

# Keemilised riskitegurid (B, nitraadid, Pb, Ni, Fe, sulfaadid) vees, nende päritolu, mõju tervisele

Kursusetöö keskkonnatervishoius (lühendatult)

Tartu Ülikooli arstiteaduskonna keskkonna- ja tervishoiu õppetool

© Külliki Siilak,

Tartu Tervisekaitsetalituse direktor

Keemilised riskitegurid (B, nitraadid, Pb, Ni, Fe, sulfaadid) vees, nende päritolu, mõju tervisele .....	1
Sissejuhatus .....	1
Boor vees kui riskitegur tervisele .....	1
Mõju tervisele.....	1
Nitraadid ja nitritid vees kui riskitegurid tervisele .....	2
Mõju tervisele.....	2
Plii vees kui riskitegur tervisele.....	3
Mõju tervisele.....	3
Nikkel vees kui terviseriski tegur .....	4
Mõju tervisele.....	4
Raud vees kui terviseriski tegur.....	4
Mõju tervisele.....	4
Sulfaadid vees kui terviseriski tegur.....	5
Mõju tervisele.....	5
Kasutatud kirjandus .....	5

## Sissejuhatus

Inimene ei saa elada ilma veeta. Inimasustused koonduvad veekogude äärde, millest tuleneb järjest suurenev reostuskoormus. Vesi on suurepärase lahusti – enamik vette sattunud ühendeid lahustub.

Pinnaveekogude – merede, järvede, jõgede, veehoidlate – keemiliste ühendite sisaldus erineb paikkonniti, kuid ka eri sügavustel asuvad veekihid erinevad üksteisest ühendite erineva sisalduse poolest.

## Boor vees kui riskitegur tervisele

Looduses esineb boor boorhappena ( $H_3BO_3$ ) ja boorhappe sooladena, viimastest on enim tuntud booraks ( $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ), mis on valget värvi pulber või kristallid. Booraks ehk naatrium tetraboraat lahustub vees ja glütseriinis, vesilahus on nõrgalt leeliselise reaktsiooniga. Boor on mittemetall. Erinevaid boori sisaldavaid ühendeid kasutatakse klaasitööstuses, tulekustutites, naha parkimise tööstuses, kosmeetikatoodetes, fotomaterjalides, seepides ja puhastuslahustes ning kõrge kütteväärtusega kütustes. Boraate sisaldavad ka prussakamürgid ja mõned toiduainete säilitusained. Boorhape ja boraadid (vees lahustuvad boorhappe soolad) on bakteriostaatilise toimega ja on leidnud kasutamist näiteks suuvees. Nõukogude ajal kasutati boori ühendeid ka meditsiinis, näiteks booraksglütseriinina.

Boor satub keskkonda tööstusest, tema looduslikest allikatest nagu ookeanist, vulkaanipurskega, geotermilistest aurudest.

Vees esineb boor happena, kuid pole täpselt teada, kui kaua ta seal püsib. Boor ei akumuleeru kalades ega teistes vees elavates organismides.

## Mõju tervisele

Boor esineb õhus, vees ja toidus, enamasti puu- ja juurviljades. Otseselt puutuvad boori toimega kokku boorhapet ja booraksit tootva tööstuse töölised. Igapäevaelus

puutuvad boori produktidega kokku kosmeetika, puhastusvahendite või mürkide (prussakad, vaaraosipelgad) kasutajad.

Mõju tervisele avaldub boori sisaldava vee – enamasti pinnavee –, joomisel. Eesti Vabariigi Sotsiaalministri määruse “Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid” toodud keemiliste kvaliteedinäitajate lõigus on boori **piirsaldus vees 1,0 mg/l**.

Lõuna-Eestis jääb boori sisaldus vees lubatud piiresse (enamasti alla 0,3 mg/l), mõneti kõrgemad olid näitajad Luhamaal 0,38 mg/l, Meremäel 0,86 mg/l, Lasval 0,40 mg/l.

Boori leitakse enam ka põhjaranniku ja Pärnu ümbruse põhjavees.

