

# Keemilised riskitegurid (F, Ba, Al, As, karedus, kloriidid) vees, nende päritolu, mõju tervisele

Kursusetöö keskkonnatervishoius (lühendatult)

Tartu Ülikooli arstiteaduskonna keskkonna- ja tervishoiu õppetool

© Mihhail Muzõtšin,

Tervisekaitseinspektsiooni peadirektori asetäitja

Keemilised riskitegurid (F, Ba, Al, As, karedus, kloriidid) vees, nende päritolu, mõju tervisele .....	1
Sissejuhatus.....	1
Riskitegurite lühiiseloostus ja tervisemõjud .....	2
Arseen .....	2
Alumiinium .....	2
Fluoriidid.....	3
Baarium.....	3
Karedus .....	4
Kloriidid.....	5

## Sissejuhatus

Joogivesi on üks tähtsamaid keskkonnategureid, mis oluliselt mõjutab elanike tervist. Värsket vett peaks inimene saama iga päev keskmiselt 1,5–2 liitrit ning see jõuab organismis iga koe ja rakuni.

Seos mitmete vee keemiliste komponentide (nitraadid, fluor, boor, alumiinium, baarium, kaadmium, nikkel jt) ja teatud mittenakkuslike krooniliste haiguste vahel on nüüdseks tõestatud (WHO, 1993). Kuid need haigused kujunevad välja pikaajalise ekspositsiooni korral, mistõttu põhjuslikku seost joogiveega on küllalt raske kindlaks teha.

Tavaliselt määratakse veeallikate vee tervistohustavaid komponente (enamuses on nendeks mikroelemendid) enne veevarude kinnitamist ja uute veeallikate kasutamisele võtmist. Eestis võtavad selleks veeproove põhiliselt OÜ Eesti Geoloogiakeskus ja AS Maves. Analüüsiandmetest nähtub, et **alumiiniumi, arseeni, kaadmiumi, kroomi, mangaani, plii, seleeni ja tsiingi maksimumväärtused jäävad piirsisaldusest madalamaks ja nende ainete sisaldus joogivees tervist ei ohusta**. Probleemseteks mikrokomponentideks on olnud varasematel aegadel ja on ka praegu **boor, baarium, kohati fluor, molübdeen ja nikkel**. Alates 01.06.02 langes baarium sellest nimistust välja, sest seda määruses nr 82 ei limiteerita (varem 0,7 mg/l, EVS 663:1995 Joogivesi). Samuti on uus LPS leebem boori suhtes – 1,0 mg/l (varem 0,3 mg/l). Molübdeeni ja nikli kõrge sisaldus võib aastatetaguste uuringute tulemuste põhjal teatud piirkondades saada limiteerivaks teguriks veeallikate valikul (viimase aja uuringud puuduvad).

## Riskitegurite lühiiseloomustus ja tervisemõjud

### Arseen

Mürgine element. Vette satub Cu-rikastusvabrikutest, fossiilsetest kütustest, mõnedest puiduimmutusainetest. As on hädavajalik element mõnede loomaliikidele (rotid, kitsed, linnupojad), aga inimorganismile ei ole.

Kõige mürgisem vorm on arseniit. As poolestusaeg organismis on 10–48 tundi.

Akuutse, surmava mürgistuse põhjustab 70–180 mg annus. Pikaajaline ekspositsioon 2–5 mg ööpäevas põhjustab mürgistussümptomeid: lihase nõrkus, iiveldus jne.

As sisaldus loodusliku päritoluga joogivees on tavaliselt 1 ja 2 µg/l. On olemas regioone, kus As sisaldus joogivees on 12 mg/l.

**Peamiseks As allikaks on toiduained (kala ja liha) – keskmine As päevatarbimine toidust on 40 µg ja veest 10 µg (õhust < 1 µg).**

As eritub organismist kiiresti neerude kaudu, aga anorgaaniline As võib akumuleeruda luustikus, nahas ja lihastes (poolestusaeg 2 ja 40 päeva vahel). As läbib transplatsentaarset barjääri.

**Loomkatsete abil on tõestatud As teratogeensus.**

Akuutse mürgistuse võib põhjustada joogivesi, mis sisaldab As 1,2 kuni 21 mg/l.

