



Jaak Jaaku: <http://aaqua.weebly.com/potildehjavee-keemia.html>

Põhjavee keemia, põhjavee omadused ja sobivus veevarustuses kasutamiseks

© Jaak Jaaku, 1996; © Jaak Jaaku, WWW - "Jaak Jaaku vesine veeb!", 1999" ©

AA Aqua 2.0 ELULAADILEHT 2016

Eesmärk on anda joogivee parandamise teemast huvitunud inimesele teadmisi veekeemiast, keemilistest protsessidest, mis leiavad aset vee imbumisel läbi pinnase, sobivus olmevõrgus kasutamiseks, hügieenist ja vee mikrobioloogiast. Materjal on koostatud Taani veespetsialistide näpunäidetel (AS Eesti Veevärgi suunamisel osales 1995 aastal materjali koostaja joogiveealasel koolitusel Taanis Silkeborgi linnas). Veel tänan Eva Tammaru, Allan Pehap'it ja Jüri Ruutu, kes on redigeerinud ja andnud soovitusi teksti parandamiseks.

1. Põhjavee keemia

1.1. Sissejuhatus.

Põhjaveekeemia* käsitleb keemilisi reaktsioone, mis toimuvad vee ning mineraalide vahel infiltratsioonil** läbi ülemiste pinnakihtide kui ka põhjavee horisondis, kus toimuvad vee ja pinnaseladestuste vahelised tasakaalureaktsioonid. Samuti looduslikke ja inimtekkelisi keemilisi aineid, mis satuvad pinnasesse vihmavete abil. Need protsessid mõjutavad ja põhjustavad väga erineva keemilise koostisega põhjavee teket.

*Märkus: infiltratsioon, siin on mõeldud vee maasseimbumist (läbiimbumine, sisseimbumine).

Foto 1. Pildil on Põhja-Eesti paekallas (Jaak Jaaku foto).

Eesti territoorium hõlmab 45 100 km² Balti kilbiga piirnevast alast Ida Euroopa platvormi loodeserval. Kvaternaari pudedaist settest koosnev pinnakate paikneb devoni, siluri, ordoviitsiumi, kambriumi ja vendi settetikivimeist pealiskorral, mis omakorda lasub kristalsetest kivimitest koosneval aluskorral. Eesti lõunaosas on aluskord 600 m sügavusel. Põhja-Eestis lasub aluskord 110 - 240 m sügavusel maapinnast. Aluskorra pinna kallak 0° 15´ nurga all lõunasse/kagusse kallutatud. Pealiskorra avamused on ida-lääne suunalised vöötmed. Geoloogide senisel hinnangul on Eesti põhjavesi 15 000 – 30 000 aastat vana. Vaata: <https://youtu.be/UN6Ahlz2UF4>

1.2 . Põhjavee kvaliteedi näitajad.

Põhjavee keemiline koostis ja kujunemine on mõneti keerulisem võrreldes jõe-, järve- või merevee keemilise koostisega. Põhjaveest võib keemilisel analüüsil leida enamuse perioodilisussüsteemi (N Liidus oli tuntud kui "Mendelejevi tabel") elementidest, mis esinevad kas ioonidena, dissotsieerumata molekulidena, gaasidena või kollooididena. Looduses esinevad veed jagunevad - atmosfääriveeks (sademed), pinnaseveeks (surveta või nõrgalt surveline põhjavesi), põhjaveeks (arteesia puurkaevud) ja pinnaveeks (jõed, järved, mered ja sood) . Niisiis pole looduslikud veed keemiliselt puhtad. Sademetena maapinnale langev atmosfäärivesi sisaldab lahustunud hapnikku, lämmastikku, süsihappegaasi ja teisi gaase (tööstuspiirkondades ka väävliühendeid).



Põhjavesi moodustubki atmosfääriveest vett läbilaskvates maapinnakihtides. Pinnasekihtide läbimisel muutub vee koostis - väheneb hapnikusisaldus (hapnik kulub ainete oksüdeerimisele)* ja suureneb mineraalainete hulk. Põhjavee koostis on püsiv ja otseses sõltuvuses vett läbilaskava kihi keemilisest koostisest. Sellel veele on iseloomulik madal temperatuur (alla 13 °C) ja väike bakterite sisaldus.

