

LATVIJAS ŪNIVERSITĀTES HIGIAINAS INSTITŪTS

DIREKTORS: PROF. DR. E. FEHRMANN'S

KARAĻAUČU ŪNIVERSITĀTES HIGIAINAS INSTITŪTS

(HYGIENISCHES INSTITUT DER UNIVERSITÄT KÖNIGSBERG, PREUSSEN)

DIREKTORS: PROF. DR. TH. J. BÜRGER'S

---

PAR ŪDENS CHLŌRSAISTĀMSPĒJAS  
NOTEIKŠANAS METODĒM UN TĀS  
PRAKTISKO NOZĪMI  
ŪDENS HIGIAINĀ

VIKTORA MŪHLENBACHA

DISERTĀCIJA LATVIJAS ŪNIVERSITĀTES  
MEDICĪNAS DOKTORA GRADA  
IEGŪŠANAI



RĪGĀ, 1933.

*Pateicība veltīts  
maniem mīļajiem  
vecākiem.*



1930. gada pavasara semestrī sajēmu kommandējumu uz Karaļauču Universitātes Higiainas institūtu. Institūta direktors prof. Dr. Th. J. Būrgers'a kungs uzdeva man noskaidrot dažādu chlōrsaistāmspējas noteikšanas metožu nozīmi ūdensvadu praksē. Par darba ierosināšanu, par iespēju strādāt viņa vadītā institūtā, kā arī par pastāvīgo interesi sakarā ar darba gaitu izsaku arī šinī vietā savu pateicību.

Rudenī atgriezos Rīgā un uzsāko darbu pārkārtoju, turpināju un pabeidzu Rīgā. To izdarīju L. Ū. Higiainas institūtā, ko laipnā kārtā atļāva un visādā veidā atbalstīja mans ļoti godātais šefs prof. Dr. E. Fehrmann's. Par dažādiem aizrādījumiem un padomiem izsaku arī šeit savu sirsnīgo pateicību.

Par iespēju plašos apmēros iegūt māteriālu Daugavā man jāpateicas doc. inž. R. Pāvela kungam, Rīgas pilsētas kanalizācijas nozares vadītājam. Prof. Dr. V. Fischer'a kungam pateicos par aizrādījumiem analitiskās ķīmijas nozarē un prof. Dr. h. c. Jakobi kungam par padomiem hidroloģijas laukā. Prof. Dr. R. Adelheim'a kungam man jāpateicas par laipno atļauju izlietot viņa vadītā Rīgas Pasteur'a institūtā izdarītās ūdens bakterioloģiskās analīzes, kas ļoti spilgtā veidā apstiprināja chlōrsaistāmspējas noteikšanas noderīgumu ūdens analīzē.

Tālāk pateicos Armijas Aviācijas inspektoram plkv. Baško kungam par laipno pretimnākšanu un atļauju izdarīt Rīgas galvenā kollektora rajona gaisa uzņēmumus, Aviācijas pulka komandierim plkv. Skurbes kungam par attiecīgas lidmašīnas norīkošanu šim uzdevumam un šī pulka virsniekiem novērotājam vltņ. Salmiņa un lidotājam vltņ. J. Baloža kungiem par izdarītiem gaisa uzņēmumiem.

Piepalīdzīgi ar padomiem ir bijuši Karaļaučos Higiainas institūta asistents Dr. Fr. Schmidt's, bet Rīgā mani kollēgas J. Kainaša (hidroloģijā), V. Ozoliņa (hidrobioloģijā), V. Skārda (sanitārā teknikā), S. Slaucītāja (matēmatikā), V. Šķiltera (hidroķīmijā) un G. Vanaga (ķīmijā) kungi. Daugavas ūdens raudžu ievākšanā dalību jēma Rīgas kanalizācijas nozares darbinieki E. Lauriša un A. Isajeviča kungi, kas arvienu man nenoguruši palīdzēja.

Viņiem visiem izsaku arī šinī vietā savu pateicību.



## levads.

Chlōra ievēšana dzeramā ūdens dezinfekcijā jāuzskata par vienu no vislielākiem šī gadu simteņa sasniegumiem ūdens higiainā. To var droši nostādīt blakus tādām liela vēriena atradumiem, kā 1829. gadā Simpson'a ierīkotiem lēniem smilšu filtriem. Tos ilgu laiku uzlūkoja kā ideālu lielpilsētu apgādē ar higiainiskā ziņā gandrīz nevainojamu ūdeni, kad nebija saņiedzams labs grunts ūdens.

