

SIHTUURING

„Vaba ja seotud kloori sisalduse mõõtmine basseinides”

Sissejuhatus

15. märtsil 2007. a võeti vastu uus Vabariigi Valitsuse määrus nr. 80 „[Tervisekaitseinspekteerimise, basseinide ja veekeskuste](#)”, millega muudeti mõningal määral ka basseiniveele kehtestatud nõudeid. Nt kui varasemalt uuriti basseiniveses jääkkloori sisaldust, siis alates 2008. aastast tuli hakata määrama vaba ja seotud kloori.

Kõige suuremaks probleemiks on osutunud basseinivee nõuetekohase vaba ja seotud kloori taseme hoidmine. Peaaegu pooltes ujulates 2008. aastal ei vastanud basseinivee kvaliteet seotud kloori osas normidele. Otsides probleemi põhjuseid, tõusis esile küsimus, kas laboris analüüsitud proovid annavad kloori osas õigeid tulemusi, kuna on arvatud, et nii vaba kui seotud kloori sisaldus veeproovis aja jooksul muutub. Seega otsustas Tervisekaitseinspekteerimine 2009. aastal läbi viia vastava sihtuuringu vaba ja seotud kloori mõõtmiste osas erinevatel ajahetkedel, eesmärgiga võrrelda kloori sisalduse muutumist proovis aja jooksul.

Määruse piirmäärad vaba ja seotud kloorile:

- vees lahustunud klooriühendeid (ümberarvestatuna kloorile), mis on võimelised oksüdeerima lämmastikuühendeid (edaspidi *vaba kloor*) võib olla 0,5–1,5 mg/l;
- vees lahustunud klooriühendeid (ümberarvestatuna kloorile), mis on reageerinud lämmastiku või orgaaniliste ühenditega (edaspidi *seotud kloor*), võib olla veetemperatuuril kuni +31 °C kuni 0,4 mg/l, veetemperatuuril üle +31 °C kuni 0,5 mg/l;

Ideaaljuhul tuleks kloori proove analüüsida proovivõtmise kohas. Samas aga on kõige täpsemad ja korrektsemad andmed saadud laboris teostatud analüüsides. Kloori määramiseks on mitmeid meetodeid, samas aga mitte ühtegi „ideaalset“. Kõigil tuntud meetoditel on omad puudused ning võib esineda probleeme. [1]

1. Kloor

Basseinivett on vaja töödelda, et vältida kahjulike bakterite levimist. Kõige levinum ja ka odavam viis on vee kloorimine. Kloor on tuntuim ja enim kasutatud desinfektant, mida on olemas erinevate keemiliste ühenditena. [3]

Lihtainena on kloor kollakasroheline, terava lõhnaga, mürgine, õhust üle kahe korra raskem gaas, samas on teda võimalik kergesti veeldada.

Tavaliselt kasutatakse kloori vedelal kujul, tahkena pulbri, graanulite või tablettidena. Ujulates kasutatakse enamjaolt vedelana naatriumhüpokloritit või tahkena kaltsiumhüpokloritit.

Kloori lisamisel vette toimub selle hüdroolüüs, mille tulemusel tekib kaks hapet – vesinikkloriid ja hüpokloorishape: $Cl_2 + H_2O = HCl + HClO$ (hüpokloorishape).

Hüpokloorishape on aktiivsem reageerija teiste ainetega kui vesinikkloriid. Kui palju mõlemat hapet tekib, oleneb vee pH-st.

Kloorivee tugevad oksüdeerivad omadused on tingitud atomaarse hapniku tekkest. Klooriveel ja niiskel gaasilisel klooril on sel põhjusel tugevad pleegitavad ja desinfitseerivad omadused.

Basseiniveses olev kloor jaotatakse vaba ja seotud klooriks. Kogukloor on vaba ja seotud kloori summaarne hulk.

1.1. Vaba kloor

Vaba kloor on see osa vees olevast kogukloorist (nt Cl_2 , HClO , ClO^-), mis ei ole muundatud bakterite, vetikate või muu orgaanilise aine poolt ja millel on suur oksüdeerimise ja desinfitseerimise võime, et hoida vesi puhas ja selge. Vaba kloori desinfitseerimisvõime sõltub ka pH tasemest. Kõrge pH vähendab kloori efektiivsust isegi kui analüüs näitab suurt vaba kloori hulka. See on üks põhjus miks pH tuleb hoida normis. Efektiivseim desinfitseerimine on pH 7,2 – 7,4 juures. Saavutamaks basseini vee piisavat kvaliteeti mikrobioloogiliste näitajate osas peaks vaba kloori hulk vees olema vähem kui 1 mg/l, kuid vähemalt 0,5 mg/l. [2]

WHO soovituste kohaselt ei tohiks vaba kloor basseini vees ületada 3 mg/l ning kuumavee basseinides 5 mg/l.

1.2. Seotud kloor ehk klooramiinid

Seotud kloor ehk klooramiinid on üks kloreerimise jääkproduktidest. Seotud kloor on see osa kloorist, mis on seotud ammooniumiühenditega (nt NH_2Cl , NHCl_2 , NCl_3) ning mis tekivad muuhulgas higist, päevituskreemist, uriinist jm. Klooramiinid (eriti just seotud kloori koostises olevad diklooramiinid ja triklooramiinid) tekitavad nn kloorihaisu, mis ekslikult arvatakse olevat tingitud liigsest kloorist.

Klooramiinid tekivad vaba kloori ehk hüpokloorishappe reageerimisel ammooniumi või muude orgaaniliste ainetelega. Tegemist on suhteliselt kergesti lenduvate ainetelega ning seetõttu leidub neid ka õhus (on tunda nn „kloorihaisu“). Klooramiinid tekivad sagedamini vees mille pH on madal või basseini koormus liiga suur. Kuigi ka klooramiinil on desinfitseerimisvõime on see 100 korda väiksem kui vabal klooril.

Klooramiinid põhjustavad silmade, naha ja hingamisteede ärritusi.

Seotud kloor iseloomustab basseini vee koormust ja reostumist. Mida suurem on basseini koormus ja vee reostumine ning mida vähem värsket vett juurde antakse, seda suurem on seotud kloori sisaldus. Seotud kloori normist kõrgem sisaldus võib tähendada ka, et basseinitehnika ei puhasta piisavalt hästi vett või on toimunud kuskil avarii.

Seotud kloori peab vees olema võimalikult vähe. Tuleb jälgida, et seotud kloori oleks vees vähemalt poole vähem kui vaba kloori. Ideaalne oleks olukord, kus vees seotud kloori üldse ei ole. [2]

Seotud kloori sisaldus ei tohiks ületada kindlasti 1 mg/l [2].

1.3. Mõju tervisele

Keemiliste ühendite organismi sattumine sõltub nende kontsentratsioonist vees, õhus, turbulentsist ja basseini ümbruses viibitud ajast ning füüsilisest tegevusest, mis mõjutab hingamise kiirust.

Tavapärasel kogusel basseini vees olev **vaba kloor** ei põhjusta silmade ega naha ärritusi, v.a juhul kui vaba kloori sisaldus on väga kõrge [4]. Osa vaba kloorist ka lendub, kuid tavaliselt on selle hulk õhus niivõrd väike ($0,01-0,1 \text{ mg/m}^3$), mis hingamisteede ärritust ei põhjusta. [4]

Aktiivsete oksüdeerijatena reageerivad klooriühendid basseinikasutajate naharakkude ja juustega, võides muuta naha kuivaks ja ketendavaks, juuksed säbruliseks, kuivaks ja katkevaiks. Kloor mõjutab naha rasu ja mineraalainete tasakaalu ning reageerides nahaga moodustab kloor sellele kihi – peale basseini kasutamist on tunda, et nahal on juures kloori lõhn.