*Intensiivsed protsessid toimuvad nn. aeratsioonivööndis (so maapinnast põhjavee pealispinnani ulatav osa). Tema omadustest – koostisest ja veepidavusest oleneb ka põhjavee puhtus ning kaitstus võimaliku reostuse eest.

Tavaliselt põhjavesi sisaldab nelja gruppi lahustunud ühendeid:

1. Negatiivselt laetud ioonid ehk anioonid:

- vesinikkarbonaadid (e. hüdrokarbonaadid);
- sulfaadid;
- nitraadid;
- fosfaadid;
- fluoriidid.

2. Positiivselt laetud ioonid ehk katioonid:

- mangaan;
- kaltsium;
- magneesium;
- naatrium;
- kaalium;
- **ammoonium.

3. Neutraalsed ühendid (nagu näiteks orgaanilised ühendid):

- kloroform;
- halogeenorgaanilised ühendid
- ränihape (H₄SiO₄).

4. Gaasid (gaasi protsent sõltub pH, temperatuurist ja rõhust):

- lämmastik N₂ ;
- süsinikdioksiid e. vaba CO₂;
- metaan CH₄;
- vesiniksulfiid ehk väävelvesinik H₂S .



Põhjavesi sisaldab väikestes kontsentratsioonides metalle, näiteks Cu, Sr, Cd, Al, Pb, Zn jt. (neid leidub harilikult mikrohulkades). Hüdrogeoloogide uuringute alusel on Eestis olulisemad enam esinevad metallid, nagu Mo, Cu, Co, Zn, Al jt., (kuuluvad ensüümide, hormoonide, vitamiinide jm. koostisse, suurtes kogustes kahjulikud) ja toksilised metallid, nagu Cd, Pb, Ag, As, Be, Bi, Ti jt. (Sihipärasele hüdrogeoloogilisele uurimisele Eestis pani aluse geoloogiadoktor Artur Verte).

*Märkused: vee orgaanilise aine sisalduse hindamiseks kasutatakse mõistet oksüdeeritavus. Olenevalt kasutatud oksüdeerijast eristatakse - permanganaatne oksüdeeritavus (PHT) ja dikromaatne oksüdeeritavus. See on hapniku hulk (mg O/l), mis on võrdväärne vees olevate ainete oksüdeerimiseks kulunud kaaliumpermanganaadi (1,00 mg KMnO₄ = 0,253 mg O₂) või kaaliumdikromaadi (K₂Cr₂O₇) hulga teatud tingimustes. Tutvu Vikipeedia viitega "põhjavee seire".

**Vees võib ammoonium lämmastik esineda ammooniumioonina ja dissotsieerumata ammooniumhüdrosiidina. Nende vormide suhe sõltub vee pH-st ja temperatuurist.

1.3. Keemilised protsessid põhjavees.

Põhjavee koostis ja omadused kujunevad looduslike mõjurite toimel so sõltuvalt ümbritseva keemilisest koostisest, kus ta on moodustunud. Keskkonda iseloomustavad kõige paremini vesinikeksponent e. pH (iseloomustab vee keskkonna reaktsiooni) ja redokspotentsiaal e. rH (iseloomustab vee oksüdeerimis-redutseerumise võimet).

Põhjavee pH ja rH väärtusest sõltuvad mõnede keemiliste ühendite vormid (oksüdeerunud või redutseerunud).

Näiteks:

raud -

Fe²⁺ kahevalentne raud (redutseerivas e. taandavas keskkonnas);

Fe³⁺ kolmevalentne raud oksüdeerivas e. hapniku rikkas keskkonnas;

lämmastik -

NH₄⁺, ammooniumioon (redutseerivas keskkonnas);

NO₂⁻, nitritioon; ebastabiilne;

NO₃⁻, nitraatioon (oksüdeerivas keskkonnas) .

Meenutuseks veel, et redutseerivas keskkonnas on hapniku defitsiit (so anaeroobne keskkond), aga oksüdeerivas keskkonnas on hapnikurikkus (so aeroobne keskkond).

Mõned keemilised protsessid:

toimuvad mikroobide kaasabil vee infiltratsioonil läbi pinnasekihtide (näiteks üks lämmastikuvorm muutub teiseks);

peegeldavad vee kontakti (ioonvahetus) savikihtidega, mis näiteks võib järsult tõsta vee rauasisaldust.

