
RAUD, MANGAAN JA VEE KAREDUS

❶ Rauaühendid

Rauda (Fe) võib esineda vees lahustunud kahevalentse (Fe^{2+}) või kolmevalentse (Fe^{3+}) ioonina, kolloidina ($\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FeS) või orgaaniliste kompleksühenditena (humaatidena).

Puurkaevuvesi, milles puudub hapnik, sisaldab üldjuhul suuremas või väiksemas koguses lahustunud kahevalentseid rauasooli. Kui vesi pumbatakse maapinnale, puutub ta kokku õhuhapnikuga, mis oksüdeerib vees lahustudes raua ja tekitab selgesse vette mõne aja möödudes pruunika hõljumi. See koguneb torude sisepinnale, põhjustades sadet ja ummistusi ning luues eelduse rauabakterite kasvuks torustikes [1]. Selle tagajärjel tekib veele kollakaspruun värvus ja eriline maitse [2].

Mida rauarikkam on vesi, seda soodsam on keskkond rauabakteri arenguks. Nagu iga elusorganism, vajab ka rauabakter elus püsimiseks ja paljunemiseks head elukeskkonda – aeglast voolukiirust, mis võimaldab kinnituda millegi külge, sobivat temperatuuri, toitaineid. Rauabakteri arengut saab pidurdada, kui võtta veest välja kogu raud (see on aga üleliia kulukas ja pole otseselt vajalik), tagada veetorus pidev surve (kiire veevool) ja vältida takistusi (nt mehhaanilised veefiltrid, sõelad). Kiiresti voolavas looduslikus põhjavees on toitude sisaldus üldjuhul väike, aga kui panna veele ette takistus (nt filter või sõel), hakkab sinna kogunema nii baktereid kui ka neile toidukõlblikku materjali (ka surnud bakterid on teistele bakteritele toiduks), mis loob tingimused bakterite paljunemiseks.

Seega võivad filtrid muutuda bakterite kasvulavaks ja hoopis halvendada vee kvaliteeti, põhjustades ummistusi filterelemendis ning vee ebameeldivat lõhna [3].



Eesti joogivees sisalduva raua jaoks on kehtestatud indikaatorväärtus (indikaatorid on organoleptilisi omadusi mõjutavad ja üldist reostust iseloomustavad näitajad), mille kohaselt ei tohi rauasisaldus ületada 0,2 mg/l [4]. Rauasisaldus üle 0,3 mg/l rikub joogivee maitse, üle 0,5 mg/l rauda sisaldav vesi võib hakata pesemisel pesu määrima [1].

Tervisele on ohtlik juua vett, mille rauasisaldus on rohkem kui 6 mg/l. Väike kogus rauda on siiski vajalik. Ööpäevas kaotab inimorganism normaalselt umbes 1 mg rauda. Toidus olevast rauast imendub umbes 10%, seega peab ööpäevane rauakogus toidus jääma vahemikku 10–15 mg [5].

❶ Mangaan

Mangaani (Mn) leidub Eesti põhjavees tunduvalt vähem kui rauda. Mangaan ei põhjusta kõva setet nagu raud, kuid selle tõttu võib hakata vohama mangaanibakter. Selle toimetel tekib vette hallikas sade, mis rikub joogivee maitse, või suurema sisalduse korral must kleepuv muda, mis kinnitub torustiku sisepinnale seenetaolise moodustisena. Aeg-ajalt võivad sellised moodustised vooluga kaasa kanduda, muutes vee ajutiselt kasutuskõlbmatuks [1]. Mangaan võib jätta vee pinnale ka musta õlise kelme [2].

Eesti joogivees ei tohi mangaani indikaatorväärtus olla üle 0,05 mg/l [4]. Looduslikus vees olev mangaanisisaldus ei kujuta ohtu tervisele ja selle sisaldust reglementeeritakse organoleptiliste omaduste tagamiseks.

Mangaani ööpäevaseks vajaduseks loetakse 2,5–5,0 mg. Organism omastab joogiveest mangaani paremini kui toidust. Täiskasvanud inimese toidus ja joogivees on leitud mangaani keskmiselt 4,0 mg. Inimene eritab päevas sama hulga mangaani.

