogivee fluorisisaldus üle Eesti. See kõikus suurtes piirides, olenedes veeallikast ja piirkonnast. Esimest korda hinnati elanike joogiveekaudset fluoriekspositsiooni. See on optimaalne vaid 38,1%-l uuringurahvastikust. Fluoriekspositsioon on mittepiisav Narva, enamikul Tallinna ja kolmandikul Tartu linna elanikel, neile lisandub veel 242 000 inimest maakondadest. Neid ohustab hambakaaries. Üle normatiivi fluoriekspositsioon on 42 600 (4,1%) elanikul peamiselt Pärnu-, Lääne-, Rapla- ja Tartumaal. Nad on ohustatud fluori toksilisest toimest. Artiklis on lühidalt käsitletud erineva fluoriekspositsiooni ebasoodsa toime ennetamise võimalusi.**

Fluor on organismile vajalik mikroelement ja tema peamiseks allikaks inimesel on joogivesi. Väikestes kontsentratsioonides toimib fluor kaariest ennetavalt, kuid suuremate kontsentratsioonide korral areneb hambaflooroos ja võivad avalduda teisedki toksilised toimed (1). Paljudes epidemioloogilistes uuringutes (2, 3), sealhulgas Eestis (4, 5), on saadud usaldusväärsed seosed joogivee fluorisisalduse, hambakaariese ja fluoroosi levimuse vahel.

Vee fluorisisaldus oleneb peamiselt paikkonna geoloogilisest ehitusest ning võib varieeruda suurtes piirides. Eestis kasutatav joogivesi pärineb Narvas ja Tallinnas (suuremas jaos) pinnaveest, teised linnad, alevid ning suuremad maa-asulad saavad oma joogivee sügavatest põhjaveekihtidest ja ülejäänud maaelanikkond pinnalähedasest põhjaveekihist. Tulenevalt regioonist on võimalik joogivett saada mitmest erinevast põhjaveekogumist (6). Vee koostis, sh fluorisisaldus, on kihiti erinev.

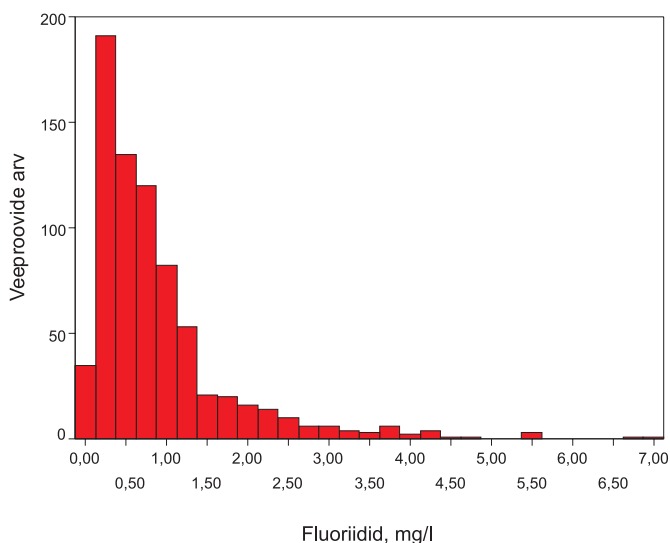
Eestis on joogivee fluorisisaldust uuritud 1960. aastail. Piirkonniti saadi küllaltki suuri sisaldusi – kuni 6,3 mg/l (7, 8). Viimastel aastakümnetel on veevarustuses kasutusele võetud sügavamaid põhjaveekihte, mis on rikkamad mikroelementide (sh fluori) poolest. Rajatud on uusi ja laiendatud olemasolevaid ühisveevärke, ehitatud nüüdisaegseid veepuhastusjaamu. Nii oli 2003. a kasutusel 1659 puurkaevu, millest aga vee fluorisisaldus oli määratud ainult

119 (7,2%) kaevus (9). See ei ole piisav, et hinnata joogiveest tulenevaid terviseriske ja töötada välja vastavaid ennetusprogramme.

**Uuringu eesmärk** oli määrata joogivee fluorisisaldus Eesti erinevates piirkondades, selgitada välja elanike fluoriekspositsioon ning soovitada meetmeid selle optimeerimiseks ja võimalike terviseriskide ennetamiseks.