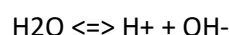
1.4. Vesinikeksponent (pH) ja redokspotentsiaal (rH).



VesiniekspONENT (pH) ja redokspotentsiaal (vee oksüdeerimis-redutseerumisvõime, rH) on kaks kõige tähtsamat näitajat, mis peegeldavad põhjavee koostise ja omaduste moodustumise geokeemilist keskkonda. See tähendab, et nimetatud näitajad iseloomustavad vee ja aluskihi materjali komponentide vahelist tasakaalu. Teades nimetatud parameetrite suurust ja nende toimet, on meil võimalik ennustada kuidas vee keemilisest koostisest lähtuvalt põhjavesi võib käituda.

4.1. pH .

VesiniekspONENT e. pH iseloomustab vee elektrolüütilist dissotsiatsiooni :



pH väärtust nimetatakse sageli happesuse näitajaks või vee reaktsiooni näitajaks. pH määramiseks kasutatakse tavaliselt klaaselektroodi ja potentsiomeetrit. pH väljendatakse vees sisalduvate vesinikioonide kontsentratsiooni* negatiivse logaritmi abil:

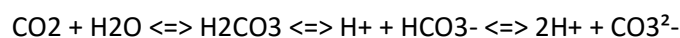
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+],$$

ning ta näitab vee happelist , neutraalset või aluselist reaktsiooni. pH väärtused on 0 kuni 14. Kui vee pH=7 on H⁺ ja OH⁻ kontsentratsioonid võrdsed (värske dest. vesi). Ülekaalus H⁺ muudab vee happeliseks, so pH < 7. Kui ülekaalus OH⁻ , siis on vesi aluseline (e. leeliseline), s.o. pH > 7.

Vee pH on muutlik. Tema väärtuse kõikumine on seotud mööduva kareduse ja vees lahustunud süsihappegaasi hulga. *Søren Peder Lauritz Sørensen (9.1.1868 – 12.2.1939) 1909.a. soovitas kasutada vesinikioonide kontsentratsiooni iseloomustava suurusena vesiniekspONENTI (hydrogen ion exponent) , et vabaneda arvu 10 astmetest ja lugematutest nullidest. pH võib defineerida ka kui vesinikioonide aktiivsuse negatiivne logaritm.

1.4.2. Soolade lahustuvus.

pH on oluline hindamaks vee võimet lahustada ühendeid, mineraale. Soolade lahustuvus on kõige suurem pH madalatel ja kõrgetel väärtustel, kusjuures pH väärtustel 6 - 8 sadeneb välja enamus metallide sooladest. Kui vees leidub lahustunud süsinikdioksiidi (CO₂), esineb järgmine tasakaal:



pH väärtusest sõltub oluliselt ka vee karbonaatne süsteem, pH >7 moodustub vesinikkarbonaatioon, pH <7 (täpsemalt pH = 4,5) vaba CO₂. Kui pinnasekihis ei ole küllaldaselt CaCO₃, millega vaba CO₂ reageeriks, jääb ta põhjavette agressiivse CO₂-na.

1.4.3. rH.

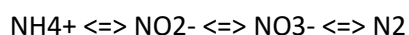
Põhjavee võimet oksüdeerida näitab redokspotentsiaal e rH (mõnel pool Eh). rH näitab ühendite elektronide loovutamise võimet (oksüdeerimine) või elektronide sidumise võimet (redutseerimine). Kui üks keemiline ühend oksüdeeritakse süsteemis, teine keemiline ühend peab siis redutseeruma (redokspaar). rH mõõdetakse voltides (V) ning omab nii negatiivset kui positiivset väärtust, tema väärtuste suurenemisel suureneb keskkonna oksüdatsioonivõime.

Peaaegu kõik redoksprotsessid peegeldavad ka vee mikrobioloogilist aktiivsust , kuna bakterid võtavad otseselt osa keemilistest reaktsioonidest (biokeemilised protsessid). See avaldub näiteks



aeroobsetes tingimustes raua Fe^{2+} oksüdeerumisel * või anaeroobsetes tingimustes sulfaatide taandamisel väävelvesinikuks (näiteks kemosünteesivad värvusetud väävlibakterid suudavad küll ka vastupidist) . Redokspotentsiaal on oluline suundi määrav tegur nii eluta kui elusa looduse protsessides.