Mangaaniannuse soovitatavaks ülemiseks piiriks loetakse lastel vanuses 1–3 aastat 2,0 mg, 4–8aastastel 3,0 mg, 9–13aastastel 6,0 mg, 14–18aastastel 9,0 mg ja täiskasvanutel 11,0 mg päevas. Mangaaniliiguse sümptomid on nõrkus, ärrituvus, impotentsus [5].



☛ Vee karedus

Vee kareduseks nimetatakse kaltsiumi (Ca^{2+}) ja magneesiumi (Mg^{2+}) ioonide sisaldust. Nende esinemine looduslikus vees on põhjustatud peamiselt kivimite (lubjakivi, kips, dolomiit) lagunemisest [2].

Karedus jaguneb mööduvaks ja jäävaks. Mööduv karedus on tingitud vee kaltsium- ja magneesiumkarbonaatide ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ja $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) sisaldusest. Vee kuumutamisel bikarbonaadid lagunevad ning kaltsiumkarbonaat (CaCO_3) ja magneesiumhüdroksiid ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) sadestuvad välja, moodustades katlakivi. Püsivat karedust põhjustab kaltsium- ja magneesiumkloriidide ning -sulfaatide sisaldus [1].

Puhas katlakivi on valge. Punakas või kollakas värvus tuleneb rauasisaldusest [1]. Kare vesi ei ole tervisele ohtlik – pigem on kahjulik ülemäära pehme vee pidev tarbimine (näiteks kui joogiveeks kasutatakse pöördosmoosi läbinud vett) [2]. Kodumajapidamises põhjustab katlakivi probleeme, sest see juhib halvasti soojust, mistõttu suureneb vee kuumutamisel energiakulu, mis omakorda võib kaasa tuua elektriküttekehade läbipõlemise. Samuti põhjustab katlakivi ummistusi ja sadestisi [1].

☛ Vee töötlemine

Vee puhastamiseks raua- ja mangaaniühenditest on levinuim meetod vee filtrimine läbi mitmesuguste materjalide või ainete [1]. **Kindlasti tuleb enne filtri valimist pidada nõu asjatundjaga, et tagatud oleks soovitud tulemus.** Järgnevalt on kirjeldatud erinevaid filtreid.

• Mehaaniline filter

Mehaaniline filter on veetöötlusseade, millega eemaldatakse veest mitmelahustunud võõrised, nt liiv ja rooste. Filter koosneb kerest ja selles olevast filterelemendist või -täidisest (nt nõõrfilter). Mehaaniliste filtrite peamine eelis on see, et need aitavad ära hoida sadestisi ja ummistusi [1].

Mehaanilisi filtreid on erinevaid, kuid silmas tuleb pidada, et need ei sobi enamasti raua ärastamiseks [2].