### Uurimismaterjal ja -meetodid

2001. ja 2004. aastal korraldatud uuring hõlmas elanike joogivee fluorisisalduse määramist vähemalt 100 tarbijaga ühisveevärgide vees üle Eesti. Lähteandmed veevärgide ja veetarbijate arvu kohta saadi Tervisekaitseinspektsiooni andmebaasist JVESI. Kohapeal tutvuti veevärgidega, täpsustati erinevate veeallikate mõjualasid veevärgis, valiti välja veeproovide võtmise kohad ja korrigeeriti veetarbijate arvu. Proovid võeti tarbija juures kraanist (eelistatult lasteasutustest). Kokku uuriti veevarustustingimusi 47 linnas ja 471 asulas (külakeskuses) ning võeti 735 veeproovi. Fluorisisaldus määrati SPADNS-meetodil (10) HACH Company kolorimeetriga DR/890, mille tundlikkus ja määramistäpsus vastavad EL joogivee direktiivi (98/83/EÜ) ning Eestis 2002. aastast jõustunud õigusakti "Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid" nõuetele.



Joonis 1. Veeproovide jaotus fluorisisalduse alusel.

Uuring hõlmas 94% ühisveevärgi veetarbijatest ja 78% elanikkonnast. Fluoriekspositsiooni hindamiseks jaotati joogivesi kolme rühma:

- 1) ebapiisava fluorisisaldusega vesi – fluori kuni 0,50 mg/l, mis ei rahulda fluorivajadust, ning hambakaariese ennetamiseks on vajalikud profülaktilised meetmed;
- 2) optimaalse fluorisisaldusega vesi – fluori vees 0,51–1,50 mg/l. Sellise vee pideva tarbimise korral on kõige väiksem risk haigestuda nii hambakaariesse kui ka hambaflooroosi;
- 3) liigse fluorisisaldusega vesi – fluori vees üle

1,50 mg/l. Sellise vee pideval tarbimisel hakkab avalduma fluori toksiline toime (sh hambaflooroos).

Andmetöötluseks kasutati programmi SPSS 10.0 for Windows.

## Tulemused

### Joogivee fluorisisaldus

Fluorisaldus võetud veeproovides (735) kõikus suurtes piirides: 0,01 kuni 6,95 mg/l (keskmiselt  $0,88 \pm 0,90$  mg/l). Veeproovide jaotus fluorisisalduse alusel on toodud joonisel 1.

Tabel. Veeproovide jaotus fluorisisalduse alusel maakodades

Maakond	Proovide arv	Joogivee fluorisisaldus					
		üle piirnormi >1,5 mg/l		optimaalne 0,51–1,50 mg/l		alla soovitatava 0,50 mg/l ja vähem	
		arv	%	arv	%	arv	%
Harjumaa	119	5	4,2	76	63,9	38	31,9
Hiiumaa	17	3	17,6	13	76,5	1	5,9
Ida-Virumaa	48	0	0,0	27	56,3	21	43,7
Jõgevamaa	38	6	15,8	14	36,8	18	47,4
Järvamaa	49	9	18,4	17	34,7	23	46,9
Läänemaa	29	15	51,7	14	48,3	0	0,0
Lääne-Virumaa	65	1	1,5	29	44,6	35	53,8
Põlvamaa	31	0	0,0	4	12,9	27	87,1
Pärnumaa	63	25	39,7	32	50,8	6	9,5
Raplamaa	42	14	33,3	20	47,6	8	19,1
Saaremaa	28	6	21,4	16	57,2	6	21,4
Tartumaa	73	9	12,3	33	45,2	31	42,5
Valgamaa	30	1	3,3	2	6,7	27	90,0
Viljandimaa	56	12	21,4	26	46,4	18	32,2
Võrumaa	47	0	0,0	0	0,0	47	100,0
<b>Kokku Eestis</b>	<b>735</b>	<b>106</b>	<b>14,4</b>	<b>323</b>	<b>44,0</b>	<b>306</b>	<b>41,6</b>

Uuritud proovidest 85,6% vastas fluorisisalduse järgi joogivee kvaliteedinõuetele (fluorisisaldus kuni 1,5 mg/l). Ülejäänud 14,4% proovides oli fluori üle lubatud piirsalduse. Seejuures on oluline arvestada, et kuigi valdav osa proovidest vastas kvaliteedinõuetele, oli fluorisisaldus optimaalne (0,51 – 1,50 mg/l) ainult 44% proovides ning 41,6% proovides jäi see alla soovitatava sisalduse (kuni 0,5 mg/l). Maakonniti oli olukord erinev (vt tabel).