Tervisele oluliselt kahjulikum võib olla liigne kokkupuude **kloreerimise jääkproduktidega**. Vees olev seotud kloor ehk klooramiinid põhjustavad silmade, naha ning hingamisteede ärritusi (s.h. kõha, hingamise raskuseid). Klooramiinid on kergesti lenduvad ühendid ning seetõttu leidub

neid ka ujula õhus ning mõjutavad peale basseinikasutajate ka teisi ujulas viibijaid. Kuna klooramiinide sissehingamine ärritab hingamisteid, siis on täheldatud, et neil, kes viibivad sageli ja pikaajaliselt ujulas, võib soodustada see ka astma teket [4].

Klooramiinide ja teiste kloreerimise jääkproduktide mõju suurus tervisele oleneb nende kontsentratsioonist vees ja õhus, inimese enda tundlikkusest, ujulas viibitavast ajast ja tegevuse intensiivsusest.

Selleks, et vähendada terviseriske, on oluline efektiivne basseinivee töötlus ja korralik ventilatsioon, kuid samuti see, et basseinikasutajad enne basseini minekut peseksid ennast vee ja seebiga, mis vähendab oluliselt reostuskoormust ja lisatavate kemikaalide hulka.

2. Sihtuuringu eesmärk ja ülesanded

Sihtuuringu eesmärk: jälgida vaba ja seotud kloori sisalduse muutust proovides määratud aja jooksul ning kahe erineva kloori määramise meetodi võrdlus.

Sihtuuringu ülesandeks oli:

1. Võrrelda Tallinna ja Harjumaa ujulate basseinivee vaba ja seotud kloori sisaldusi proovides, mis on määratud kohapeal tiitrimise seadmega ja kohaliku fotomeetri/aparaatiga ning mis on määratud Tallinna kesklaboris erinevatel aegadel tiitrimise meetodiga.
2. Võrrelda Tartu ja Tartumaa ujulate basseinivee vaba ja seotud kloori sisaldusi proovides, mis on määratud laboris erinevatel aegadel.

3. Metoodika

Uuringu läbiviimise metoodika:

1. Mõõdeti basseinivee vaba ja seotud kloori sisaldust kohapeal ujulas meetodiga EVS-EN ISO 7393-1:2000
2. Mõõdeti basseinivee vaba ja seotud kloori sisaldust Tervisekaitseinspektsiooni kesklaboris kasutatava meetodiga EVS-EN ISO 7393-1:2000
3. Mõõdeti basseinivee vaba ja seotud kloori sisaldust Taru laboris kasutatava meetodiga V35-KOL, mis põhineb standardil EVS-EN ISO 7393-2:2000.
4. Mõõdeti vaba ja seotud kloori sisaldust ka ujulas kasutatava fotomeetriga, võrdlemaks tiitrimise meetodi tulemusi ujulas igapäevaselt kasutatava fotomeetri tulemustega. Enamus ujulates oli kasutusel fotomeeter Lovibond, ühes ujulas kasutati tabletitestreid.

Lisaks, kui oli olemas, kontrolliti ja pandi kirja basseini automaattmõõturi näidud: pH, temperatuuri ja vaba kloori sisaldus. Ujulates oli enamasti kasutusel seade Autodos 1000 MK3.

Tiitrimetriline meetod N,N-dietüül-1,4-fenüleendiamiiniga (EVS-EN ISO 7393-1:2000) (lisa 1): DPD meetod on kõige levinum meetod vaba ja seotud kloori määramiseks.

Meetodi põhimõtteks on vaba kloori määramine veest N,N-dietüül-1,4-fenüleendiamiini (DPD) abil, mis annab punase värvuse pH väärtusel 6,2-6,5. Värvuse intensiivsus mõõdetaks kolorimeetriliselt lainepikkusel 510 nm. (EVS-EN ISO 7393-2:2000)

Kolorimeetrilise meetodiga üldkloori määramine põhineb reaktsioonil DPD-ga kaaliumjodiidi (KJ) liia juuresolekul. DPD lahusele lisatakse KJ lahust ja tulemust mõõdetakse kolorimeetriliselt lainepikkusel 510 nm. (EVS-EN ISO 7393-2:2000). Seotud kloor on üldkloori ja vaba kloori sisalduse vahe. (Tartu labori poolt kasutatav)

Uuringute läbiviimine

Sihtuuring viidi läbi 2009. a IV kvartalis Tallinna ja Tartu Tervisekaitsetalituses, paralleelselt järelvalvega.

Tallinnas ja Harjumaal määrati seotud ja vaba kloori sisaldust koheselt peale proovi võtmist kohapeal. Ühe basseini vee ehk nelja proovi analüüsimiseks kulus kohapeal ligikaudu pool tundi. Proovid, mis võeti laboris määramiseks jõudsid laborisse 1-1,5 tunni jooksul. Laboris määrati seotud ja vaba kloori sisaldus 4s ühest ja samast proovivõtu kohast võetud proovis. Esimese proovi analüüsimist alustati kuni 1 tunni, ühe korra ka 1,5 tunni möödudes proovide laborisse jõudmisest. Iga järgmise proovi analüüsimist alustati 0,5–1 tunni jooksul peale eelmise proovi analüüsimist.

Tartus määrati seotud ja vaba kloori sisaldust ainult laboris, kolmes proovis 1, 2 ja 3 tundi peale proovi võtmist.

Sihtuuringusse oli haaratud 21 ujulat - 11 Tallinnas ja Harjumaal ning 10 Tartus ja Tartumaal. Proove võeti 37st basseinist (tabel 1).

Enne sihtuuringu algust läbisid sihtuuringus osalenud Tallinna talituste inspektorid ja proovivõtja Tallinna Kesklabori Keemialaboris tiitrimise seadme kasutamise koolituse.

Inspektorid ja/või proovivõtja kontrollisid kohapeal ujula ja basseini olukorda, täitsid inspekteerimise akti, kirjeldades seal ka basseini koormust. Tallinnas ja Harjumaal määrasid seejärel basseini vee temperatuuri ja tiitrimise seadmega basseini vaba ja seotud kloori sisalduse. Olenevalt basseini suuruselt võeti ühest basseinist määramiseks 2 või 4 proovi. Suurtest basseinidest võeti kohapeal määramiseks kokku 4 proovi - madalamast ja sügavamast otsast ning kahelt poolt külgedelt. Väiksematest basseinidest võeti 2 proovi - mõlemalt poolt otstest või külgedelt.

Samal ajal mõõtis ujula esindaja oma fotomeetri või seadmega basseini vaba ja seotud kloori sisaldust.

Juhul kui ujulas oli olemas automaattmõõtur, siis märgiti üles ka selle vaba kloori näit, pH ja temperatuur.

Laborisse saatmiseks võeti basseini ühest ja samast kohast 4 proovi seotud ja vaba kloori määramiseks.

Proovid transporditi laborisse võimalikult kiiresti, vähemalt 1 tunni jooksul.

Tervisekaitseinspeksiooni Kesklaboris ja Tartu laboris analüüsiti vaba ja seotud kloori sisaldust proovides:

- Esimene proov kohe või kuni 1 tunni möödudes pärast proovide saabumist laborisse
- Järgmised proovid teatud aja pärast 0,5–1 tunni jooksul peale eelmise proovi analüüsimist.

