

## Vee kareduse määramine

Joogivee karedus (ehk Ca ja Mg soolade sisaldus vees) on oluline vee kvaliteedi kriteerium. Vee kareduse määravad Ca ja Mg katioonid ( $\text{Ca}^{2+}$  ja  $\text{Mg}^{2+}$ ). Peale nende tekitavad karedust ka teised polüvalentsed katioonid nagu Fe, Mn, Ba, Sr, Zn). Magevees leiduvatest katioonidest on tavaliselt valdavad Ca ioonid. Ohtralt  $\text{CO}_2$  sisaldav vesi lahustab Ca lubjakividest. Peamised Ca ja Mg allikad on paekivi ja kritt, nende ühendite tekkel on oluline roll  $\text{CO}_2$ .

Tavaline Ca kontsentratsioon joogivees on 100-500 mg/l. Mg soolad tavaliselt lahustuvad ja neid leidub vees kuni 10 mg/l. Organoleptiline lävepakk Ca ionide puhul on 100-300 mg/l.

Ca on organismile enim vajaminev mineraal – sellest sõltuvad paljud elutähtsad funktsioonid: närviimpulsside ülekanne, lihaste kokkutõmbed, immuunsus, vere hüübimine. Ca on põhikomponent luudes – luude vastupidavus, elastsus, tugevus.

Ei ole tõestatud, et karedus põhjustaks terviseprobleeme. Meestel on leitud isegi pöördvõrdeline seos tarvitatava joogivee kareduse ja südamehaiguste registreerimise vahel, aga vaid kuni 170  $\text{CaCO}_3$  mg/l.

Karedus määratakse tavaliselt  $\text{CaCO}_3$  kogusega mg/l. Karedas vees seep ei vahuta ja moodustab rasklahustuvaid sooli.

Karedat vett ei ole otstarbekas kasutada söötade ettevalmistamisel, lüpsiseadmete pesemisel, boilerites ning keskküttekateldes. Kareda veega pesemise mõju on väike ja sellega valmistatavaid söötasid tuleb kauem keeta sest, Ca soolad moodustavad toitainete valguga vees lahustumatuid ühendeid. Karedas vees leiduvad karbonaadid ja vesinikkarbonaadid sadestuvad katlakivina torustikes (eriti soojaveesüsteemides) ning kateldes. Liiga kareda vee omadusi tuleb enne selle tarvitamist kindlasti parandada, s.o vesi tuleb pehmendada (tööstuse otstarbeks pehmentatakse vett alati, et vältida katlakivi teket).

Loomatervishoiu seisukohalt on suure karedusega vesi loomadele ohutu, see tähendab, et selle kasutamine ei tekita organismis kahjustusi. Liiga pehme vee kasutamine loomade joogiveena pole organismile soodne, sest see sisaldab vähe mineraalaineid ja mikroelemente. Pehme vesi sobib hästi majapidamistöodeks, söötade keetmiseks ja loomade puhastamiseks. Samas on arvatud, et liiga pehme vesi soodustab südame-veresoonkonna haigustesse haigestumist, sest vee pehmust tekitavad ained lahustavad veevärgi seintelt organismile kahjulikke aineid.

### Vee pehmendamine

Keetmine, mispuhul  $\text{CaCO}_3$  ladestub katlakivina (vaid karbonaatne karedus).

Destilleerimine (soolade eraldamine)

Ionivahetus (kasutatakse ioonide nagu Na- või H-kationiite; Ca ja Mg ioonid asendatakse  $\text{Na}^+$  või  $\text{H}^+$  ioonidega; orgaanilised polümeerid).

Veepehmedajad (ained, mis reageerivad Ca ja Mg sooladega, tekitades seebiga mittereageerivaid ühendeid; pesusooda e  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  kui kodune veepehmedaja).

**Eristatakse kolme kareduse liiki:**

**1. Mööduv (karbonaatne) karedus.** Seda põhjustavad vees lahustunud Ca ja Mg vesinikkarbonaadid ( $\text{HCO}_3^-$ ) ja karbonaadid ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) mis sadenevad vee keetmisel lahustumatu  $\text{CaCO}_3$ -na välja.

**2. Püsiv (mittekarbonaatne) karedus.** Seda põhjustavad peamiselt Ca ja Mg kloriidid ( $\text{Cl}^-$ ) ja sulfaadid ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), vähemal määral ka fosfaadid, nitraadid jt, mis vee keetmisel välja ei sadene.

**3. Üldkaredus.** See on kõigi Ca ja Mg ühendite kogusumma keetmata vees ehk Ca- ja Mg-ioonide kontsentratsioon vees.

### Vee karedust mõõdetakse:

#### 1. Milligrammekvivalentides 1 liitri vee kohta.

1 mg-ekv vastab 20,04 mg Ca või 12,16 mg Mg sisaldusele 1 liitris vees (Ca ja Mg ekvivalentkaalud = poolega nende aatomkaalust).

Vesi üldkaredusega kuni 3,5 mg-ekv/l on pehme vesi. Vesi üldkaredusega 3,5-7 mg-ekv/l on keskmise karedusega ja vesi üldkaredusega 7-10 mg-ekv/l on kare vesi. Vesi karedusega üle 10 mg-ekv/l on ebameeldiva maitsega. Sobivaim üldkaredus veele on 5-7 mg-ekv/l.