Kõige fluorivaesem oli joogivesi Võru maakonnas, kus kõigis proovides oli fluori optimaalsest sisaldusest vähem, Põlva ja Valga maakonnas oli selliseid proove vastavalt 87,1 ja 90,0%. Kuni 0,5 mg/l fluorisisaldusega proovide suur osakaal (üle 40%) oli ka Ida-Viru, Lääne-Viru, Jõgeva, Järva ja Tartu maakonnas. Optimaalse fluorisisaldusega veeproove oli suhteliselt rohkem Hiiu, Harju, Saare, Ida-Viru ja Pärnu maakonnas. Kõige sagedamini esines piirkontsentratsiooni ületamisi Läänemaal, kuid ka Pärnu ja Rapla maakonnas oli suhteliselt palju selliseid proove. Suuremad fluorisisaldused saadi Audrus (6,8 mg/l), Põldeotsal (6,95 mg/l), Virtsus (5,6 mg/l), Lihulas (4,1 mg/l) ja Paliveres (4 mg/l).

## Elanike fluoriekspositsioon

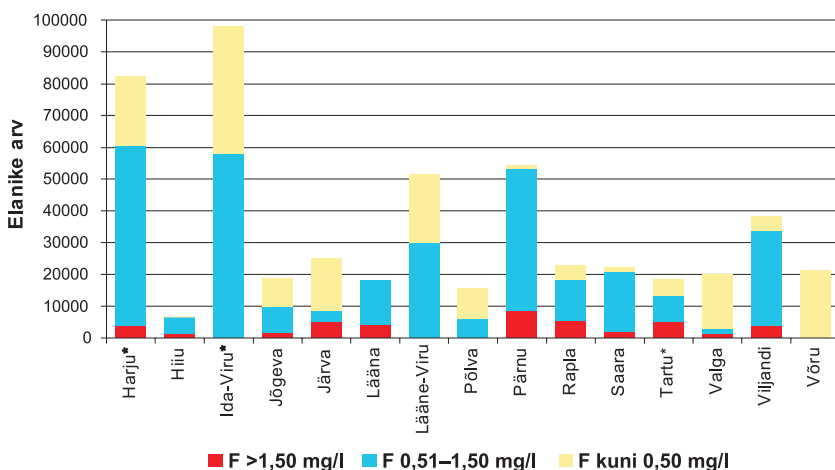
Joogivee fluorisisaldus üksi ei võimalda hinnata elanike fluoriekspositsiooni ning sellega seotud

hambahaiguste ja teiste tervisehäirete riski. Selleks on vaja teada, kui palju elanikke ja millise fluorisisaldusega vett tarbib.

Summaarselt võetakse 38,1% uuritustest (400 000 elanikku) optimaalse fluorisisaldusega vett ning 57,8% (607 000 elaniku) joogivesi on fluorivaene. Lubamatult suure fluorisisaldusega vett tarbib 4,1% (42 600 elanikku). Linnades ja maakondades on olukord erinev. Narva inimesed ja enamik Tallinna elanikest (vastavalt 68 000 ja 343 000) joovad fluorivaest vett, mis võetakse vastavalt kas Narva jõest või Ülemiste järvest. Tallinnas saavad optimaalse fluorisisaldusega põhjavett Nõmme, Hiiu, Pirita ja Merivälja elanikud. Ka neljandik Tartu linna elanikest peab leppima Staadioni veehaarde fluorivaese veega, kuid ülejäänute joogivesi (Anne veehaardest ja eraldi olevatest puurkaevudest Aardlas jm) on optimaalse fluorisisaldusega. Erineva fluorisisaldusega joogivee tarbijate arv maakonniti on toodud joonisel 2.

## Arutelu

Joogivesi ja sellega valmistatud joogid-toidud on inimesele peamiseks fluori allikaks (1). Väikelastel võib fluoritud hambapasta allaneelamine fluori päevaannust suurendada. Käesolevas uuringus on elanike ekspositsiooni fluorile hinnatud joogivee fluorisisalduse alusel, teisi allikaid ei ole arvesse võetud.



\*Vastavalt Tallinna, Tartu ja Narva linna elaniketa

Joonis 2. Elanike erinev fluoriekspositsioon maakonniti.

Eesti elanikkond on joogiveega hästi varustatud (ühisveevärgiga hõlmatus 82,9%). Küsimus on selles, kas vesi on igal pool piisavalt kättesaadav ja milline on selle kvaliteet. Palju on väikesi ühisveevärke, mis teeb raskeks vee kvaliteedi tagamise, parandamise ja kontrolli. Kuni 100 tarbijaga veevärke on 40%, neist pooled isegi kuni 50 tarbijaga. Üle 10 000 tarbijaga veevärke on ainult 13 (1,1%), kuid need varustavad veega 65,5% elanikkonnast.