No visiem kādreiz ieteiktajiem zemes virsmas ūdens dezinfekcijas pajēmieniem lolotās cerības pilnīgi attaisnojuši tikai dažādi chlōra savienojumi. Jāatzīmē, ka tagad saspiesta chlōrgāze gandrīz pilnīgi izspiedusi visus pārējos lietotos savienojumus.

Sevišķi plaši ūdens chlōrēšana izplatījies Ziemeļu Amerikā, kur pašlaik ūdensvadi bez chlōrēšanas ir ļoti reti. Tad seko Anglija, un pēdējos gados arī Vācijā atklāta vesela rinda lielu ūdens chlōrēšanas iestāžu. Literātūra par chlōra lietošanu ūdens higiainā tagad ir ļoti plaša, un atsevišķo darbu skaits, sevišķi tehniski sanitāras dabas, sniedzas tūkstošos.

Vislielākās grūtības ūdens chlōrēšanā radīja jēmamā izēj-ūdens īpašību, sastāvdaļu un it īpaši tā saucamo organisko vielu satura biežas un stipras svārstības. Bet nu ir izrādījies, ka ūdens organiskās vielas spēj reducēt jeb, kā bieži teikts, saistīt daļu pieliktā chlōra un līdz ar to vairāk vai mazāk samazināt chlōra dezinfekcijas efektu ūdenī.

Pretēji agrāko autoru uzskatiem tagad var uzskatīt par droši pierādītu, ka aktīvais chlōrs spēj pilnā mērā attīstīt savas dezinficētāja īpašības tikai tad, ja tas oksidējis vismaz visas labilākās organiskās vielas un tāpat arī viegli oksidējamās neorganiskās sastāvdaļas. Tā pamazām izkristalizējies jēdziens par ūdens chlōrsaistāmspēju, kas tagad nozīmē ūdens spēju saistīt, resp. reducēt zināmu daudzumu ūdenim pieliktā aktīvā chlōra.

Lai nodrošinātu vajadzīgo dezinfekcijas efektu, tagad mēdz prasīt, ka chlōrētais ūdens pēc chlōrēšanas iestādes atstāšanas vēl saturētu 0,1 mg chlōra litrā. Protams, šī chlōra daudzuma noteikšana nerāda nekādas grūtības, turpretim daudz grūtāka lieta ir iepriekš paredzēt ūdens chlōrsaistāmspēju un līdz ar to norēgulēt chlōra pievadīšanu dezinficējamam ūdenim tā, lai tani pēc dezinfekcijas vēl būtu prasītais chlōra daudzums. Visparastākais pajēmiens tagad ir vairākkārtīga chlōrēšana ūdens pārstrādāšanas gaitā. Vēl drošāki ir ūdeni pārchlōrēt, bet tas prasa



jaunu prōcēdūru — ūdens atchlōrēšanu, kas saistīta ar lieliem un liekiem izdevumiem. Visi šie jautājumi sīki pētīti no ļoti daudzām pusēm un, var teikt, ar labiem panākumiem. Tagad tehniskā ziņā labi nostādītos ūdensvados vairs gandrīz nemaz nemēdz atgāties ūdens pārchlōrēšana, kas saistīta ar zināmām neērtībām ūdens patērētājiem, nedz arī pārāk niecīga chlōra devju lietošana, kas var apdraudēt visu apgādājamo rajonu ar dažu infekcijas slimību (sevišķi tifa) izplatīšanos.

Vienīgais pilnīgi drošais līdzeklis chlōrēšanas efekta pārbaudīšanai ir ūdens bakterioloģiskā analīze, bet ta rezultātus dod tikai pēc 24—48 stundām, kad jau ir par vēlu. Tāpēc pilnīgi saprotama dažu autoru cenšanās izstrādāt ķīmiskas metodes ūdens chlōrsaistāmspējas precīzai noteikšanai, kas dotu iespēju visīsākā laikā noteikt dezinfekcijai nepieciešamo chlōra daudzumu un norēgulēt chlōra pievedumu ūdenim.

Kad 1930. gadā atrados 6 mēnešu ilgā kommandējumā Karaļauču Ūniversitātes Higiēnas institūtā, šī institūta direktors prof. Th. J. Būrgers's uzdeva man sīkāk iepazīties ar atsevišķām ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodēm un ar to nozīmi un ēventuālām priekšrocībām ūdensvadu praksē.