Tabel 1. Sihtuuringus osalenud ujulad ja basseinid

	Nr.	UJULA	BASSEIN
Tallinn ja Harjumaa	1	Nõmme ujula	suur bassein
	2		laste bassein
	3	Laagri kooli ujula	suur bassein
	4		laste bassein
	5	Saue ujula	suur bassein
	6		laste bassein
	7	Tabasalu ujula	suur bassein
	8		laste bassein
	9	Rae valla spordikeskuse ujula	suur bassein
	10		mullivann
	11	Viimsi Tervisekeskus	suur bassein
	12		laste bassein
	13	Viimsi Keskkooli ujula	suur bassein
	14	Pirita TOP SPA spordikeskuse ujula	suur bassein
	15		väike bassein
	16	Loksa ujula	suur bassein
	17		väike bassein
	18	Kuusalu kooli ujula	suur bassein
	19		väike bassein
	20	Idakeskuse spordikeskuse ujula	suur bassein
Tartu ja Tartumaa	21	Spordiklubi ARENA	suur bassein
	22		väike bassein
	23	Spordiklubi ARCTIC	bassein
	24	Lasteaed Pääsupesa	suur bassein
	25		ravibassein
	26	Kivilinna Gümnaasium	bassein
	27	Maarjamõisa taastusravi	suur bassein
	28		väike bassein
	29	Lastekliiniku taastusravi	bassein
	30	AURA veekeskus	spordibassein
	31		treeningbassein
	32		beebibassein
	33		veepark
	34	Masingu kool	bassein
	35	Tamme Gümnaasium	bassein
	36	Lasteaed Päikeseratas	lastebassein
	37		beebibassein

4. Sihtuuringu tulemused

Sihtuuringu käigus võeti proove 37st basseinist. Tallinnas 20st basseinist - 11st suurest basseinist, 8st väiksest basseinist, sh 4st lastebasseinist ja 1st mullivannist ning Tartus 17st basseinist – 9st suurest basseinist, 7st väiksest basseinist, sh 5st lastebasseinist ja 1st ravibasseinist.

4.1. Tulemuste vastamine määruse nõuetele

Võttes arvesse nii kohapeal kui laboris teostatud analüüse, vastas uuritud Tallinna basseinidest nii vaba kui seotud kloori osas nõuetele vaid üks bassein, kuigi ka sellegi puhul ületas üks laboris määratud proov natuke normi. Juhul kui arvestada ainult labori proove, siis nende alusel vastas nõuetele 3 basseini, kohapeal mõõdetud tulemuste alusel 1 bassein ning fotomeetriga mõõdetud tulemuste alusel 6 basseini. (lisa 2)

Uuritud Tartu basseinidest vastas nii vaba kui seotud kloori osas nõuetele 5 basseini, võttes seejuures arvesse nii kohapeal kui laboris teostatud analüüse. Juhul kui arvestada ainult labori proove, siis nende alusel vastas nõuetele 7 basseini, fotomeetriga mõõdetud tulemuste alusel 8 basseini. (lisa 2)

Ujulates on üldjuhul igal basseinisüsteemil automaatmõõturid vee temperatuuri, pH ja vaba kloori sisalduse jälgimiseks ja hoidmiseks.

Automaatmõõturid olid olemas või töötasid Tallinnas 17 uuritud basseinil ja Tartus 16 basseinil. Vaba kloor vastas nende alusel nõuetele kõigis Tallinna basseinides, v.a. ühes, kus see oli alla normi. Tartu basseinidest vastas vaba kloor nõuetele 11s ning ei vastanud 5s basseinis, kus see jäi alla normi. (lisa 2)

Ujulates mõõdeti kohapeal ka ujula fotomeetriga seotud kloori sisaldust. Tallinnas mõõdeti seotud kloori sisaldust 16s basseinis ja vaba kloori sisaldust 18s basseinis. Kahes basseinis oli mõõdetud ainult vaba kloori sisaldust. Fotomeetri tulemuste põhjal ei vastanud seotud kloor nõuetele 10s basseinis ja vaba kloor 2s basseinis (ühes alla normi ja teises üle normi). Mõlemad kloorid vastasid nõuetele 5s basseinis. (lisa 2)

Tartus mõõdeti fotomeetriga vaba kui seotud kloori sisaldus 17s basseinis. Nõuetele ei vastanud vaba kloor 6s basseinis (kolmes alla normi ja kolmes üle normi) ja seotud kloor samuti kuues basseinis. 8s basseinis vastasid mõlemad, nii seotud kui vaba kloor nõuetele. (lisa 2)

Tallinna 20s basseinis määrati seotud ja vaba kloori sisaldust ka kohapeal tiitrimise meetodiga. Kohapeal analüüsitud 74st vaba kloori proovist oli alla normi 5 e. 6,8% ning üle normi 13 e. 17,6%. Vaba kloori osas ei vastanud nõuetele 4 basseini (ühes basseinis alla lubatud normi ning kolmes natuke üle lubatud normi). Kohapeal määrati seotud kloori 74s proovis, millest 58 e. 78% ületas lubatud piirmäära. Kohapeal mõõdetud tulemuste põhjal vastas seotud kloori sisaldus nõuetele vaid kahes basseinis. Nii vaba kui seotud kloori osas vastas nõuetele vaid üks bassein.

Tallinna laboris 80st analüüsitud proovist vastasid normidele 17 (25%) seotud kloori proovi ja 63 (79%) vaba kloori proovi. Laboris mõõdetud proovidest ei ületanud vaba kloor normi üheski proovis, 17s proovis aga oli alla normi (0,05-0,48 mg/l). Seotud kloori sisaldus oli mittevastavates proovides 0,41-1,33 mg/l. Ainult neljas basseinis vastasid kõik neli vaba ja seotud kloori proovi nõuetele. (lisa 2)

Tartu laboris 51st analüüsitud proovist vastasid normidele 36 (70,6%) seotud kloori proovi ja 35 (69%) vaba kloori. Seotud kloori sisaldus oli mittevastavates proovides 0,7–3,6 mg/l ning vaba kloori sisaldus 0,2-0,4 mg/l ja 1,8-2,0 mg/l. 8s basseinis vastasid kõik neli vaba ja seotud kloori proovi nõuetele. (lisa 2)

4.2. vaba ja seotud kloori sisalduse muutus proovides

4.2.1. Tallinna ja Harjumaa ujulad

Muutus ajas

Võrreldes kohapeal mõõdetud tulemusi ja laboris mõõdetud tulemusi, siis kõigis proovides vaba kloori sisaldus vähenes, välja arvatud ühes proovis, kus vaba kloori sisaldus suurenes 0,19 mg/l võrra. Seotud kloori sisaldus peaaegu kõigis proovides kas suurenes või hoopis vähenes, samas aga mitte rohkem kui 0,2 mg/l (v.a. üks proov).