Joogivee fluorisisaldus varieerus suurtes piirides ja olenes veeallikast ning paikkonnast. Tallinnas ja Narvas on joogiveeallikaks fluorivaene pinnavesi. Maakondades on olenevalt regioonist veeallikana kasutusel viis põhjaveekihti, mille looduslik fluorisisaldus on erinev sõltuvalt hüdrogeoloogilistest tingimustest (6, 11). Nii võib ühes ja samas linnas/asulas olla erineva fluorisisaldusega joogivee piirkondi, kui vesi saadakse erinevatest veekihtidest.

Urimus näitas, et enamus elanikke (96%) joob vett, milles on fluori lubatud piirides (kuni 1,5 mg/l). Samal ajal on fluoriekspositsioon optimaalne ainult kolmandikul (38%) uuritustest. Neil on teatud kaitse hambakaariese vastu ja samal ajal minimaalne risk haigestuda fluoroosi (12). Ülejäänuid ohustab hambakaaries, sest organismis jääb puudu hambaemali tugevdavast fluorist. Ohustatud on enamik Tallinna ja Narva elanikest, kes saavad oma joogivee pinnaveest. Ka Lõuna-Eestis kasutatakse devoni liivakivide põhjavesi on väga fluorivaene. Kaaries on enim levinud hambahaigus Eestis (13). DMFT-indeks oli 12 aastastel lastel Lõuna-Eestis kaks korda suurem kui optimaalse fluorisisaldusega joogivee piirkondades - vastavalt 4,6–6,5 ja 2,1 (13, 14). Viimasel ajal ei soovitata joogivee fluorimist riiklikult (1, 15). Väikestes veevärkides oleks seda ka väga kallid ja keeruline teostada. Seetõttu tuleb hambakaariese ennetamiseks kasutada teisi võimalusi: regulaarne ja tõhus suuhügieen, fluoriidide paikne manustamine, individuaalselt ordineeritud tablettide andmine ning vajaduse

korral toitumistavade muutmine, eriti süsivesikurikka toidu ja näksimise osas (16).

Suhteliselt väikesel osal elanikest (4,1%), peamiselt Lääne- ja Kesk-Eestis, on veekaudne fluori ekspositsioon liiga suur. Nende fluoririkas joogivesi pärineb vastavalt ordoviitsiumi-siluri ja devoni-siluri veekihtidest (11, 17) ning on eelkõige väikeste veevärkide probleem. Sellise vee andmine elanikele ei ole lubatud, sest fluori kõrge ekspositsiooni korral võib välja kujuneda hammaste fluoroos, samuti muutused teistes elundites (1, 15).

Fluori eemaldamine joogiveest on raske ja kallis. Eelistada tuleks sobivamaid joogiveeallikaid või segada vett fluorivaesema veega teisest allikast. Igal juhul on vaja elanikke teavitada fluori joogiveekaudsest ekspositsioonist ja sellega seotud terviseohtudest, et nad ise saaksid neid vähendada. Üheks võimaluseks on sobiva pudelivee kasutamine joogiks ja toiduvalmistamiseks.

### **Kokkuvõte**

Eesti elanike joogiveekaudne fluoriekspositsioon varieerub suurtes piirides ning sõltub veeallikast ja paikkonnast. Inimesi on vaja teavitada fluori ekspositsioonist, et nad vajaduse ja võimaluse korral saaksid ise seda optimeerida või otsida vajalikku abi. Madala fluoriekspositsiooni korral tuleb anda individuaalsed soovitusel hambahaiguste ennetamiseks. Joogivee suur fluorisisaldus võib põhjustada tervisehäireid. Väljapääsuks on veeallika asendamine sobivamaga, erinevate puurkaevude vee segamine või vee defluorimine. Need valikud peab tegema ja ellu viima omavalitsus, kes vastutab elanike kvaliteetse joogiveega varustamise eest. Kuna toodud lahendused on väga kulukad ja nõuavad aega, siis nende rakendamiseni tuleks inimestel endil püüda vähendada fluoriekspositsiooni.

### **Tänuavaldus.**

Uuringut on rahastanud Eesti Stomatoloogia Selts ja rahvatervise sihtprogramm (projekt nr 99-56).