Paremini on tuntud lämmastiku biokeemilised oksüdatsiooniprotsessid, millest võtavad osa bakterid:

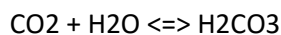


Samuti sulfatsioon, kus väävlibakterite (Thiobacillaceae sugukonda kuuluvad) elutegevuses toimuv vesiniksulfiidi, elementaarse väävli ja tiosulfaatide oksüdeerimine sulfaatideks. * Rauabakterid, nagu Sphaerotilus'e ja Gallionella võivad elutegevuseks vajalikku energiat hankida kahevalentse raua mineraalühendeid kolmevalentse raua ühendeiks oksüdeerides.

1.5. Karbonaatide (lubjakivi) lahustumine ja väävliühendite oksüdeerumine.

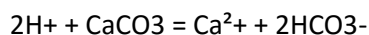
1.5.1. Süsihappegaasi moodustumine.

Pinnase pindmistes kihtides ja taimede kasvukihtides akumuleerub orgaaniline aine ja laguneb huumuseks ning süsihappegaasiks (e. süsinikdioksiid - CO_2). Süsinikdioksiid pärineb orgaaniliste jäätmete biokeemilise lagunemise ja orgaanilise aine oksüdeerumise protsessidest. CO_2 valgub infiltratsiooni teel koos vihmaveega alumistesse kihtidesse. Vees moodustub süsihape:



1.5.2. Lubjakivi (karbonaatide) lahustumine.

Infiltratsioonivesi kasutab kiirest ära oma happelised omadused, kuna süsihape reageerib pinnase mineraalse osaga, enamasti lubjakiviga. Toimub reaktsioon:



Kui süsihapet tekib jätkuvalt, järjest sügavamates kihtides toimub karbonaatide lahustumine ning põhjavees kasvab Ca^{2+} , Mg^{2+} ja HCO_3^- kontsentratsioon.

Kui pinnases ei ole piisavalt karbonaate, langeb pH väärtus 5 - 6ni ning vesi sisaldab agressiivset CO_2 , vee karedus langeb.

1.5.3. Väävliühendite oksüdeerumine.

Madalamad pH - väärtused, mis on põhjavees avastatud, on tingitud väävliühendite oksüdeerumisest pinnasekihtidest. Nendeks väävliühenditeks on sageli mineraalsed püriidid FeS_2 ja nende oksüdeerumise tulemusena satub vette pruunikat õlitaolist vitrioli (H^+ ja SO_4^{2-} ioone) ning suures hulgas rauda (raudvitriol - sool, mis eraldub vesilahusest kristallhüdraadina: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$).

Püriiti leidub väga palju ladestites, mille koosseisus on palju orgaanilist ainet: soo- ja rabapinnases, merepõhja ladestites ning pruunsöes (ligniit). Samuti siluri ja ordoviitsiumi ladestutes.

Nende kihtide oksüdatsiooniprotsessid toimuvad väga sügaval ja infiltratsioonivees võib pH langeda väärtusele 3 . Niisugune pH on väga ebasoovitav ja kiirendab happelise frondi kasvu järsult.

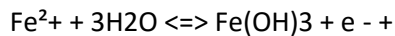
1.6. Raua ja mangaani ühendite lahustumine ning sadestumine.



Vee pH ja rH suur varieerumine põhjustab edasiste protsesside komplitseerumist vees.

Vee pH ja redokspotentsiaal ning nende väärtuste muutused võivad anda ülevaate redokssüsteemide olemasolust ja keemiliste reaktsioonide suunast.

Parimaks näiteks, kus nii pH kui rH teisenemine põhjustab vee koostise muutusi on Fe -ühendite oksüdeerumine. Vees toimub reaktsioon:



Selline protsess on vaadeldav ka oma kodukraanist voolanud vee puhul kui veetöötlus puudub. Teeklaasis mingi aeg seisnud vesi värvub pruunikaks.

Mangaaniga toimub analoogne protsess kõrgematel rH väärtustel. Rohke mangaani olemasolul on sade musta värviga.

Loodusest on tuntud raua- ja mangaanikonkretsioonid (ümarad mineraalsed moodustised), mis moodustuvad aeglaselt sette pinnal keemiliste ja biokeemiliste protsesside tagajärjel. Konkretsiooni tuum võib olla liivatera.