Vaba kloori sisaldus kahanes vähem kui 0,01 mg/l kahes proovis. Kõige sagedamini vähenes vaba kloori sisaldus 0,3-0,4 mg/l ning seda 26s proovis, 19s proovis vähenes 0,2-0,3 mg/l ning 0,1-0,2 mg/l samuti 19s proovis. Vaba kloori sisaldus vähenes 0,4-0,5 mg/l 3s proovis, 0,5-0,6 mg/l kahes proovis ning rohkem kui 0,6 mg/l 8s proovis. (tabel 2)

Tabel 2: Vaba kloori sisalduse muutus Tallinna ja Harjumaa ujulate proovides proovivõtmisest kulunud aja jooksul

Aeg kulunud proovi võtmisest		1-2 h	2-3 h	3-4 h	>4h	kokku	
	mg/l	proovide arv					
vaba kloor suurenes	↑	0,1-0,2	1	0	0	0	1
vaba kloor vähenes	↓	0,00 - 0,1	0	1	1	0	2
		0,1 - 0,2	1	7	6	5	19
		0,2 - 0,3	4	7	6	2	19
		0,3 - 0,4	3	9	12	2	26
		0,4 - 0,5	0	0	3	0	3
		0,5 - 0,6	0	0	1	1	2
		> 0,6	1	3	3	1	8
		9	27	32	11		

Seotud kloori sisaldus ei muutunud või muutus mitte rohkem kui 0,01 mg/l 13s (17%) proovis. Seotud kloori sisaldus suurenes 38s proovis ning vähenes 41s proovis. 27s proovis suurenes seotud kloori sisaldus kuni 0,09 mg/l ning vähenes sama palju 21s proovis, 0,1-0,2 mg/l võrra suurenes 10s proovis ja vähenes 21s proovis. Ainult ühes proovis suurenes kloori sisaldus rohkem kui 0,2 mg/l. (tabel 3)

Tabel 3. Seotud kloori sisalduse muutus Tallinna ja Harjumaa ujulate proovides proovivõtmisest kulunud aja jooksul

Aeg kulunud proovi võtmisest		1-2 h	2-3 h	3-4 h	>4h	Kokku	
	mg/l	proovide arv					
seotud kloor suurenes	↑	0,00 - 0,09	2	10	9	6	27
		0,1-0,2	2	0	7	1	10
		> 0,2	0	1	0	0	1
seotud kloor vähenes	↓	0,00 - 0,09	3	8	7	3	21
		0,1 - 0,2	3	8	9	1	21
		> 0,2	0	0	0	0	0

Esimesed kloori proovid analüüsiti laboris 1-3 tunni jooksul peale proovide võtmist.

Selle aja jooksul vähenes, võrreldes kohapealsete mõõtmiste tulemustega, vaba kloori sisaldus kõigis proovides, v.a ühes proovis. Vaba kloor vähenes 0,1–0,7 mg/l või 10–73%. (lisa 2)

Seotud kloor vähenes selle aja jooksul võrreldes kohapealsete mõõtmiste tulemustega 11s proovis, ühes proovis jäi samaks ning 8s suurenes. Seotud kloori sisaldus vähenes 0,01-0,15 mg/l või suurenes 0,04-0,29 mg/l. Seotud kloori muutus oli 0,3-60,5%. (lisa 2)

Järgmised proovid analüüsiti laboris 1:45-3:45 tunni jooksul peale proovide võtmist.

Selle aja jooksul vähenes, võrreldes kohapealsete mõõtmiste tulemustega, vaba kloori sisaldus kõikides proovides. Vaba kloor vähenes 0,07-0,67 mg/l või 5-73%. Seotud kloori sisaldus vähenes 11s proovis, ühes proovis jäi samaks ning 8s suurenes. Seotud kloori sisaldus vähenes 0,02-0,19 mg/l või suurenes 0,01-0,13 mg/l. Seotud kloori muutus oli 0,3-36%.

Võrreldes teisena analüüsitud proove esimestega, siis poole tunni jooksul vaba kloori sisaldus palju ei muutunud - 10s proovis oli vaba kloori sisaldus vähenenud 0,01-0,34 mg/l, 6s proovis suurenenud 0,01-0,09 mg/l ning 4s proovis oli jäänud samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Vaba kloori sisaldus muutus kuni 45%. Samas vaba kloori sisalduse vähenemise ulatusel ei olnud olulist vahet, kas proove analüüsiti 2, 3 või 4 tundi peale proovi võtmist. Seotud kloori sisaldus poole tunni jooksul samuti palju ei muutunud - 13s proovis oli seotud kloori sisaldus vähenenud 0,01-0,19 mg/l, 5s proovis suurenenud 0,01-0,03 mg/l ning 2s proovis oli jäänud samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Seotud kloori sisaldus muutus kuni 15%.

Kolmandad proovid analüüsiti laboris 2:30-4:15 tunni möödudes peale proovi võtmist.

Selle aja jooksul vähenes, võrreldes kohapealsete mõõtmiste tulemustega, vaba kloori sisaldus kõigis proovides. Vaba kloor vähenes 0,14–0,74 mg/l või 11–73%. Seega mitte oluliselt rohkem kui varem analüüsitud proovides. Seotud kloori sisaldus vähenes 9s proovis 0,01-0,19 mg/l ja suurenes 11s proovis 0,01-0,14 mg/l. Seotud kloori muutus oli 1,4-30%.

Võrreldes kolmandana analüüsitud proove teisena analüüsitud, siis poole tunni jooksul vaba kloori sisaldus vähenes 16s proovis 0,01-0,2 mg/l, suurenes 2s proovis 0,01-0,03 mg/l ning 2s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Vaba kloori sisaldus muutus kuni 27%. Seotud kloori sisaldus tunni aja jooksul samuti palju ei muutunud - 8s proovis seotud kloori sisaldus vähenes 0,01-0,21 mg/l, 8s proovis suurenes 0,01-0,08 mg/l ning 4s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Seotud kloori sisaldus muutus kuni 35%.

Võrreldes kolmandana analüüsitud proove esimesena analüüsitud, siis tunni aja jooksul muutus vaba kloori sisaldus natuke rohkem - 16s proovis vähenes vaba kloori sisaldus 0,01-0,35 mg/l, 3s proovis suurenes 0,01-0,03 mg/l ning 1s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Vaba kloori sisaldus muutus kuni 47%. Samas vaba kloori sisalduse vähenemise ulatusel ei olnud olulist vahet, kas proove analüüsiti 2, 3 või 4 tundi peale proovi võtmist. Seotud kloori sisaldus vähenes 8s proovis 0,01-0,21 mg/l, samuti suurenes 8s proovis 0,01-0,08 mg/l ning 4s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Seotud kloori sisaldus muutus kuni 35%.

Viimased ehk neljandad proovid analüüsiti laboris 3-5 tunni möödudes peale proovi võtmist.

Selle aja jooksul vähenes, võrreldes kohapealsete mõõtmiste tulemustega, vaba kloori sisaldus kõigis proovides. Vaba kloor vähenes 0,14–0,75 mg/l või 14-74%. Seega mitte oluliselt rohkem kui varem analüüsitud proovides. Seotud kloori sisaldus vähenes, võrreldes kohapealsete mõõtmiste tulemustega, 11s proovis 0,01–0,17 mg/l, 8s proovis suurenes 0,04–0,15 mg/l ning ühes proovis ei muutunud. Seotud kloori sisaldus muutus kuni 39%.

Võrreldes neljandana analüüsitud proove kolmandana analüüsitud, siis poole tunni jooksul vaba kloori sisaldus palju ei muutunud - 16s proovis vähenes 0,01-0,11 mg/l, 2s proovis suurenes 0,04-0,06 mg/l ning 2s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Vaba kloori sisaldus muutus kuni 27,5%. Seotud kloori sisaldus vähenes poole tunni jooksul 7s proovis 0,02-

0,07 mg/l, 10s proovis suurenes 0,01-0,10 mg/l ning 3s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Seotud kloori sisaldus muutus kuni 33%.