Rezultāti nedeļa cerētos panākumus — neviena ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšanas metode nespēja stāties bakterioloģiskās ūdens analīzes vietā.

Pārbaucis 1930. gada rudenī atpakaļ, uzsāktu darbu turpināju Rīgā. Vispirms pārkārtoju visu bagāto Karaļauču materiālu un piegāju jautājumam par ūdens chlōrsaistāmspēju no citas puses. Viss lielais vairums autoru interesējušies par chlōrsaistāmspēju tikai kā par lielu traucēkli ūdens chlōrēšanā un parasti saistījuši tās noteikšanu ar dažādiem dezinfekcijas mēģinājumiem. Tikai samērā ļoti nedaudz autoru uzskatījuši ūdens chlōrsaistāmspēju par īpatnēju, noteiktu, skaitļiem raksturojamu īpašību, kas būtu, piemēram, pielīdzināma jau sen lietotai K u b e l - T i e m a n n ' a kalija permangānāta patēriņa vai arī ūdens cietuma noteikšanai. Šie autori domāja, ka chlōrsaistāmspējas noteikšana ir vērtīga pati par sevi, nesaistīta ar nekādiem blakus nolūkiem.

Turēdamies pie šāda viedokļa, pārkārtoju savāko materiālu un centos uz iegūto rezultātu pamata noskaidrot, vai kādai no ieteiktām ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodēm nepiemīt kaut kādas sevišķas priekšrocības, izšķirot jautājumus par ūdens tīrības, resp. netīrības vai samaitāšanas gradu. Karaļauču materiāls tiešām tad arī deva iespēju izvēlēties vienu no ieteiktām metodēm (Froboese's) kā sevišķi piemērotu ūdens lab-

vērtības noteikšanai no higiainiski sanitārā redzes stāvokļa. Tāpēc tālākiem speciāliem pētījumiem vajadzēja noskaidrot dažādos faktorus, kas ietekmē šīs metodes rezultātus, kā arī parādīt, kāda liela nozīme var būt chlōrsaistāmspējas noteikšanai ūdens analizē.



## I. Literatūras pārskats.

1793. gadā Franču republikas karā ar pirmās koalīcijas valstīm Percy's lietoja aktīvu hlōru chlōrkaļķa veidā brūču dezinfekcijai (Ficker's un Kadisch's 1924.).

1854. gadā chlōrkaļķa noderīgumu notekūdeņu pārstrādāšanā atzina kāda angļu valdības iecelta komisija dažādu ūdens higiainas jautājumu atrisināšanai. Vēl agrāki chlōrs Javelle'a sārma veidā lietots Francijā un citur nelielu atkritumu daudzumu apstrādāšanai (Baker's 1926.).

1889. gadā Anglijā notekūdeņu pārstrādāšanā izmēģināja elektrizētu jūras ūdeni, ko nosauca par hermita šķīdumu (Baker's 1926.). 1892. gadā sāka lietot šim pašam nolūkam elektrolītiskā ceļā iegūto chlōru (Davison's 1927.). 1899. g. ar sekmēm mēģināja chlōrēt ar chlōrkaļķi kāda apmēram 150 m<sup>3</sup> liela privāta peldbaseina ūdeni (Lode 1899.).

Tādā veidā pamazām tika sagatavots ceļš dzeņamā ūdens dezinfekcijai ar chlōru. Kamēr pret notekūdeņu chlōrēšanu cēla samērā maz iebildumu, tikmēr pret dzeņamā ūdens chlōrēšanu sākumā sacēlās vesela prōtestu vētra, sevišķi no publikas puses, bet arī speciālistu rindās netrūka jo nesamierināmu pretinieku. Sacīdams: „ķīmikālijas ūdens tīrīšanā ir ļaunāka lieta nekā rotaļāšanās ar melno maģiju“, Houston's (1922. g.) varbūt vislabāki raksturoja vispārējo noskaņojumu ūdens chlōrēšanas sākuma periodā; bet tagad Houston's, modernās Londonas pilsētas ūdens apgādes radītājs, chlōrē ar vislielākiem panākumiem lielāko daļu Londonai piegādājamā ūdens.

Pirmo mēģinājumu sterilizēt ar chlōrkaļķi ūdensvada ūdeni izdarīja 1896./97. gada ziemā Polā, kur plosījās vēdera tifs. Tādu pašu mēģinājumu ar to pašu nolūku izdarīja Medstonā, Amerikā (Lode 1899, Ulsamer's 1926.).