Surmav doos diarseentrioksiidide puhul on 1,5 mg kehakaalu kilogrammi kohta.

Krooniline As mürgistus, mis koosneb nahakahjustustest, perifeerses nefropaatiast, nahavähist ja perifeersete veresoonte haigestumisest, esineb inimestel, kes tarbivad As-iga saastunud joogivett. Nahakahjustusi oli täheldatud 5 aastat pärast

ekspositsiooni. Veresoonekonna kahjustusi avastati lastel, kes tarbisid 7 aasta jooksul As-iga saastunud vett (keskmine kontsentratsioon 0,6 mg/l).

Hiinas on uuritud populatsiooni (40 421 inimest), kes jaotati kolme rühma vastavalt As sisaldusele tarbivas joogivees (kõrge > 0,6 mg/l, keskmine 0,3–0,59 mg/l ja väike < 0,29 mg/l). Tõestati tihed seos As (joogivee kaudu) ekspositsiooni ja nahakahjustuste ning nahavähi vahel.

Samas tõestas Hiinas ökoloogiline uuring seost As sisalduse joogivees ja letaalsuse naha-, kuusepõie-, maksa-, kopsu-, neeru-, eesnäärmevähi vahel.

EPA järgi on risk haigestuda nahavähki As-iga saastunud joogivee tarbimisel järgmine:

As kontsentratsioon joogivees	Risk haigestuda nahavähki
1,7 µg/l	10 <sup>-4</sup>
0,17 µg/l	10 <sup>-5</sup>
0,017 µg/l	10 <sup>-6</sup>

**Eesti joogivees on arseeni piirsisaldus 10 µg/l.**

### Alumiinium

Esineb looduslikult maapõues: maarjat sisaldavas savimaas, hapestumine lahustab, Al-sulfaatsetitamisest jääb vette ca 0,6 mg/l alumiiniumi. Ühe allikana mainitakse ka joogivett, mida lisaks happesademeile on paljudes paikades mõjutanud ka veevärkide puhastamiseks kasutatud alumiiniumsulfaat.

**Al kontsentratsioon joogivees sõltub füüsikalise-keemilistest ja mineroloogilistest asjaoludest. Tavaliselt on Al sisaldus kuni 0,05 mg/l, aga kõrge pH juures on registreeritud kuni 90 mg/l (WHO, 1997).**

Toidu kaudu saadakse alumiiniumi keskmiselt 6,7 mg/ööpäevas, sellest kuni 10% pärineb veest. Joogiveest imenduva Al hulk näib olevat pöördvõrdeline vee ränisisaldusega. Kuigi suur osa organismi sattunud alumiiniumist eritub uriiniga tundide või päevade jooksul, jääb osa siiski organismi pikemaks ajaks, mis põhjustab kumulatsiooniohtu.

Tervisekahjustusi on täheldatud dialüüsipatsientidel, nn dialüüsdementia, mille puhul on alumiiniumi saadud kümneid mg/ööpäevas, kahtlusi on teistegi neuroloogiliste haiguste puhul.

Tundub, et Al võib päriliku eelsoodumuse korral olla üheks Alzheimeri tõve vallandavaks teguriks. Joogivee alumiiniumisisaldus, mida peetakse uurimustes Alzheimeri tõve riski suurendavaks asjaoluks, on 40 aasta jooksul 1,6 g alumiiniumi. Alumiiniumil ei ole avastatud mingit soodsat toimet tervisele.

WHO soovitus – Al ei tohi ületada 7 mg kehakaalu kilogrammi kohta nädalas.

**Eesti joogivees on Al piirsisaldus 200 µg/l.**

### **Fluoriidid**

Eesti pinnavees on fluoriide üldiselt vähe, sisaldus põhjavees sõltub horisondist – võib olla mitmeid mg liitris. Igapäevane inimesele vajalik kogus fluoriide joogiveest on 1 mg ööpäevas ja toidust 0,56 mg ööpäevas. Üledoseerimine põhjustab hambafluuroosi ja luude hõrenemist (ohtlik sisaldus üle 1,5 mg/l). Toit suudab katta maksimaalselt 10–20% organismi fluorivajadusest.