Võrreldes neljandana analüüsitud proove esimesena analüüsitud, siis 1,5 tunni jooksul vaba kloori sisaldus muutus mõnes proovis vähem, mõnes rohkem - 18s proovis vähenes 0,01-0,46 mg/l, 1s proovis suurenes 0,01 mg/l ning 1s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Vaba kloori sisaldus muutus kuni 61,3%. Seotud kloori sisaldus 1,5 tunni jooksul palju ei muutunud - 7s proovis vähenes 0,01-0,21 mg/l, 9s proovis suurenes 0,01-0,06 mg/l ning 4s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Seotud kloori sisaldus muutus kuni 19%.

Võrreldes neljandana analüüsitud proove teisena analüüsitud, siis tunni jooksul vaba kloori sisaldus vähenes enamuses proovides - 17s proovis 0,01-0,25 mg/l, suurenes ühes proovis 0,02 mg/l ning kahes proovis jäi samaks. Võrreldes neljandana analüüsitud seotud kloori proove teisena analüüsitud, siis tunni jooksul seotud kloori sisaldus 7s proovis vähenes 0,01-0,08 mg/l, 12s proovis suurenes 0,01-0,12 mg/l ning 1s proovis jäi samale tasemele ehk muutust ei toimunud. Seotud kloori sisaldus muutus kuni 23%.

Proovivõtmise hetkest kuni laboris analüüsimiseni vähenes vaba kloori sisaldus ajas keskmiselt 0,13 mg/l/h, kõige enam vähenes 0,47 mg/l/h ning suurenes kõige enam 0,25 mg/l/h. Laboris vähenes vaba kloori sisaldus ajas keskmiselt 0,06 mg/l/h, kõige enam vähenes 0,2 mg/l/h ning kõige enam suurenes 0,01 mg/l/h. (tabel 4)

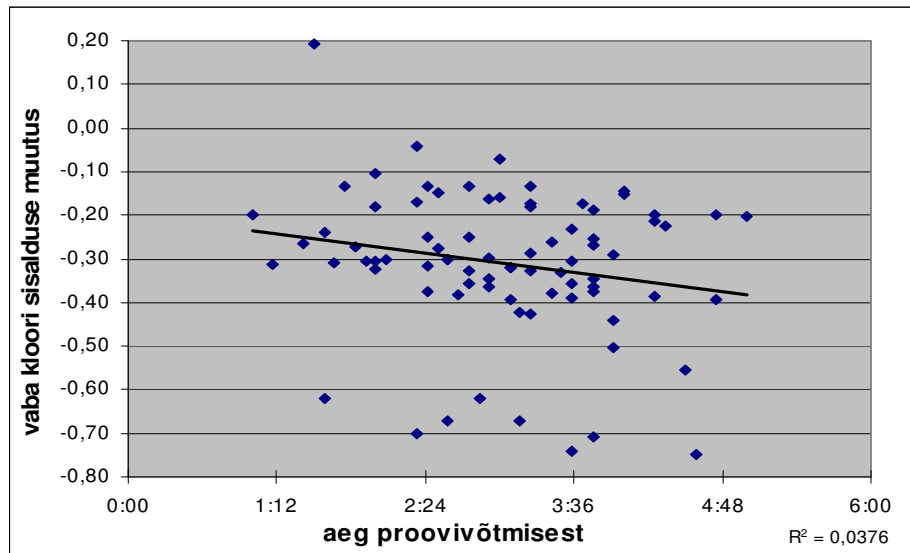
Tabel 4. Vaba ja seotud kloori muutus ajas.

	Standardhälve ujula	Standardhälve labor	Muutus ajas laboris (mg/l/h)	Muutus ajas basseinist laborisse (mg/l/h)
Vaba kloor				
Keskmine	0,11	0,05	-0,06	-0,13
Max	0,21	0,20	0,01	0,25
Min	0,02	0,01	-0,20	-0,47
Seotud kloor				
Keskmine	0,12	0,03	0,00	0,00
Max	0,27	0,10	0,06	0,15
Min	0,01	0,00	-0,05	-0,08

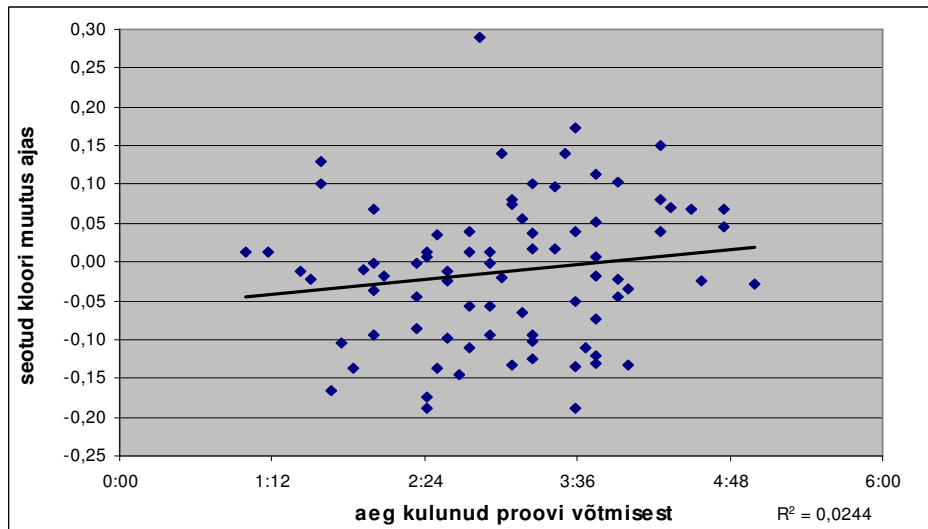
Märgatav oli, et vaba kloori sisaldus proovides väheneb, samas olulist seost proovivõtmist kulunud aja ja vaba kloori sisalduse vähenemise osas ei olnud. Olenemata, kas proovi analüüsiti 1, 2, 3 või 4 tundi peale proovivõtmist, oli igas ajavahemikus proove milles kloori sisaldus muutus vähe ning neid kus kloori sisaldus muutus rohkem. Seda näitab ka all toodud joonis, kus korrelatsioon kloori sisalduse muutuse ja proovivõtmist kulunud aja vahel tuli 0,037, mis näitab, et nende näitajate vahel ei ole märkimisväärset seost (joonis 1).

Proovivõtmise hetkest kuni laboris analüüsimiseni seotud kloori sisaldus ajas keskmiselt ei muutunud, kõige enam vähenes 0,08 mg/l/h ning suurenes kõige enam 0,15 mg/l/h. Laboris seotud kloori sisaldus ajas keskmiselt samuti ei muutunud, kõige enam vähenes 0,05 mg/l/h ning suurenes kõige enam 0,06 mg/l/h. (tabel 4)

Seotud kloori sisaldus muutus 99% proovides vähem kui 0,2 mg/l, 60% proovides vähem kui 0,09 mg/l ning 43% proovides vähem kui 0,05 mg/l. Olulist seost proovivõtmist kulunud aja ja seotud kloori sisalduse suurenemise osas ei leitud. Seda näitab ka alltoodud joonis. Kus saadud korrelatsioon on 0,024, mis tähendab, et nende näitajate vahel ei ole olulist seost (joonis 2).



Joonis 1: Vaba kloori sisalduse muutus proovides proovivõtmisest kulunud aja jooksul.