1902. gadā Duyk's Midelkerkē, Beļģijā, izmēģināja savu ferrochlōra paņēmienu, apstrādājot pilsētas ūdensvada ūdeni vienā laikā ar chlōrkaļķi un dzelzchlōrīdu. Izpārslojies dzelzs hidroksīds mēchaniskā veidā pabalstīja ūdens dezinfekciju (Grimm's 1912.).

Šie pirmie mēģinājumi, kā liekas, literatūrā maz ievēroti, un lielākā daļa autoru kā pirmo ūdens chlōrēšanas mēģinājumu lielākā mērogā min Linkolnu Anglijā, kur 1905. gadā Houston's un Mc Gowan's sekmīgi apkaņoja vēdera tifa epidēmiju (Antonowsky's 1912, Houston's 1922 a, 1922 b,



Houston's un Stilgoe 1928 un citi). Pirmo pastāvīgo ūdens chlōrēšanu ar chlōrkaļķi, kas turklāt izrādījās sekmīga arī finansiālā ziņā, ierīkoja Johnson's 1908. gadā vienā Čikagas ūdensvadā (Baker 1926). Jāapbrīno, cik ātri Ziemeļu Amerikā ūdens chlōrēšana izplatījās tālāk. Divi gadi vēlāk tur 100 pilsētas pastāvīgi chlōrēja savu ūdeni (Ulsamer's 1926).

Darnall's 1910. gadā demonstrēja chlōrgāzes noderīgumu ūdens dezinfekcijai. Viņa ideju tūlīt uztvēra un izveidoja tālāk citi, sevišķi Ornstein's un Kienle. Šādu ūdensvadu ar tehniskā ziņā itin labu iekārtu atklāja 1912. g. Niagara Falls pilsētā (Bach's 1925, Ornstein's 1928 a, 1928 b.). Citi autori atzīmē kā pirmo pilsētu Vilmingtonu (Zamkow's 1916). 1918. gadā tādu pilsētu bija vairāk tūkstošu, un tagad ūdensvadi bez chlōrēšanas Ziemeļu Amerikā ir visai reti. No turienes ūdens chlōrēšana ar chlōrgāzi pārnāca uz Angliju un pēc tam uz citām valstīm.

Lai arī empīriskā chlōra savienojumu lietošana dezinfekcijā sastopama jau XVIII. g. s., tomēr šo jautājumu zinātniski apstrādāt sāka daudz vēlāk. Roberts Koch's savā klasiskā darbā „Ueber Desinfection“ (1881) viens no pirmajiem apskatīja 73 dažādu savienojumu ietekmi uz liesas sērgas baktēriju sporām. Tās 24 stundās nonāvēja tikai chlōrs, broms, merkurichlōrīds, jōds, osmija skābe un kalija permangānāts (5% šķīdums). Duras acīs, ka 5% chlōrkaļķa šķīdumu Koch's savā darbā novērtē ļoti zemu; bet ievērojot vēlāk daudzkārt atzīmēto lielo chlōrkaļķa nepastāvīgumu, par šādu Koch'a slēdzienu tagad nav jābrīnās. Nissen's (1890) turpretim ar tādu pašu chlōrkaļķa šķīdumu varēja nonāvēt liesas sērgas baktēriju sporas 5 līdz 15 (visvēlākais 30) minūtēs.

Traube (1894) pirmais mēģināja dezinficēt ūdeni ar chlōrkaļķi. Panākumi bija ļoti labi, ar 1 mg aktīva chlōra litrā 2 stundu laikā viņam izdevās nonāvēt pūstošā ūdenī (Berlīnes ūdensvada ūdenī ar lielāku gaļas ekstrakta piemaisījumu) visas pieliktās baktērijas.