1.7. Lämmastiku ringlus.

Põhjavees esineb lämmastik lämmastikühenditena - nitraatide, nitritite ja ammooniumioonina. Lämmastikühendite vastastikused oksüdeerimis- või redutseerimisreaktsioonid on alati mõjutatavad bakterite elutegevuse protsesside poolt.

Keemiliselt on nitraatioon stabiilne hapniku rikkas keskkonnas (aeroobses), ammoonium on stabiilne anaeroobses (taandunud) keskkonnas.

Nitritioon leidub kui üleminekuvorm ammooniumiooni ja nitraatiooni vahel ning näitab vee ebastabiilset keemilist koostist. Vees leiduvad lämmastikühendid on osa lämmastiku ringkäigust looduses. Kirjanduse andmetel võivad lämmastiku allikateks olla näiteks:

sademed - annavad kuni 25 kg N / ha

väikesed haritavad maapid - toodavad kuni 130 kg N/ ha

sõnnik - 60 kg N / ha.

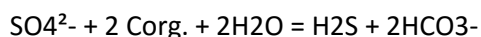
Orgaanilise aine lagunemisel kultiveeritud pinnases kasvab ammooniumiooni sisaldus. Kultiveeritud pinnasekihis võib olla 5.000 - 10.000 kg org. N / ha.

Tööstusheitveed, niisutusväljad ja kanalisatsioonirikked - nimetatud allikatest tingituna suureneb põhjavee nitraatiooni sisaldus .

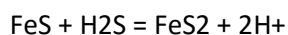
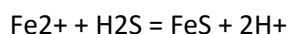
1.8. Väävelvesinik (vesiniksulfiid) ja metaan.

Keemilised tingimused arteesia veekihtides on iseloomustatavad eriti stabiilsetena (aeglane vool) ja väga madala redokspotentsiaaliga. Eriti viimane omadus on vee väävelvesiniku ja metaani sisalduse põhjustajaks vees.

Sulfaatiooni sisaldus sügavates arteesiaakihtides võib olla väike - 5 - 10 mg/ l. Sulfaadi redutseerimisel ja orgaanilise aine lagunemisel vabaneb väävel vesiniksulfiidina.

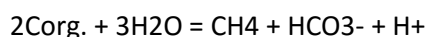


Moodustunud väävelvesinik (H₂S) võib reageerida vees esineva kahevalentse raudiooniga moodustades raudsulfidi sademe, mis aeglaselt muutub püriidiks (FeS₂).



Kui vees on kahevalentse raudiooni puudus, jääb vette lahustunud väävelvesinik.

Analoogselt toimub metaani moodustumine vees anaeroobsetes tingimustes:



Moodustunud metaan (CH₄) võib pinnases gaasilises olekus tõusta ülespoole niikaua, kuni kohtab oksüdeerunud ühendeid .

1.9. Värvus.

Looduslikult võib põhjaveel olla pruun värvus, mis on põhjustatud orgaanilise aine sisaldusest vees (humiinained). Foto 5. Fotel olev must humiinainete rikas vesi on joogikõlbulik ja näiteks Taanis lauaveena kasutusel.

Keemiliselt iseloomustab orgaanilise aine sisaldust vee permanganaatne oksüdeeritavus.

1.10. Vee kloriidide sisaldus.

Looduslikult satub kloriide vette vihmavees lahustunud sooladena. Suur kloriidide sisaldus võib olla põhjustatud merevee mõjust (merevee filtratsioon põhjavette) või kaudselt vana merepõhja ladestistest vees lahustunud sooladena. Vähesese soola-sisaldusega põhjavesi võib lahustada ka aluspinnast. Kloriidide sisaldus võib olla põhjustatud ka vee reostusest.

Praktikas on sageli raske hinnata kloriidide sisalduse põhjustajat. Geoloogiliste tingimuste teadmine võimaldab teha oletusi ja järeldusi.

1.11. Merevee infiltratsioon.

Rannikul võib põhjaveekihi all olla soolase põhjavee horisont. Põhjavee ammutamisel muutub vee vahekord, põhjavee rõhk alaneb ning võib põhjustada soolase vee sissetungi veehaardesse.

1.12. Vanal merepõhjal lasuv vesi.

Vanadel merepõhjadel võib esineda jääk-merevett suurtes sügavustes. Põhjavee ammutamisel piirkohas, kus on selliseid alumisi veekihte võib samaaegselt tekkida soolase vee sissetungi veehaardesse (boreholes).