Joonis 2. Seotud kloori sisalduse muutus proovides proovivõtmisest kulunud aja jooksul

Fotomeetri tulemuste võrdlus teiste meetoditega

Võrreldes fotomeetriga määratud vaba kloori sisaldust kohapeal tiitrimise meetodiga, siis enamus juhtudel näitas fotomeeter vaba kloori sisaldust vähem (15s basseinis) kui tiitrimise meetod, ainult 2s basseinis näitas rohkem. Keskmise erinevus fotomeetri näidu ja tiitrimise tulemuse vahel oli 0,27 mg/l, suurim erinevus oli 0,65 mg/l ning väiksem 0,01 mg/l. (tabel 5, lisa 2)

Võrreldes fotomeetriga määratud seotud kloori sisaldust kohapeal tiitrimise meetodiga, siis enamus juhtudel näitas fotomeeter seotud kloori sisaldust vähem (10s basseinis) kui tiitrimise meetod, 6s basseinis näitas rohkem. Keskmise erinevus fotomeetri näidu ja tiitrimise tulemuse vahel oli 0,19 mg/l, suurim erinevus oli 0,49 mg/l ning väiksem 0,01 mg/l. (tabel 5, lisa 2)

Võrreldes ujula fotomeetri tulemusi labori tulemustega, siis fotomeetri järgi oli 10s basseinis vaba kloori sisaldus suurem kui laboris mõõdetuna, 6s basseinis väiksem ning 2s esimestest labori proovidest väiksem kuid viimastest suurem. Keskmise erinevus fotomeetri näidu ja labori

tulemuste vahel oli 0,25 mg/l, suurim erinevus oli 0,86 mg/l, väiksem 0,02 mg/l. Seotud kloori sisaldus oli fotomeetri järgi enamuses basseinides väiksem (11s) kui laboris mõõdetuna, 3s basseinis suurem ning 2s esimestest labori proovidest väiksem kuid viimastest suurem. Keskmine erinevus fotomeetri näidu ja labori tulemuse vahel oli 0,18 mg/l, suurim erinevus oli 0,49 mg/l, väiksem 0,02 mg/l.

Automaatmõõtuuri näidu võrdlus teiste meetoditega

Suuremas osas basseinides näitas automaatmõõtur väiksemat vaba kloori sisaldust, kui seda mõõdeti fotomeetriga või määrati tiitrimisega kohapeal ning laboris.

Kohapeal määratud vaba kloori sisaldus oli automaatmõõtuuri näidust suurem kõigis uuritud basseinides. Basseinivee automaatmõõtuuri näidust erinesidki kõige enam kohapeal tiitrimisega määratud vaba kloori sisaldus – keskmine erinevus 0,37 mg/l, väiksem erinevus 0,07 mg/l ning suurim erinevus 0,77 mg/l (tabel 5).

Enamuses juhtudel oli suur erinevus ka automaatmõõtuuri ja ujula fotomeetri tulemuste vahel – keskmine 0,23 mg/l, minimaalne 0,01 mg/l ja maksimaalne 0,57 mg/l (tabel 5). Vaba kloori sisaldus oli 3s basseinis väiksem fotomeetriga mõõdetud proovides kui automaatmõõtuuri näit, ülejäänutes oli fotomeetriga mõõdetud sisaldus suurem.

Erinevus laboris analüüsitud proovide ja automaatmõõturiga mõõdetud vaba kloori sisalduse osas oli seda väiksem mida hiljem laboris proovi analüüsiti. Esimese labori proovi ja automaatmõõtuuri keskmine erinevus oli 0,21 mg/l, viimase proovi puhul 0,17 mg/l. 8s basseinis oli vaba kloori sisaldus automaatmõõtuuri näidu järgi väiksemad kui labori tulemuste järgi. Erinevused automaatmõõtuuri näidu ja labori analüüsitud tulemuste vahel oli kuni 0,57 mg/l.

Tabel 5. Tulemuste kokkulangevus

ERINEVUS	Vaba kloor (mg/l)			Seotud kloor (mg/l)		
	keskmine	suurim	väiksem	keskmine	suurim	väiksem
ujula fotomeeter = automaatmõõtur	0,23	0,57	0,01			
automaatmõõtur = tiitrimine koha peal	0,37	0,77	0,07			
automaatmõõtur = labor keskmine	0,17	0,48	0			
ujula fotomeeter = tiitrimine kohapeal	0,27	0,65	0,01	0,19	0,49	0,01
ujula fotomeeter = labor keskmine	0,22	0,86	0,02	0,18	0,49	0,02
tiitrimine kohapeal = labor keskmine	0,26	0,7	0,1	0,07	0,16	0,003

Tabel 6. Tulemuste kokkulangevus erinevate meetodite tulemuste vahel

Tulemuste kokkulangevus				
Vaba kloor				Seotud kloor
mg/l	ujula fotomeeter - ujula automaatmõõtur	ujula fotomeeter - tiitrimine kohapeal	ujula automaatmõõtur - tiitrimine kohapeal	ujula fotomeeter - tiitrimine kohapeal
0,00 - 0,20	6 basseini	6 basseini	4 basseini	10 basseini
0,20 - 0,30	5 basseini	7 basseini	3 basseini	3 basseini
> 0,30	6 basseini	6 basseini	11 basseini	3 basseini

4.2.2. Tartu ja Tartumaa ujulad

Tartu laboris analüüsiti proove 1, 2 ja 3 tundi peale proovi võtmist. Laboris vähenes vaba kloori sisaldus enamuses proovides, 5s proovis vaba kloori sisaldus ei muutunud. Keskmiselt vähenes vaba kloori sisaldus ajas 0,04 mg/l/h, kõige enam 0,13 mg/l/h. Samuti ei muutunud ka suures osas

seotud kloori sisaldus ajajooksul. 4s proovis seotud kloori sisaldus vähenes ja ühes suurenes 0,03 mg/l/h. Keskmiselt muutus seotud kloori sisaldus ajas 0,01 mg/l/h. (Tabel 7)

Tabel 7. Vaba ja seotud kloori muutus ajas Tartu laboris

	Muutus ajas - laboris (mg/l/h)	
	Vaba kloor	Seotud kloor
Keskmine	-0,04	-0,01
Maksimaalne	0,00	0,10
Minimaalne	-0,13	-0,01

Võrreldes proove, mida oli analüüsitud tund aega peale proovi võtmist ning neid mida oli analüüsitud 2 tundi peale proovi võtmist, siis tunni jooksul nii vaba kui seotud kloori sisaldus peaaegu ei muutunud. Vaba kloori sisaldus ei muutunud 9s proovis, 6s proovis vähenes 0,1 mg/l, ühes proovis 0,2 mg/l ning ühes 0,3 mg/l. Seotud kloori sisaldus ei muutunud 13s proovis, 3s proovis vähenes ning ühes suurenes 0,1 mg/l.

Samuti ei muutunud oluliselt vaba ja seotud kloori sisaldus proovides, mida analüüsiti 3 tundi peale proovide võtmist võrreldes proovidega, mida analüüsiti 2 tundi peale proovide võtmist. Vaba kloori sisaldus jäi samaks 8s proovis, 6s proovis vähenes 0,1 mg/l, kahes proovis 0,2 mg/l ning ühes 0,3 mg/l. Seotud kloori sisaldus ei muutunud 14s proovis, 2s proovis vähenes ning ühes suurenes 0,1 mg/l.