Boori suurte koguste kasutamisel lühikese aja (kuni kahe nädala) jooksul kahjustuvad magu, soolestik, maks, neerud ja aju. Tüüpilised on mao-sooletrakti ja

kesknärvisüsteemi ärritusnähud kuni depressiooni kujunemiseni. Madalaim

boorhappe annus, mis põhjustab sarnaseid tervisehäireid, on 640 mg/kg kehakaalu

kohta või 112mg boori kg kehakaalu kohta. Loomkatsetes on täheldatud testiste

atrofeerumist ja spermatogeneesi häirumist ning sünnidefektide esinemist.

Boori kantserogeenset toimet pole täheldatud. Pikaajalise (aasta või kauem)

boorhappe või booraksi toimel kujunevad isupuudus, iiveldus, oksendus ning

depressioon.

**Keskmiselt saab inimene igapäeva toiduga 2,1–4,3 mg boori päevas, joogiveega keskmiselt 0,24 mg päevas. Need annused ei põhjusta tervisehädasid.**

TDI on 88 µg/kg kehakaalu kohta.

### **Nitraadid ja nitritid vees kui riskitegurid tervisele**

Nitraat ja nitrit on lämmastikahela loomulikud osad; nitraatioon ( $NO_3$ ) on püsiv hapnikuga seotud ühend, nitritioon ( $NO_2$ ) on keemiliselt ebastabiilsem, muutudes nitraatiooniks. Mõlemad on vees hästi lahustuvad. Enam levinud on Na, K, Ca-nitraadid ja nitritid, viimased tekitavad lämmastikühendite mittetäielikul oksüdeerumisel ja nende esinemine on bakteritegevuse märgiks. Nii nitritid kui ka nitraadid on enamasti värvitud kristallid, nende kuumutamisel vabaneb hapnik, mistõttu neid kasutatakse tugevate oksüdeerijatena.

Nitraadid esinevad praktiliselt kõigis veetüüpides. Puhastes looduslikes vetes ei ületa nitraatide sisaldus 0,1 mg/l. Nitraatide suur sisaldus vees osutab mõnikord varasemale reostusele fekaalvetega, samaaegne nitraatide ja ammoniaagi esinemine vees ja pinnases näitab, et orgaaniliste ainete mineralisatsioon pole veel lõppenud ja aset võib leida bakteriaalne reostus. Uurides pinnavett nitraatide suhtes, saab otsustada vee isepuhastumisvõime üle.

### **Mõju tervisele**

Nitraatide ja nitritite olemasolu vees näitab vee üldist saastatust ehk üldreostust.

Nitraatide naatrium-, kaalium-, kaltsiumsooli kasutatakse põllumajanduses väetistena.

Nitraate kasutatakse värvide tootmisel, tikuvabrikus, klaasitööstuses, samuti lõhkeainetes ja signaalrakettides.

Allaneelatud nitraadid imenduvad soolestikus, nad läbivad kiirelt kudesid – umbes 25% nitraatidest jõuab sülje koostisse. Imendunud nitritid oksüdeeritakse veres kiirelt nitraatideks, nitrit võtab osa hemoglobiini muutmisest methemoglobiiniks. Viimane on ka nitritite olulisim bioloogiline toime inimese organismis, kuna moodustuv methemoglobiin ei ole võimeline transportima hapnikku nagu hemoglobiin.

Kliiniline haiguspilt kujuneb juhul, kui methemoglobiini osa on üle 10% hemoglobiinist (tavaliselt on see näit 2%). Methemoglobineemia avaldub

hapnikunälguse pildina – tsüanoos, asfüksia. Nitritid läbivad platsenta. Enamus nitraate eritub organismist uriiniga kas nitraatidena, ammoniaagina või ureana. Surmavaks on 4–50g nitraatide ühekordne annus. Kuna nitraadid ja nitritid võivad olla kantserogeensete nitrosoamiinide eelproduktideks, arvatakse, et on seos mao või söögitoru vähi tekke riski ja nitraatide/nitritite suurte dooside kasutamise vahel. Austraalias on leitud arvatav seos nitraatide kõrge tasemega joogivees väärengute tekkega. Otsitakse seost nitraatide ja kilpnäärme haiguste vahel. Nitraatide **piirsisaldus** joogivees on kuni 50 mg/l /6/. Nitritite **piirsisaldus** joogivees on 0,50 mg/l /6/. Eestis on oluliselt vähenenud väetiste kasutamine, ka on kadunud veekogude lähedale kunagi ehitatud loomafarmid. Vältida tuleb fekaalvete sattumist joogiks kasutatava veereservuaari lähedusse.