Merevees on fluoriide kontsentratsioon kuni 1,3 mg/l. Mõnede regioonide põhjavees võib olla kuni 10 mg/l fluoriide (Hiina).

On täheldatud kõrge fluoriidide kontsentratsioon tees. Keskmise fluoriidide sisaldus teelehtedel on 100 mg/kg, mis võimaldab 2–3 tassiga saada 0,4–0,8 mg fluoriide.

Muidugi regioonides, kus fluoriidide sisaldus joogivees on kõrge, võib tassi teega saada rohkem fluoriide.

Päevadoos sõltub piirkonnast. Näiteks Hollandis arvestuslik päevane fluoriidide doos on 1,4–6 mg (toit on peamine – 80%). Joogiveest saavad sealsed elanikud 0,03–0,68 ja hambapastast 0,2–0,3 mg/päevas fluoriide.

**F on vajalik loom- ja inimorganismile, aga täpsemalt ei ole välja selgitatud selle miinimumkogust.**

Rottide uuringu põhjal oli kahtlus, et F põhjustab vähki, aga lisauuringud seda ei tõestanud.

**Kui joogivees on fluorisisaldus alla 0,5 mg/l, siis on soodustatud hambakariese teke, mis on valdavalt irreversiivse kuluga. Joogivee fluorisisaldusel on profülaktiline toime hambakaariesele kuni kontsentratsiooni 1,5 mg/l, kõrgemate kontsentratsioonide korral hakkab avalduma fluoriühendite toksiline toime.**

**Massiline hambafluuroos tekib mõõdukas kliimas joogivee fluorisisalduse 1,5–2,0 mg/l korral.**

**Optimaalseks peetakse joogivee fluorisisaldus 0,7–1,2 mg/l.**

**Eesti joogivees on F piirsisaldus on 1,5 mg/l.**

### **Baarium**

Baarium on joogivees peamiselt looduslikku päritolu. Baariumiühendite lahustuvus tõuseb pH langemisega.

**Keskmine pikaajaline uuritud Ba doos võiks olla 0,75 mg/päevas (muutuste piirid 0,44–1,8 mg/päevas). Ba saadakse veest, õhust ja eelkõige toidust.**

Ba transporditakse luudesse vere kaudu. On avastatud, et Ba läbib platsentaarse barjääri. 20% imendunud Ba eritub fekaalidega ja 7% uriiniga 24 tunni jooksul.

Akuutne toime uuritud LD<sub>50</sub> BaCl<sub>2</sub> on rottidele 118 mg/kg kehakaalu kilogrammi kohta.

Rottidega tehtud katsed (20 nädala jooksul manustati baariumkloriidi joogiveega 1,5 mg kehakaalu kohta päevas) ei täheldatud vererõhu muutumist. 16 nädala jooksul saadud baariumkloriid doosiga 1000 mg/l puhul avastati mikrokahjustusi neerude glomeerulites. Aga doos 250 mg/l 5 kuu jooksul ei põhjustanud neerude kahjustusi. Loomkatsete alusel tõestati ebasoodne efekt süstoolse vererõhu suurenemisel ja selle alusel võiks määrata NOAEL 0,51 mg ja LOAEL 5,1 mg Ba kehakaalu kilogrammi kohta päevas.

Ba reproduktiivne toksilisus, embrüotoksilisus ja teratogeensus joogivee tarbimisel ei ole tõestatud, mutageensust ei ole avastatud. Pikaajaliste uuringute käigus rottidega doosiga 5 mg/l joogivees ei avastatud Ba kantserogeensust.

**Ba ei ole inimorganismile vajalik.**

**Akuutne mürgine BaCl<sub>2</sub> doos inimesele on 0,2–0,5 g ("pa-ping" haigus Hiinas), letaalne doos on 3-4 g vahel.**

Epidemioloogilised uuringud avastasid negatiivset korrelatsiooni Ba sisaldusega joogivees ja südamehaigustesse haigestumise ning suremuse vahel (Illinois, Ba joogivees 2-10 mg/l võrreldes <0.2 mg/l, 1971-75).

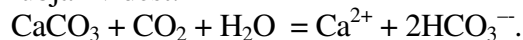
Kuna kantserogeensust ei ole tõestatud, siis võib võtta arvesse TDI.