Võrreldes proove, mis oli analüüsitud tund aega peale proovi võtmist ning neid mis oli analüüsitud 3 tundi peale proovi võtmist, siis kahe tunni jooksul 5s proovis jäi vaba kloori sisaldus samale tasemele, 6s proovis vähenes 0,1 mg/l, 4s proovis 0,2 mg/l ning 2s 0,4 mg/l. Seotud kloori sisaldus jäi 12s proovis samale tasemele, 4s proovis vähenes ning ühes suurenes 0,1 mg/l.

Võrreldes ujula fotomeetri tulemusi labori tulemustega, siis fotomeetri järgi oli 12s basseinis vaba kloori sisaldus suurem kui laboris mõõdetuna. Keskmine erinevus fotomeetri näidu ja labori tulemuse vahel oli 0,33 mg/l, suurim erinevus oli 1 mg/l. Seotud kloori sisaldus oli fotomeetri järgi 8s basseinis suurem kui laboris mõõdetuna, ühes basseinis sama ning 8s väiksem. Keskmine erinevus fotomeetri näidu ja labori tulemuse vahel oli 0,28 mg/l, suurim erinevus oli 2,7 mg/l.

Võrreldes ujula automaatomõõtuuri vaba kloori näite fotomeetri või labori tulemustega, siis automaatomõõtur näitas pooltes basseinides väiksemat vaba kloori sisaldust ning pooltes suuremat vaba kloori sisaldust kui teised kaks meetodit. Keskmine erinevus automaatomõõtuuri näidu ja labori tulemuse vahel oli 0,33 mg/l, suurim erinevus oli 0,87 mg/l. Keskmine erinevus automaatomõõtuuri näidu ja fotomeetri tulemuse vahel oli 0,35 mg/l, suurim erinevus oli 1,7 mg/l.

Kokkuvõte

Sihtuuringu käigus võeti proove 37st basseinist. Võttes arvesse nii kohapeal kui laboris teostatud analüüse, vastas uuritud basseinidest nii vaba kui seotud kloori osas 6 ehk 16,2%. Juhul kui arvestada ainult labori analüüse, siis nende alusel vastas nõuetele 10 basseini 37st (27%), fotomeetriga mõõdetud tulemuste alusel 14 basseini 37st (38%) ning kohapeal analüüsitud proovide alusel 1 basseini 20st (5%).

Muutus ajas

- Vaba kloori sisaldus muutus kiiremini ja suuremas ulatuses kui seotud kloori sisaldus.
- Vaba kloori sisaldus proovides vähenes nende transpordil laborisse ning laboris. Seotud kloori sisaldus pooltes proovides suurenes, pooltes jälle vähenes.
- Seotud kloori sisaldus suurenes kõige sagedamini kuni 0,1 mg/l, kuid üldiselt mitte rohkem kui 0,2 mg/l.
- Vaba kloori sisaldus vähenes 0,1–0,7 mg/l, keskmiselt 0,04–0,06 mg/l/h
- Uuringu tulemusena ei leitud olulist seost seotud ja vaba kloori sisalduse suurenemise või vähenemise ning proovivõtust kulunud aja vahel. Nii seotud kui vaba kloori vähenemise ulatus ei sõltunud proovivõtust kulunud ajast. Olenemata, kas proovi analüüsiti 1, 2, 3 või 4 tundi peale proovivõtmist, oli igas ajavahemikus proove milles kloori sisaldus muutus vähe ning neid kus kloori sisaldus muutus rohkem. Samuti ei muutunud kloori sisaldus ajas ühtlase languse või tõusuna. Näiteks võis esimeses proovis olla kloori rohkem, teises vähem, kolmandas taas rohkem ning neljandas sama palju kui oli kohapeal mõõdetud. Seega tõenäoliselt mõjutab muutuse ulatust oluliselt ka muud tegurid, nt vee temperatuur, pH, vees leiduva orgaanika hulk jm.
- Samas aga võib öelda, et suureneb ajas muutuse toimumise tõenäosus.

Meetodite ja seadmete võrdlus

- Erinevate meetoditega määratud seotud kloori tulemused langesid paremini omavahel kokku kui vaba kloori tulemused. Kõige paremini langesid kokku seotud kloori tiitrimise tulemused kohapeal ja tulemused laboris.
- Võrreldes fotomeetri tulemusi kohapeal teostatud tiitrimise tulemustega, siis enamus juhtudel näitas fotomeeter vaba ja seotud kloori sisaldust vähem kui tiitrimisega mõõdetuna.
- Automaatmõõturi näit näitas vaba kloori sisaldust vähem, kui seda oli mõõdetud fotomeetriga või määratud tiitrimisega kohapeal või laboris enamus Tallinna ja Harjumaa basseinides ning pooltes Tartu basseinides.

Kasutatud kirjandust:

1. Harp, D. L., „Current Technology of Chlorine Analysis for Water and Wastewater“, Technical Information Series — Booklet No.17, USA 2002 : http://www.hach.com/cms-portals/hach_com/cms/documents/pdf/LIT/L7019-ChlorineAnalysis.pdf
2. ISRM „Disinfection of pool water“, 2011: http://www.flasolar.com/pdf/Disinfection_of_Pool_Water.pdf
3. Orav, V. „Tartu linna siseujulate tervisekaitseline olukord ja vee kvaliteet“, magistriprojekt, Tartu Ülikool, 2002: http://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Kasulikku/Keskkonnatervis/Tartu_ujulad_orav.pdf
4. Lenntech, 2013: <http://www.lenntech.com/processes/disinfection/swimming-pool-/swimming-pool-disinfection-health.htm>

LISA 1.

VABA JA SUMMAARSE JÄÄKKLOORI MÄÄRAMINE – OSA 1: TIITRIMEETRILINE MEETOD N,N-DIETÜÜL-1,4-FENÜLEENDIAMIINIGA

Vaba kloori määramine

250 ml koonilisse kolbi viiakse antud järjekorras kiiresti järgmised lahused:

*5,0 ml puhverlahust,

*5,0 ml DPD-reagenti,

*100 ml uuritavat vett.

Sega ning tiitri kohe Mohr'i soola lahusega (ammooniumraud(II)sulfaat). kuni värvuse kadumiseni. Märki üles tiitrimiseks kulunud lahuse maht (ml).

$$c(\text{Cl}_2) = \frac{c_3(V_3 - V_5)}{V_0} * 70,91$$

c_3 - ammooniumraud(II)sulfaadi lahuse kontsentratsioon (mmol Cl_2/l); vt:(titraatorilt)

V_0 - analüüsiks võetud proovi maht (ml);

V_3 - tiitrimiseks kulunud ammooniumraud(II)sulfaadi kogus (ml);

V_5 - oksüdeerunud mangaani tiitrimiseks kulunud ammooniumraud(II)sulfaadi maht (ml) (kui see puudub, siis $V_5 = 0$).

Summaarse kloori määramine

250 ml koonilisse kolbi viiakse antud järjekorras kiiresti järgmised lahused:

*5,0 ml puhverlahust,

*5,0 ml DPD-reagenti,

* 100 ml uuritavat proovi,

*1g kaaliumjodiidi

Sega ning umbes kahe minuti pärast tiitri ammooniumraud(II)sulfaadi lahusega, kuni värvuse kadumiseni. Kui kahe minuti jooksul lahus värvub uuesti, jätkka tiitrimist kuni värvuse kadumiseni. Märki üles tiitrimiseks kulunud lahuse hulk (ml).

$$c(\text{Cl}_2) = \frac{c_3(V_4 - V_5)}{V_0} * 70,91$$

V_4 on tiitrimiseks kulunud ammooniumraud(II)sulfaadi lahuse kogus (ml).

c_3 - ammooniumraud(II)sulfaadi lahuse kontsentratsioon (mmol Cl_2/l);

V_0 - analüüsiks võetud proovi maht (ml);

V_5 - oksüdeerunud mangaani tiitrimiseks kulunud ammooniumraud(II)sulfaadi maht (ml) (kui see puudub, siis $V_5 = 0$).

