

## Riskitegurid vees, nende päritolu ja mõju tervisele

Inimene ei saa elada ilma veeta. Inimasustused koonduvad veekogude äärde, millest tuleneb järjest suurenev reostuskoormus. Vesi on suurepärane 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.

### Vee karedus.

Vee karedust põhjustavad vees lahustunud kaltsiumi ja magneesiumi soolad. Eestis on joogivesi enamasti kare - elame ju paesel pinnal ning see sama paekivi teeb karedaks ka meie joogivee. Kaltsium ja magneesium on inimese organismile vajalikud elemendid, mistõttu puudub kareduse jaoks joogivees ka piirnorm. Siiski, vee kõrge karedusega seotud probleemid on tuttavad kõigile - katlakivi teke veekannudes, boilerites, pesumasinates, triikraudades jne, samuti pesupulbri ja seebi toime vähenemine pesemisel. Eristatakse kahte liiki karedust - jääv ning mööduv. Mööduvat karedust saab kõrvaldada vett keetes (mis põhjustabki katlakivi teket), jäävat karedust saab kõrvaldada vaid keemiliselt, näiteks ionvahetite abil.

Vett liigitatakse sõltuvalt kareduse väärtusest järgmiselt:

Pehme	0...1 mg-ekv/l
Möödukalt pehme	1...2 mg-ekv/l
Nõrgalt kare	2...3 mg-ekv/l
Möödukalt kare	3...4 mg-ekv/l
Kare	4...6 mg-ekv/l
Väga kare	> 6 mg-ekv/l

### 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. Boorhappe ja boraadid (vees lahustuvad boorhappe soolad) on bakteriostaatilise toimega ja on leidnud kasutamist näiteks suuvees. Nõukogude ajal kasutati boori ühendeid ka meditsiinis, näiteks booraksglütseriiniina. 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 **piirsisaldus 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 toimele 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<sub>3</sub>*) on püsiv hapnikuga seotud ühend, nitritioon (*NO<sub>2</sub>*) on keemiliselt ebastabiilsem, muutudes nitraatiooniks.

Mõlemad on vees hästi lahustuvad. Enam levinud on Na, K, Ca nitraadid ja nitritid, viimased tekivad 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 väärarengute tekkega. Otsitakse seost nitraatide ja kilpnäärme haiguste vahel.

Nitraatide **piirsisaldus** joogivees on kuni 50 mg/l.

Nitritite **piirsisaldus** joogivees on 0,50 mg/l.

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; lahustuvast 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 kaugemale. 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 kehveresust, kahjustada meeste reproduktiivsüsteemi. Plii kumuleerub luudes.

Loomkatsete põhjal arvatakse pliiatsetaadi ja pliiosfaadi vähki põhjustavat toimet. Väikelapsed on plii toimele enam vastuvõtlikud, neil tekib kehveresus, valud kõhus, lihasnõrkus ja ajukahjustus; kahjustub vaimne ja füüsiline areng. Loodet kahjustuvad emahis, kuna plii läbib platsenta. Suurte pliiidooside 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 pliiürgitus (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 pliiürgitus (väsimus, unisus, ärrituvus, peavalu, liigesvalud, maosoletrakti vaevused) ilmneb plii sisalduse puhul veres 50–80 µg/dl. Epidemioloogilised uuringud tõestasid, et plii toimet tõsis enneaegsete sünnituste osakaal neli korda naistel, kelle vereseerumi pliiisisaldus oli 14 µg/dl-s, võrreldes kontrollgrupi naistega, kelle 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.

### 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 oksiiditena: 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 mõte 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, südame-veresoonkonna haigused, suhkruõbi, 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>·2H<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, insektiitsiidides, 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, dehüdratatsiooni ja mao-sooletrakti ärritusnähud. Vesi, mis sisaldab magneesium-sulfaati üle 600mg/liitris, toimib kui lahtisti. Üldiselt on sulfaadid väga madala toksilisusega inimorganismile ja seetõttu vähetähtsad.

Sulfaatide **piirsisaldus** joogivees on 250 mg/liitris.