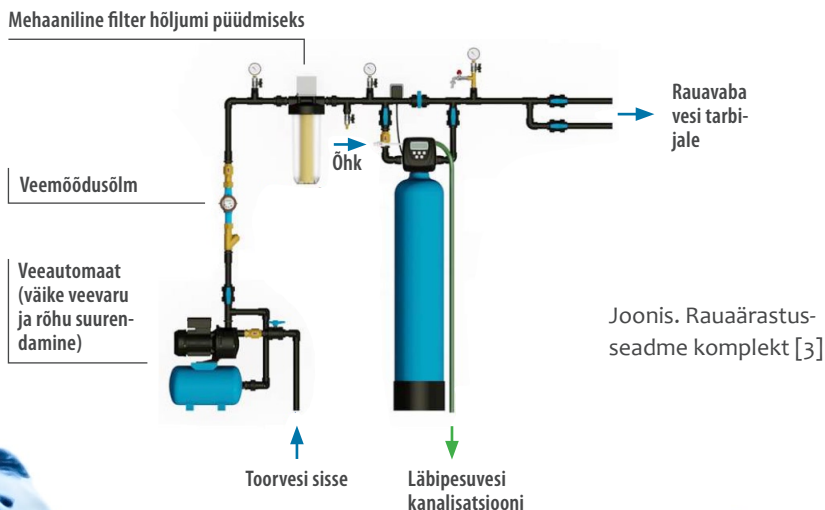


- **Raua- ja mangaaniärastus**

Põhjaveest ärastatakse rauda peamiselt järgmisel viisil: **vees olev lahustunud raud Fe^{2+} oksüdeeritakse kemikaale või hapnikku kasutades Fe^{3+} -ks. Seda hüdrolüüsidis tekibki kolloidne vähelahustuv $\text{Fe}(\text{OH})_3$, mis eemaldatakse veest peamiselt filtrimise kaudu.** Enim kasutatav moodus Fe^{2+} oksüdeerimiseks on vee õhustamine [2].

Sarnaselt rauaärastusskeemiga (vt joonis) toimub ka mangaani (Mn^{2+}) oksüdatsioon selle filtrimise abil, kuigi õhustamisel oksüdeerub mangaan enamasti aeglasemalt ja raskemini kui raud ning lisada tuleb tugevaid oksüdante, nagu kaaliumpermanganaat (KMnO_4). Sageli võib tekkida olukord, kus Fe^{2+} ja mangaaniühendite eraldamiseks on vaja kasutada spetsiaalse täidisega filtreid, sest mangaan vajab selektiivseid filtermaterjale [2].

Kasutusel on ka kemikaalivabad katalüüsfiltrid, mis võimaldavad joogiveest eemaldada nii helvestunud kui ka lahustunud raua- ja mangaaniühendid sisalduseni $< 0,1 \text{ mg/l}$. Filtritäidiseks kasutatakse spetsiaalset katalüütilise toimega puistematerjali, mis oksüdeerib lahustunud raua- ja mangaaniühendid filtrisse kinni jäävateks helvesteks. Sellise filtrimaterjali katalüütilisi omadusi peab taastava kemikaalilahusega korrapäraselt regenereerima. Filtrisse kogunenud sade uhutakse kanalisatsiooni perioodilise automaatpesuga. Läbipesu sagedus sõltub vee vooluhulgast (veetarbest) ja raua- või mangaanisisaldusest [1].



- **Veepehmeni**

Veepehmenidit kasutatakse kareda vee pehmemdamiseks. Levinuim on keemiline töötlus, kus kare vesi juhitakse läbi sünteesvaigu, mille toimel vahetatakse karedust põhjustavad kaltsiumi- ja magneesiumiioonid välja selliste ionide (nt naatriumiioonid) vastu, mille soolad katlakivi ei tekita. Filtermaterjali on vaja korrapäraselt regenerereida [1].

- **Kombiseadmed**

Kasutusel on ka seadmed, kus raua- ja mangaaniärastus toimub koos vee pehmemdamisega. Põhimõtteliselt on tegu veepehmenidiga, kus on teistsugune filtermaterjal (kationiit) kui tavalisel pehmenidil. Selline kombiseade eemaldab ainult lahustunud rauda (Fe^{2+}), kuid ei eemalda Fe^{3+} . Kui on soov eraldada ka Fe^{3+} , tuleb lisaks panna liivafilter.

Kasutatud kirjandus

1. Alasi, K., Heinsaar, Ü., Kriipsalu, M., Kuusik, A., Metsur, M. 2001. Omaveevärk ja omakanalisatsioon. Ehitaja raamatukogu, Tallinn: Ehitame.
2. Karu, J. 2016. Veevärk. Tallinn: TTÜ kirjastus. 
3. Künis-Beres, K. 2016. Miks on joogivesi roostevärvi ja haise? Kose Teataja, november. 
4. Sotsiaalministri määrus nr 82, vastu võetud 31.07.2001. Joogivee kvaliteedi- ja kontrollnõuded ning analüüsimeetodid. 
5. Terviseamet. Joogivee indikaatornäitajate iseloomustus. 
6. Kriipsalu, M. 2018. Veetötlusseadmed meie kodus. Loengumaterjalid. Tartu: Eesti Maaülikool.

Koostaja: Vallo Kõrgmaa Toimetaja: Helika Mäekivi
Väljaandja: Eesti Keskkonnauuringute Keskus, 2019



KESKKONNAMINISTEERIUM



TERVISEAMET