Viņa mēģinājumus daudzi atkārtoja, pie kam atsevišķi autori dabūja ļoti nesaskanīgus, bieži pat pretrunīgus rezultātus. Tā no vienas puses Antonowsky'm (1912) pietika ar 2 mg chlōra litrā (chlōrkaļķa veidā), lai panāktu pilnīgu dzeņama ūdens dezinfekciju. Weldert's un Bürger's (1917) pat varēja panākt pilnīgu dezinfekciju ūdenī ar simtiem tūkstošiem bacterium coli vienā kubikcentimetrā, turklāt 10 minūtēs, jemot tikai 0,25 mg Cl/l. No otras puses Lode (1895, 1899) prasa 30 mg Cl/l dzeņamā ūdens dezinfekcijai. Chlōra pārākums, protams, ir jāreducē ar kādu antichlōra vielu, un kā tādu viņš sevišķi ieteic nātrija sulfītu. Schüder's (1902) paaugstina chlōra prasību pat līdz 40 mg/l. Bet Ballner'am (1904)



pat ar 150 mg chlorkaļķa litrā neizdevās iegūt 30 minūšu laikā pilnīgu sterilitāti. Kā šie nedaudzie piemēri no tā laika literatūras rāda, svārstības rezultātos ir ārkārtīgi lielas. Ļoti sīki šī laikmeta tik pretrunīgos darbus atreferējuši Grimm's (1912) un Ulsamer's (1926), tāpēc varu šeit visus šos darbus neminēt.

Visas šīs pretrunas pa labai daļai tagad saprotam, zinādami, kāda liela nozīme ir ūdens chlōrsaistāmspējai chlōra reducēšanā. Lode (1895) pirmais deklārēja organisko vielu lomu chlōra reducēšanā, kas savienota ar chlōra dezinfekcijas efekta samazināšanos. Tomēr šai parādībai pēc tam daudzi autori piegriezūši tikai ļoti nelielu vērtību vai pat nekādu (piemēram Proskauer's un Elsner's 1898). Tikai daudz vēlāk vairāki autori, sevišķi Antonowsky's (1912), Haïri (1913) un Glaser's (1913) veltīja šim jautājumam speciālus darbus un pilnā mērā apstiprināja Lode's uzskatus par organisko vielu lomu ūdenim pieliekamā chlōra reducēšanā. Tomēr viņi vēl neuzskatīja šo parādību, ko tagad sauc par ūdens chlōrsaistāmspēju, par kādu viengabalainu norisi vai par kādu noteiktu ūdens īpašību. Ne reti redzam, ka vienā un tant pašā darbā šī prōcesa apzīmēšanai lietoti dažādi nosaukumi. Glaser's savā plašajā darbā par notekūdeņu un izkārnījumu dezinfekciju runā par chlōra saistišanu (Chlorbindung) un chlōra patēriņu (Chlorverbrauch); Haïri darbā mēs atrodam tādu nosaukumu bagātību, kā organisko vielu saistišanas spēja (Bindungsvermögen der organischen Substanzen), spēks, kas saista chlōru (chlorbindende Kraft), chlōra patēriņš (Chlorverbrauch) un iedarbība, kas saista chlōru (chlorbindende Wirkung). Ar visiem šiem nosaukumiem Haïri saprot gan vienu un to pašu norisi, kas labi saskan ar tagadējo ūdens chlōrsaistāmspējas jēdzienu.

Tikai Elmanowitsch's un Zaleski's (1914) pirmie mēģināja raksturot ar zināmiem skaitļiem ūdens chlōrsaistāmspēju kā sevišķu ūdens īpašību.

Šī mērķa sasniegšanai viņi bija izstrādājuši šādu metodi. Pie 100 cm<sup>3</sup> izmeklējamā ūdens puslitra Jenas stikla kolbā pielej 25 cm<sup>3</sup> pēc farmakopejas noteikumiem pagatavota kaļķūdens un 20 cm<sup>3</sup> chlorkaļķa šķīduma ar apmēram 0,5 mg aktīva chlōra vienā cm<sup>3</sup>. Kolbas saturu uzsilda 5 minūšu laikā līdz viršanai un tad vāra 10 minūtes. Pēc tam pielej 2 cm<sup>3</sup> 10% kalija jōdīda šķīduma, un kolbu atdzesē slīpi turot aukstā ūdenī. Pēc atdzišanas analizējamo šķīdumu paskābina ar 10 cm<sup>3</sup> sālskābes (HCl 1,124 1:2) un titrē ar n/50 natrija tiosulfāta šķīdumu parastā kārtā. Kaļķūdens nepieciešams, lai piešķirtu ūdenim zināmu alkalitāti, jo izrādījās, ka skābā vidē chlōrs tiek saistīts daudz vairāk. Tikai ievērojot noteiktu alkalitāti, mēģinājumi dod salīdzināmus skaitļus. Chlorkaļķa šķī-