Seotud kloor = summaarne kloor – vaba kloor
--

NB! Reaktiive puhverlahus ja DPD hoida külmas

LISA 2

Tabel 1. Tallinna ja Harjumaa ujulates mõõdetud vaba ja seotud kloori sisaldused.

nr	Ujula nimi	basseini nimi	basseini temp	automaat-	ujula fotomeeteri		kohapeal		laboris		laboris		laboris		laboris		
				mõõturi näit	vaba kloor mg/l	seotud kloor mg/l	keskmise tiitrimise tulemus	vaba kloor mg/l	seotud kloor mg/l	1. proov	vaba kloor mg/l	seotud kloor mg/l	2. proov	vaba kloor mg/l	seotud kloor mg/l	3. proov	vaba kloor mg/l
1	Nõmme ujula	suur bassein	< 31	1,00	1,47	0,64	1,24	0,57	0,84	0,61	0,93	0,52	0,73	0,67	0,68	0,64	
2	Nõmme ujula	laste bassein	>31	1,05	1,62	0,82	1,44	0,77	0,74	0,84	0,82	0,79	0,77	0,84	0,73	0,87	
3	Laagri ujula	suur bassein	< 31	1,02	1,35	0,52	1,38	0,72	1,28	0,71	1,31	0,7	1,23	0,76	1,18	0,76	
4	Laagri ujula	laste bassein	< 31		0,69	0,96	1,01	1,24	0,39	1,21	0,34	1,19	0,27	1,13	0,26	1,11	
5	Saue ujula	suur bassein	< 31	0,56	0,77	0,21	0,80	0,52	0,48	0,5	0,42	0,5	0,38	0,53	0,36	0,51	
6	Saue ujula	laste bassein	< 31	0,37	0,55	0,2	0,56	0,69	0,75	0,74	0,41	0,7	0,4	0,7	0,29	0,63	
7	Tabasalu ujula	suur bassein	< 31	0,74	0,86	0,44	1,51	0,44	1,27	0,34	1,21	0,35	1,21	0,34	1,19	0,34	
8	Tabasalu ujula	laste bassein	< 31	0,63	0,79	0,33	1,27	0,57	1	0,5	0,96	0,52	0,95	0,53	0,92	0,54	
9	Rae valla Spordikeskus	suur bassein	< 31	0,64	0,47	0,33	0,96	0,69	0,71	0,67	0,71	0,7	0,7	0,67	0,67		
10	Rae valla Spordikeskus	mullivann	>31				0,73	1,04	0,55	1,33	0,56	1,14	0,41	1,12	0,34	1,12	
11	Viimsi Tervisekeskus	suur bassein	< 31	0,9	1,34			1,57	0,58	1,41	0,52	1,34	0,48	1,32	0,54	1,36	0,55
12	Viimsi Tervisekeskus	laste	>31	0,82	0,85		1,11	0,83	0,73	0,68	0,74	0,65	0,68	0,69	0,74	0,66	
13	Viimsi Keskkool	bassein	< 31				0,19	0,47	<0,05	0,54	<0,05	0,5	<0,05	0,51	<0,05	0,52	
14	Regati 1,TLG Hotell OÜ	suur bassein	< 31	0,72	0,98	0,59	1,23	0,29	0,92	0,46	0,96	0,39	0,93	0,3	0,9	0,4	
15	Regati 1,TLG Hotell OÜ	väike	< 31	0,93	0,91	0,63	1,35	0,77	1,15	0,77	1,04	0,77	1	0,76	0,97	0,77	
16	Loksa Ujula	suur	< 31	1,01	0,51	0,64	1,08	0,44	0,9	0,31	0,9	0,34	0,93	0,31	0,85	0,37	
17	Loksa Ujula	väike	< 31	1,1	1,09	0,9	1,50	1,09	1,22	0,95	1,2	0,9	1,21	0,9	1,14	0,95	
18	Kuusalu kooli bassein	suur	< 31	1,21	1,23	0,33	1,35	0,52	1,17	0,4	1,16	0,41	1,15	0,41	1,15	0,39	
19	Kuusalu kooli bassein	väike	>31	1,21	1,43	0,37	1,56	0,41	1,23	0,45	1,23	0,42	1,21	0,43	1,17	0,48	
20	Idakeskuse ujula	25m. bassein	< 31	0,97	1,21	0,59	1,33	0,57	1,02	0,71	0,97	0,7	0,95	0,71	0,93	0,72	

Tabel 2. Tartu ja Tartumaa ujulates mõõdetud vaba ja seotud kloori sisaldused.

nr	Ujula nimetus	Basseini nimetus	vaba kloor					seotud kloor			
			automaat-dosaator	ujula fotomeeter	labor 1h	labor 2h	labor 3h	ujula fotomeeter	labor 1h	labor 2h	labor 3h
1	Spordiklubi ARENA	Suur bassein	1,2	1,61	1,4	1,3	1,0	0,40	1,1	1,1	1,1
2	Spordiklubi ARENA	Väike bassein	1,21	1,61	2,0	2,0	1,8	0,90	3,6	3,6	3,6
3	Spordiklubi ARCTIC	Bassein	0,18	0,83	0,6	0,5	0,5	0,34	0,4	0,4	0,4
4	LA Pääsupesa	Suur bassein	0,88	0,85	0,7	0,7	0,5	0,10	0,1	<0,1	0,1
5	LA Pääsupesa	Ravibassein	0,88	1,06	0,8	0,8	0,7	0,12	0,1	0,1	0,1
6	Kivilinna Gümnaasium	Bassein	0,79	0,88	1,5	1,4	1,4	0,52	0,7	0,7	0,7
7	Maarjamõisa taastusravi	Suur bassein	0,55	0,43	0,3	0,3	0,3	0,42	0,4	0,4	0,4
8	Maarjamõisa taastusravi	Väike bassein	0,56	1,00	0,8	0,6	0,6	0,21	0,4	0,3	0,3
9	Lastekliiniku Taastusravi	Bassein	1,35	1,10	0,6	0,5	0,4	1,00	1,3	1,2	1,2
10	AURA Veekeskus	Spordibassein	0,79	0,65	0,7	0,7	0,7	0,40	0,2	0,2	0,2
11	AURA Veekeskus	Treeningbassein	0,16	0,86	0,6	0,6	0,5	0,40	0,3	0,4	0,4
12	AURA Veekeskus	Beebibassein	0,80	0,70	0,4	0,4	0,4	0,44	0,5	0,5	0,5
13	AURA Veekeskus	Veepark	0,82	0,70	0,8	0,9	0,8	0,29	0,3	0,2	0,3
14	Masingu kool	Bassein	0,41	0,24	0,3	0,2	0,2	0,23	0,3	0,3	0,2
15	Tamme Gümnaasium	Bassein		1,70	1,1	0,8	0,7	0,50	0,4	0,4	0,4
16	LA PÄIKESERATAS	Lastebassein	0,48	0,28	0,3	0,3	0,3	0,50	0,4	0,4	0,3
17	LA PÄIKESERATAS	Beebibassein	0,48	0,72	0,6	0,6	0,5	1,18	1,1	1,1	1,1