Talutav Ba päevaannus nende uuringute kohaselt (Illinois) võib olla joogivees 0,7 mg/l (NOAEL 7,3 mg/l).

Eesti joogivees ei ole Ba piirsisaldus normeeritud.

### **Karedus**

Kaltsiumi, magneesiumi katioonid määravad vee kareduse. Peale Ca ja Mg tekitavad vee karedust teised katioonid (näiteks raud, mangaan, baarium, strontsium ning tsink). Magevees leiduvatest katioonidest on tavaliselt valdavalt kaltsiumi ioonid Ca<sup>2+</sup>. Nende sisaldus määrab vee **kareduse**. Ohtralt süsihappegaasi sisaldav vesi lahustab kaltsiumi lubjakividest:



Pöördreaktsiooni käigus ladestub lubjakivi veekogu põhja (näiteks järvelubi). Teatavasti saab karedat vett pehmemaks muuta keetmisega, mispuhul CaCO<sub>3</sub> ladestub katlakivina. Karedus määratakse tavaliselt CaCO<sub>3</sub> kogusega mg/l. Vee karedust võrreldakse harilikult seebiga (pehme või kare). Samuti võiks karedust arvestada nagu ajutist (karbonaatne) ja püsivat (mittekarbonaatne). Karedust kõrvaldatakse ionitidega (vee pehmendamine).

Peamised Ca ja Mg allikad on paekivi ja kriit. Kogu karedus tekib teiste polüvalentsete katioonide lisandumisega (raud, mangaan, baarium, strontsium ning tsink).

**Organoleptiline lävepakk kaltsiumiioonide puhul on 100–300 mg/l.**

Tavaline Ca kontsentratsioon joogivees on 100 kuni 500 mg/l. Magneesiumisoolad tavaliselt lahustuvad ja nende kontsentratsioon on kuni 10 mg/l.

**Kaltsium on inimese organismile enim vajaminev mineraal. Ilma selleta osutuksid võimatuks paljud elutähtsad funktsioonid, näiteks närviimpulsside ülekande, lihaste kokkutõmbed, immuunsus, aga ka vere hüübimine.**

**Ca on põhikomponent meie luudes, tänu millele nad on vastupidavad, elastsed ja tugevad.**

Ei ole tõestatud, et karedus põhjustaks terviseprobleeme. Vastupidi – epidemioloogilistes uuringutes on täheldatud, et meestel on olemas pöördvõrdeline

seos tarvitatava joogivee kareduse ja südamehaiguste registreerimise vahel, aga ainult kuni 170 CaCO<sub>3</sub> mg/l.

Eesti joogivees ei ole karedus normeeritud.

### **Kloriidid**

Organoleptiline lävepakk sõltub katioonist, millega on seotud kloriidi anioon. Näiteks NaCl ja CaCl<sub>2</sub> muudavad joogivee maitset kontsentratsiooni 200–300 mg/l piiril.

Kohvi maitse muutub alates 400 mg/l NaCl või 530 mg/l CaCl<sub>2</sub>.

Kloriidide allikaks on looduslikud protsessid maakeras ja hüdrofääris ning inimtegevus (näiteks maantee soolamine talvel, vee kloorimine).

**Joogivee pävatarbimisest satub organismi 0,33 kuni 1,6% kloriide.**

Akuutne kinnitatud doos rottidele (LD 50) CaCl<sub>2</sub> ja NaCl on vastavalt 1000 ja 3000 mg kehakaalu kilogrammi kohta.

Tervisemõju sõltub katioonist, mitte kloriidist. Näiteks joogivee tarbimine, mille NaCl kontsentratsioon oli 2,5 g/l, põhjustas hüpertooniat.

Tavaliselt on inimorganismis 81,7 g kloriide. Doos 1 g NaCl kehakaalu kilogrammi kohta võib olla surmav 9nädalasele imikule. Piisav päevaannus lastele on 45 mg.

Soovitav täiskasvanu päevaannus on 9 mg kehakaalu kilogrammi kohta.

88% kloriide on inimorganismis väljaspool rakke ja soodustavad osmootilist aktiivsust. Kloriidid erituvad uuriniga (90%), fekaalidega (8%) ja higiga (2%).

**Eesti joogivees kloriidi piirsisaldus on 250 mg/l.**