## Kirjandus

1. Indermitte E, Saava A. Fluor joogivees, selle võimalikud tervisemõjud. *Eesti Arst* 2006;85(1):26–31.
2. Angelillo IF, Torre I, Nobile CG, et al. Caries and fluorosis prevalence in communities with different concentrations of fluoride in water. *Caries Res* 1999;33(2):114–22.
3. Bardsen A, Klock KS, Bjoryatn K. Dental fluorosis among persons exposed to high- and low-fluoride drinking water in western Norway. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999;27:259–67.
4. Kiik V. Hambakaaries ja vee fluorisaldus Eestis. *Eesti Loodus* 1973;9:538–40.
5. Indermitte E, Russak S, Saava A. The contribution of drinking water towards dental fluorosis: a case study in Tartu. *Papers of Anthropology* 2005;14:97–109.
6. Karise V, Metsur M, Perens R jt. Eesti põhjavee kasutamine ja kaitse. Tallinn: Eesti Põhjaveekomisjon; 2004. lk. 81.
7. Kuik L. Joogivate fluori- ja joodisisaldusest Eesti NSV-s. *Kurortoloogilised uurimused* 1963;2:39–45.
8. Saava A, Uiho M, Ratnik V. Mikroelementide sisaldus Eesti vees ja nende osa kohalikus patoloogias. *Eesti Loodus* 1973;10:606–8.
9. Muzõišin M. Fluoriidide sisaldus Pärnu alamvesikonna elanike joogivees, nende toksilisusest tulenevate terviseriskide analüüs ja võimalik juhtimine. *Magistritöö* rahvatervises. Tartu: Tartu Ülikooli tervishoiu instituut; 2003. lk. 75.
10. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th edition. Washington, DC: American Public Health Association; 1998.
11. Karro E, Indermitte E, Saava A, et al. Fluoride occurrence in publicly supplied water in Estonia. *Environ Geol* 2006;50(3):389–96.
12. Environmental Health Criteria 227: Fluorides. Geneva: WHO; 2002. p. 193.
13. Russak S. Hammaste tervis ja suuõõne hügieen. K. Põlluste (koostaja). *Eesti rahva tervis*. Tartu; 1998. lk. 38–43.
14. Dragheim E, Petersen PE, Kalo I, et al. Dental caries in schoolchildren of an Estonian and a Danish municipality. *Int J Paediatr Dent* 2000;10:271–7.
15. Connett P. US National Research Council Subcommittee on fluoride in drinking water. *Fluoride* 2003;36(4):280–9.
16. Indermitte E, Saava A, Saag M jt. Joogivee fluorisaldus Eestis, selle tähtsus hambakaariese ja fluuroosi levimuses ning ennetuses. Tartu: Tartu Ülikooli kirjastus; 2005. lk. 96.
17. Karro E, Rosentau A. Fluoride levels in the Silurian-Ordovician aquifer system of western Estonia. *Fluoride* 2005;38(4):307–11.

## Summary

### Human exposure to fluorides via drinking water in Estonia

Drinking water comes mainly from several groundwater aquifers; only two cities (capital Tallinn and Narva) use surface water as a source of drinking water. Overall access to water supplies is 82.9%.

**The aim** of the study was to determine fluoride content in drinking water in different regions of Estonia, to assess population exposure to fluoride, to recommend measures to optimise it and to prevent possible health risks.

**Subjects and methods.** Fluoride content in drinking water was analysed in 735 samples from the public water supplies of 47 towns and 471 rural settlements in all 15 counties throughout Estonia.

**Results.** The results indicate that the content of fluoride in drinking water ranged from 0.01 to 6.95 mg/l. Concentrations exceeding the permissible limit (1.5 mg/l) were obtained in 14.4% of the samples. A great majority

(over 95%) of Estonian population is drinking water with fluoride content below maximum permitted level. Conditions are unfavorable for 42 600 (4.1%) inhabitants, first of all in Western Estonia, who consume high-fluoride drinking water and are exposed to toxic effects of fluoride. This problem concerns mainly small public water supplies. High-fluoride drinking water originates from Ordovician and Silurian aquifers. Over half of the population (57.8%) consumes low-fluoride drinking water and are deprived of the beneficial effects of fluoride on the teeth through hardening of the enamel and reducing the risk of dental caries.

**Conclusion.** Fluoride levels in water have to be taken into account when planning and implementing public water supply projects. Preventive measures to reduce adverse health effects associated with different fluoride level in drinking water are discussed.

Ene.Indermitte@ut.ee