1.13. Soolane põhjavesi.

Kloriidide rikas aluspõhi võib lokaalselt põhjustada kloriidi rikast põhjaveehorisonti. Sageli on ka lubjakivi aluspõhjal esinev põhjavesi kloriididerikas ning rikete olemasolu korral võib seguneda põhjaveega. See sageli toimub soolase vee liikumisega ülemistesse horisontidesse.

1.14. Reostusest põhjustatud kloriidide kõrgendatud sisaldus.



Kloriidide sisalduse kasvu võib põhjustada vee reostus, näiteks põllumajanduspiirkondades, ülemistest pinnakihtidest. Samuti õhu ja vihmavee kaudu tööstuspiirkondades.

Põhjavee reostuse vältimiseks ei ole soovitatav jäätmete matmine ning vanade šhtide täitmine näiteks kummijäätmetega.

Reostuskoormust võib käsitleda piirkonna reostusena või punktreostusena. Piirkonna reostuse korral on peaaegu kogu ala reostunud ühtemoodi. Punktreostuse puhul on reostajaks konkreetne objekt, näiteks bensiinijaam, tööstus.

Piirkonna reostus näitab, et reostus kandub laiali põhjaveeallika suunast. Kui piirkonnas on palju punktreostuse allikaid, on see tihedalt seotud põhjavee võimaliku reostusega kogu piirkonnas, näiteks linnade piirkonnas.

Piirkonna reostus tekib sageli:

sademetega (happevihmad, aluselised vihmad)

väetised (nt. nitraat)

pestitsiidid (põldude töötlemine)

reovee ja puhastite muda laotamine põldudele.

Punktreostuse põhjustajad:

lendtuhk ja šlakk (räbu)

jäätmekogumisala, prügila

kanalisatsiooni lekked

õli ja kemikaalireostus tööstuspiirkondades.

1.14. Kaitsetud veekihid.

Geoloogilised tingimused määravad suures osas veereservuaari kaitstuse ja võimaliku reostuse ohu. Veereservuaar on hästi kaitstud kui pindmised horisondikihid on vett raskelt läbi laskvad või heade filtreerivate omadustega.

Reostuse võimalikkuse määramiseks kasutatakse mõistet: veekihi kaitsematuse hindamine.

2. Hügieen.

Inimeste joogiveega varustamisel on oluline hügieen - so profülaktilise arstiteaduse haru, mis uurib inimese tervist mõjutavaid väliskeskkonna tegureid, loob selle alusel sanitaarnorme ning soovib abinõusid elutingimuste soodsaimaks korraldamiseks. Teatavasti inimese tervisele avaldavad mõju mitmesugused tegurid, seda nõrgestades või karastades. Need tegurid on vesi, õhk, maapind, toitumine, valgus, kehakate, elamu ja inimeste mentaliteet ja elulaad.

Veevärgi ja seda hooldavate inimeste ülesanne on juhtida tarbijateni tervislik ja puhas joogivesi. Seda saab teha vaid tundes põhjalikult kasutatava põhjavee keemiat ja tänapäevase hügieeni nõudeid. Seega tuleb joogivee kvaliteeti kontrollida nii puurkaevudes, veevõrgus ja tarbija juures.



Inimene tarvitab vett esmalt joogiveena, jookide ja söökide valmistamiseks, kööginõude ja tarbeasjade puhastamiseks. Vett on vaja keha pesemiseks ja karastamiseks, riiete ja pesu pesemiseks, elumajade ja tänavate pesemiseks, aedade kastmiseks. Mustus ja jäänused viiakse kanalisatsiooniga elamispiirkonnast välja.

Inimese bioloogiline veevajadus on 2 kuni 3 liitrit ööpäevas (ehk kogu inimkonna kohta kuluks umbes kolm kuupkilomeetrit vett aastas), mis teeb 40g 1kg kehamassi kohta. Lastel on suhteline veevajadus suurem - 150 - 160 g /kg. 19. sajandi algusest 20. sajandi alguseni on kirjanduse andmetel veetarve inimese kohta kümnekordistunud. Kolmekümnendail aastail oli veetarve 300 l, kaheksakümnendail 500 l ja üheksakümnendail juba 750 l inimese kohta päevas (inimeste arv on samuti suurenenud).