### **Plii vees kui riskitegur tervisele**

Pliid esineb kõikjal keskkonnas. Pliid tekib palju ka inimtegevuse käigus, nagu orgaaniliste kütuste põletamisel, kaevandamisel ja tööstuses. Looduses esineb pliid lubjakivis ja galeniidis (PbS). Plii võib olla lahustuvana ioonidena või mittelahustuvana sulfiidina, karbonaadina või sulfaadina. Ekspositsioon tekib õhu, toidu ja vee kaudu.

Pliid on põhjavees harva. Joogivette satub plii pliid sisaldavate veetoorude kaudu; lahustuv olekus plii hulk kraanivees sõltub lisaks teistele põhjustele ka vee pH-st, temperatuurist, vee karedusest, vee seismise ajast torustikus. Pehme või happelise reaktsiooniga vesi on parim plii lahusti.

Kuna plii on püsiv, paiknedes kõrgeimas kontsentratsioonis 1-5 cm sügavuses pinnases (sõidutee äärne tolm), tuleb tema kahjutustamiseks kasutada meetmeid. 80% päevasest plii kogusest satub inimese organismi toidu, mustuse ja tolmu kaudu. Kui pliiühendid paiskuvad õhku, võivad nad lennata kaugele. Lapsi kahjustavad pliid sisaldavate värvidega värvitud mänguasjadega mängimine ja pliid sisaldava majatolmu või pinnasetolmu allaneelamine.

### **Mõju tervisele**

Plii mõjutab praktiliselt iga inimkeha organit, kõige haavatavam on närvisüsteem, eriti lastel. Plii kahjustab ka neerusid ja reproduktiivsüsteemi. Plii suured annused alandavad reaktsiooniaega, kutsuvad esile nõrkuse sõrmedes, randmetes ja pahkludes ning halvendavad mälu. Plii võib põhjustada kehvveresust, kahjustada meeste reproduktiivsüsteemi. Plii kumuleerub luudes.

Loomkatsete põhjal arvatakse pliiatsetaadi ja pliifosfaadi vähki põhjustavat toimet. Väikelapsed on plii toimele enam vastuvõtlikud, neil tekib kehvveresus, valud kõhus, lihasnõrkus ja ajukahjustus; kahjustub vaimne ja füüsiline areng. Loodet kahjustuvad emaihus, kuna plii läbib platsenta. Suurte plii dooside toimet võivad sündida enneaegsed lapsed, alakaalulised imikud, vaimse arenguhäirega koolieas ja väikese kasvuga.

Kirjanduse andmeil piisab 210–390 µg/liitris, et lastel põhjustada intoksikatsiooni nähte. Imendumata plii väljub organismist *faecesega*, imendunud sapi ja uriiniga. Äge plii mürgitus (ärritatavus, peavalu, lihasvärin, kõhuvalu, hallutsinatsioonid jne) tekib, kui veres on 100–120 µg/dl pliid täiskasvanutel. Lastel kujunevad samad nähud 80–100 µg/dl kohta.

Krooniline plii mürgitus (väsimus, unisus, ärrituvus, peavalu, liigesvalud, mao-sooletrakti vaevused) ilmneb plii sisalduse puhul veres 50–80 µg/dl.

Epidemioloogilised uuringud tõestasid, et plii toimet tõusis enneaegsete sünnituste osakaal neli korda naistel, kelle vereseerumi pliiisisaldus oli 14 µg/dl-s, võrreldes kontrollgrupi naistega, kellel pliiisisaldus veres oli alla 8 µg/dl kohta. On tehtud uuringuid laste IQ hindamiseks, mis samuti kinnitasid plii toksilist toimet. Talutav päevaannus TDI on 3,5 µg/kg kehakaalu kohta. Plii **piirsaldus** joogivees on 10 µg/l kohta /6/.