**2. Kraadides - dH - (1° = 17,5 mg CaCO<sub>3</sub>/l vees).** Alla 4°-ne vesi on väga pehme, 4-8°-ne vesi on pehme, 8-12°-ne vesi on keskmise karedusega, 12-20°-ne vesi on mõõdukalt kare, 20-30°-ne vesi on kare ja üle 30°-ne vesi on väga kare. Joogivee karedus ei tohi olla üle 30°. Sobivaimaks peetakse keskmise karedusega, 10-20°.

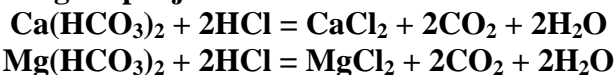
**3. CaCO<sub>3</sub> mg/l (vana määrus: väga hea 250 mg; hea 350 mg; rahuldav 500 mg)**

**Sobivaim üldkaredus veele on 5-7 mg-ekv/l.**

**Mööduva (või ka üldkareduse) määramine soola ja leelise seguga**

Meetod sobib keskmise ja suure karedusega vee korral.

Mööduva (bikarbonaatse) kareduse määramine põhineb sellel, et tiitrimisel HCl-ga (indikaatoriks 0,2% metüülpunane) muudetakse Ca ja Mg bikarbonaadid kloriidideks ja tiitrimiseks kulunud HCl koguse põhjal on võimalik leida mööduv karedus.



**Tööks vajalikud reaktiivid:**

1. 0,1 n HCl (0,1 mooli e g-ekv ainet lahustatud 1 l vees)
2. Segu, mis koosneb võrdsete osadena 0,1 n Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ja 0,1 n NaOH.
3. 0,2% metüülpunane indikaatorina
4. 0,1% metüüloranž indikaatorina

**Tööks vajalikud vahendid:**

- 1) 200-250 ml kooniline kolb, 2) mõõtsilinder, 3) 2 büretti, 4) lehter, 5) filterpaber, 6)elektripliit, 7) destilleeritud vesi.

**1. Mööduva kareduse määramine:**

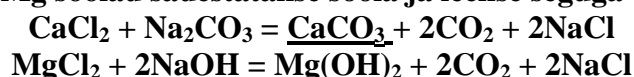
Kolbi võetakse 100 ml uuritavat vett, lisatakse 2 tilka 0,2% metüülpunast ja tiitritakse 0,1 n HCl-ga roosa värvuse tekkeni. 1 ml-le 0,1 n HCl-le vastab kareduse 1 mg-ekv/ ehk saadud ml arv näitabki mööduvat karedust

**Näiteks:** kulus 3,4 ml 0,1 n HCl.

**Seega on mööduv karedus 3,4 mg-ekv/l**

**2. Üldkareduse määramine:**

Kõik vees olevad Ca ja Mg soolad sadestatakse soola ja leelise seguga (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> + NaOH).



Pärast mööduva kareduse määramist lisatakse samasse tiitritud veega kolbi büretist 20 ml leeliste segu ja keedetakse 3 minutit. Keetmisel leeliste segu toimel sadenevad Ca ja Mg vastavalt karbonaadi ja hüdroksiidina välja.

Pärast keetmist vedelik jahutatakse kuni 20° C-ni, valatakse mõõtkolbi ja lisatakse destilleeritud vett kuni mahuni 200 ml.

Vedelik segatakse ja filtreeritakse sellest 100 ml teise kolbi. Filtreeritud vedelikule lisatakse 2-3 tilka 0,1% metüüloranži ja tiitritakse 0,1 n HCl-ga kuni nõrgalt roosa värvuse tekkeni. Fikseeritakse kulunud ml arv.

*Selgitus: Osa leelissegust kulub Ca- ja Mg-soolade sidumiseks, osa jääb aga vabaks. Mida suurem on uuritava vee karedus, seda rohkem langeb juurdelisatud leelise tiiter (vaba leelist jääb lahusesse vähem).*

Kuna tiitrimiseks võeti 100 ml vedelikku, siis kulunud HCl ml arv korrutatakse 2-ga (enne filtreerimist oli lahust 200 ml). Saadud arv näitab leelise lahuse ml arvu, mis ei võtnud reaktsioonist osa.

Lahutades selle korrutise kasutatud leeliste segu kogusest (20 ml), saame Ca ja Mg soolade sadestamiseks kulunud 0,1 n HCl lahuse koguse. See on võrdne mg-ekv/l.

Näiteks: 100 ml filtraadi tiitrimiseks kulus 6,9 ml 0,1 n HCl. Järelikult 200 ml kulub  $6,9 \times 2 = 13,8$  ml. Siit järeldub, et 20 ml-st leeliste segust jäi kasutamata 13,8 ml. Lahutades selle arvu 20 ml-st leeliste segust, saame 0,1 n HCl lahuse koguse, mis kulus Ca ja Mg soolade sadestamiseks:  $20 - 13,8 = 6,2$  ml. Seega on vee üldkaredus 6,2 mg-ekv/l.

Püsiv karedus on üld-ja mööduva kareduse vahe:  $6,2 \text{ mg-ekv/l} - 3,4 \text{ mg-ekv/l} = 2,8 \text{ mg-ekv/l}$