Tervishoiu seisukohast peab vesi, eriti joogiveena ja majapidamises tarvitavana, olema joogiks kõlbulik ja puhas.

See ei tohi sisaldada haigusttekitavaid baktereid (tüüfuse, koolera, düsenteeria jne. tekitajaid), samuti ei tohi leiduda parasiite ja nende mune, mürkaineid, mürgiseid metalle ja muid tervisele kahjulikke aineid.

Vesi peab olema värske, selge, värvita, maitseta ja lõhnata. Veele annavad värskuse selles lahustunud gaasid - hapnik ja süsihappegaas ning temperatuur. Joogivee temperatuur ei tohiks palju kõrvale kalduda kohalikust aasta keskmisest temperatuurist ja peaks püsima võimalikult 8 -12 ° C piirides. Tutvu " Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid "

3.Joogiveeprobleemid.

Vee teekonnal puurkaevust tarbijani suureneb torude korrosioon ning raua sisaldus vees võib tõusta. Probleemidest annab märku vees lahustunud hapniku vähesus. Linnakodanikud, kes kasutavad joogivee puhastamiseks filtreid, teavad, kui kergelt need ummistuvad musta või pruuni sodiga, mis meenutab kasutatud õli. Raudsulfiid laguneb õhu käes, levitades väävelvesiniku lehka ja muutub hiljem pruunikaspunakaks rauaühendiks.

Mõningaid ühendeid aitavad kontsentreerida bakterid. Mikroorganisme, baktereid, seeni ja viiruseid esineb alati ka kõige puhtamas veetorus ja steriilsust saavutada on pea võimatu. Hapniku puudusel saavad nad oma energia veesleiduvatest orgaanilistest ning anorgaanilistest ainetest moodustades torude seintele limase biokile. Kontrollimatul vohamisel võivad biokiles elavad mikroorganismid toota aineid konkurentide kahjustamiseks. Lisaks nende rakusisaldised (aminohapped) ning lagunevad rakukestad võivad häirida ainevahetust. Sellised kemostressorid mõjutavad meie organismi mille tulemusel võib tervis nõrgeneda. Lastel ei ole kujunenud vastavaid kaitsesüsteeme ja võib tekkida allergiline reaktsioon, jne..

Kõige enam tõvestavaid pisikuid võib sattuda veevärki kodustest majapidamistest (kirjanduse andmetel 70%). Haigusi tekitavad bakterid ja viirused joogivees põhjustavad haigestumisi. Enamasti määratakse vees vaid coli-bakterite hulk.

Eriti meeldivad pisikutele kohad, kus vee temperatuur tõuseb üle 13 ° C. Näiteks kui pesta kartuleid või isegi käsi, pritsivad veepiisad koos pisikutega igale poole, ka kraanile. Mõõda veekilet liikudes leiavad mõned mikroorganismid hea keskkonna toatemperatuurini soojenenud kraanivees. Kui veevarustussüsteemis leiavad aset rõhu muutused, imetakse selline pisikutega seisuvesi süsteemi. Ohtlikuks võib olukord muutuda siis, kui veesoojendajatel, destillaatoritel ning filtritel ei ole



tagasilöögiklappe, sest pooljahtunud või soojenenud vees on tõvestavatele mikroobidele head tingimused. Õnneks on nende paljunemine magistraalitorudes vee madala temperatuuri tõttu enamasti võimatu.

Limane kile, nn. biokile, mis on tekitatud raua-, sulfaatredutseerijate ja lima tekitajate bakterite elutegevusest, soodustab ka korrosiooni. Paraku ei ole sellises olukorras kasu vee kloorimisest, sest niisugustes tingimustes ei piisa väikestest kloorikogustest. Mõningatele mikroobidele võib kloor isegi "isuäratav" tunduda. Liiga suurte kloorikoguste mõjul võivad aga tekkida toksilised kloororgaanilised ühendid ning ainsaks lahenduseks oleks toruseinte mehhaaniline kraapimine kraapide ja "põrsastega" või torude uuendamine.

Meie linnad vajavad veetöötlusjaamu, kus vesi õhustatakse, eraldataks sellest lahustunud gaasid ja filtreeritakse, et eemaldada väljasettinud sade. Alles seejärel võib vee süsteemi juhtida, et joogivesi vastaks kõigile kvaliteedinõuetele.