### **Nikkel vees kui terviseriski tegur**

Nikkel on kõva, hõbedas-valkjass metall, mida kasutatakse sulamites. Keskkonnas esineb ta oksiidina või sulfiidina. Teda esineb pinnases ja vulkaanipurske kivimites. Nikkel esineb sageli sulamites koos raua, vase, kroomi või tsingiga. Nikliühendid on keraamikavärvides, patareides, joogivee kraanide jooteliidetes jne. Nikkel ei ole tavapärast loodusliku vee koostises, teda leitakse vaid neis järvedes ja jõgedes, mille vesi puutub kokku niklit sisaldavate mäekivimitega. Reovees esineb niklit vaid metallitööstuse ja keemiatööstuse heitvetes. Vees esineb nikkel lahustuvana enamasti või mittelahustuvana. Joogivees on niklit vähe, tavaliselt alla 0,02 mg/liitris.

### **Mõju tervisele**

Toime avaldub õhu, toidu, vee ja otsese kontakti kaudu. Enamuse niklit saame toidu kaudu ja juues vett, mis sisaldab nikli väikesi osakesi, või kandes niklit sisaldavaid ehteid.

Sagedasem nikli toime tervisele on naha allergiline reaktsioon, mida esineb 8–14,5% naistest ja 1% meestest. Harva esineb niklitööstuse töötajatel kopsuhaigusi kroonilise bronhiidi ja langenud kopsufunktsiooni näol. Inimesed, kes juhtuvad jooma väga kõrge niklisisaldusega vett (100 000 korda), võivad kaevata kõhuvalu, neil on muutused veres ja neerudes. On täheldatud kopsu ja ninasiinuse vähi esinemist töötajatel, kes hingasid nikli tolmu.

Talutav päevaannus – TDI on 5 g/kg kehakaalu kohta.

On teada, et nikli doos 7,1–35,7 mg/kg kehakaalu kohta põhjustab kliinilise pildi.

Nikli lubatud **piirnorm** vees on 20 g/l kohta.

### **Raud vees kui terviseriski tegur**

Raud on looduses levinud element, olles sisalduselt maakoos neljandal kohal (pärast hapnikku, räni ja alumiiniumi). Valdav kogus rauda sisaldub maakoos ühenditena (oksiidid, hüdroksiidid, karbonaadid ja sulfiidid). Enamasti on raud looduses oksiididena: FeO ja Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Inimorganismis on rauda 3–4 grammi, sellest peamine osa kuulub vere hemoglobiini koostisse, viimase ülesandeks on õhuhapniku sidumine ja edasikandmine organismis. Rauda esineb ka pinna- ja põhjavees.

Rauasisaldus kraanivees muudab vee roostekarvaliseks ja annab veele metallimaitse. Sageli on põhjavesi suure rauasisaldusega, seda ka Lõuna-Eestis. Teiseks raua esinemise põhjuseks joogivees on roostetavad veevärgitorud.

### **Mõju tervisele**

Rauaoksiidi kasutatakse pigmendina värvide koostises, erinevaid rauasoola ühendeid kasutatakse veekvaliteedi parendamisel kui koagulante. Suukaudseid rauapreparaate kasutatakse kehveresuse raviks. Rauda esineb looduslikus vees 0,5–50 mg/l.

Joogivette satub raud vee koagulantidega või veetorustikust.

Vee kõrge rauasisaldus häirib inimesi, kuna tarbitav vesi on kollakat värvi, hägune ja jätab kööginõudele roostetriibud. Enim on täheldatav tarbija emotsionaalne reageerimine vee väljanägemisele kui mõtte terviseohust. Organismi sattunud raud imendub enamuses kaksteistsõrmiksooles ja peensoole algusosas. On teada, et isikutel, kes kasutasid kõrge rauasisaldusega joogivett, ilmnes positiivne rauabilanss ja kõrgemad oksüdatiivse stressi näitajad. Viimast seostatakse kahevalentse raua prooksidantsete omadustega. Oksüdatiivset stressi peetakse mitmete haiguste, nagu põletikud, südam-veresoonkonna haigused, suhkrutõbi, kasvajakasv, etioloogiliseks teguriks. Osa teadlasi arvab, et liigne kahevalentne raud annab maksakahjustust ja tekitab – eriti meestel – hemokromatoosi.

Raua **piirsaldus** joogivees on 200 µg/l.

### **Sulfaadid vees kui terviseriski tegur**

Sulfaadid esinevad teatud mineraalides nagu BaSO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>\*7H<sub>2</sub>O, CaSO<sub>4</sub>\*2 H<sub>2</sub>O (kips). Nende sisaldus määrab vee mittekarbonaatse kareduse. Sulfaatide kõrge sisaldus veekogudes viitab väävelühenditega heitvete sattumisele veekogusse.

Väävelhappe ühendid sulfaatide ja sulfitite näol on ühed nn happelihma koostisosad, moodustades vääveloksiidide reageerimisel veega. Happevihmad kutsuvad esile metallide korrosiooni, taimestiku kahjustumise ja hävimise, looduslikes vetes kalade ja teiste elusorganismide hukkumise, pinnase ja muldade hapestumise, sattumise koos raskemetallidega joogivette ja toiduainetesse. Kirjanduse andmeil on vihmavees sulfaate 1,0–3,8 mg/l, merevesi sisaldab umbes 2700 mg/l.

Sulfaadid on pigem vee organoleptilisi omadusi mõjutavad ained. Vee maitse muutus tekib, kui vesi sisaldab üle 250 mg liitris sodium-sulfaati või üle 1000 mg liitris kaltsium-sulfaati.

Sulfaatide sisaldus vees on vee agressiivsuse ehk korrosioonivõime näitaja.

### **Mõju tervisele**

Väävelhappe ühendeid, sealhulgas sulfaate, kasutatakse väetistes, kemikaalides, värvides, klaasitööstuses, seepides, fungitsiidse toimega toodetes, insektitsiidides, ravimites. Nad leiavad kasutamist kaevanduses, puidu-, metalli-, reovee puhastamisel ja nahatööstuses. Alumiiniumsulfaati vajatakse joogivee sedimentatsiooni toimeainena vee kvaliteedi parandamiseks.

Päevas satub inimese organismi joogivee, toidu, õhu kaudu umbes 500 mg, enamuse küll toiduga.

On tõsi, et sulfaadid on üsna madala toksilisusega. Potassiumi ehk tsink-sulfaadi surmavaks annuseks on 45 grammi.

8 grammi sodium-sulfaadi ja 7 grammi magneesium-sulfaadi manustamine põhjustas kõhulahtisuse, sarnase toime andis ka 600 mg/liitris sulfaate sisaldava joogivee joomine. Suure koguse sulfaatide joomine annab kõhulahtisuse, dehüdratsiooni ja mao-sooletrakti ärritusnähtu. Vesi, mis sisaldab magneesium-sulfaati üle 600mg/liitris, toimib kui lahtisti.

Üldiselt on sulfaadid väga madala toksilisusega inimorganismile ja seetõttu vähetahtsad.

Sulfaatide **piirsaldus** joogivees on 250 mg/liitris /6/.

### **Kasutatud kirjandus**

World Health Organization *Guidelines for drinking-water quality*.-2<sup>nd</sup> ed. France, 1993; 188-193, 313-322, 254-266, 308-312, 351-354, 248-252.

Santti, R. Suominen, J. jt: *Muutuv keskkond ja tervis*. Tartu,1996; 63-86.

Internet: [www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html](http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html)

Karik, H. ja Ratassepp, V.: *Keemia X klassile*. Tallinn, 1983; 44, 50-56.

Karik, H.: *Keemia IX klassile*. Tallinn, 1997; 147-148.

Sotsiaalministri 31. juuli 2001.a. määrus nr 82 (jõustunud 01.06.2002): *Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid*.

Kiivet, R. ja Harro, J. *Eesti rahva tervis 1991-2000*. Tartu, 2002.