duma titra noteikšanu Elmanowitsch's un Zaleski's, diemžēl, neatstāsta. Novērojamo aktīvā chlōra zudumu viņi nosauc par izmeklējamā ūdens chlōra kapacitāti (Chlorkapazität) un izteic to reducētā chlōra milligrammos 1 litrā. Pieturoties stingri pie minētās analīzes gaitas, var iegūt gluži saskanīgus rezultātus. Viņi varēja skaitļiem apstiprināt jau agrāk novēroto parādību, ka olbaltumvielas un to sakrišanas produkti stipri paaugstina chlōra saistīšanu, resp. ūdens chlōra kapacitāti. Turpretim kalija permangānāta patēriņu (Kaliumpermanganatverbrauch; Oxydierbarkeit des Wassers) šīs vielas ietekmē tikai nelielā mērā. Tāpēc pēc Elmanowitsch'a un Zaleski katrs ūdens ar augstu chlōra kapacitāti un zemu kalija permangānāta patēriņu jāuzskata par ļoti aizdomīgu, jo tanī ir cilvēka un dzīvnieku atkritumu produkti.

Gadu vēlāk Guillaumin's un Vienne's (1915) ieteica savu metodi ūdens chlōrsaistāmības noteikšanai. 200 cm<sup>3</sup> izmeklējamā filtrētā ūdens pielej 10 cm<sup>3</sup> atšķaidīta Labarraque'a šķīduma, kuŗā ir apmēram 1 g aktīva chlōra litrā. Pēc 6 stundām kontakta analizējamam šķidrums pielej klāt 3 cm<sup>3</sup> 10% kalija jōdīda šķīduma un 20 pilienus etiķskābes, sakrata un pēc dažām minūtēm pielej 100 cm<sup>3</sup> 8% natrija tiosulfāta šķīduma. Pēdējā pārākumu notitrē ar n/100 jōda šķīdumu, lietojot kā indikatoru stērķeļu šķīdumu. Paralleli tam atkārtoti šādu pašu prōcēdūru ar tādiem pašiem vielu daudzumiem destillētā ūdenī. Starpību starp abiem patērētiem jōda šķīduma tilpumiem, kas pārrēķināti attiecīgās chlōra daudzumos un izteikti mg/l, Guillaumin's un Vienne's nosauc par chlōra absorbcijas koeficientu (coefficient d'absorption de chlore).

Kā tālākais pētījums šinī virzienā minams Ruys'a darbs (1915). Viņu interesē chlōrsaistāmība tikai sakarā ar ūdens dezinfekcijas mēģinājumiem. Viņš ieteic pieņemt jēdzienu par chlōra „gala koncentrāciju pēc T“ (parasti vienas stundas) laika notecēšanas („Restkonzentration nach der Zeit T“), gribēdams ar šo skaitli apzīmēt vēl pārpalikušo nereducēto chlōra daudzumu, bet līdz ar to arī nodrošināties, ka dezinficējamais ūdens tiešām sasniedzis vēlamo tīrības gradu. Tā kā jēmamā chlōra daudzums no vienas puses un vēlamais ūdens tīrības grads no otras puses var būt ļoti dažādi, tad ar viņa prōpōnēto „gala koncentrāciju“, kā to sevišķi māca turpmāk minēto autoru darbi, nevar iegūt kaut cik salīdzināmus rezultātus.

Nikolai noteica (1917 b) ar ūdens chlōrsaistāmību jeb, kā viņš saka, ar chlōra patēriņu (Chlorverbrauch) organiskās vielas jūras ūdenī Polas kaŗa ostā. Pie 200 cm<sup>3</sup> jūras ūdens 400—500 ccm lielā, ar chrōmsērskābi tīrītā pudelē ar stikla aizbāzni viņš pielej 10 cm<sup>3</sup> apmēram n/100 natrija hipochlōrīta šķīduma. Pēdējo iegūst, ievadot no sāļsskābes tvaikiem brīvu



chlōru sevišķi tirā 5% natrija hidroksida šķīdumā. Iegūto šķīdumu pamazām atšķaida līdz n/100 koncentrācijai. Pudeli ar ūdens raudzi atstāj 18<sup>o</sup> siltumā 4 stundas stāvēt. Tad paskābina ar sālsskābi (120 cm<sup>3</sup> kūpošās sālsskābes atšķaida līdz 1000 cm<sup>3</sup>), kuŗai tikko pielikts 0,1 g kalija jōdida. Izdalījušos jōdu titrē ar n/100 natrija tiosulfāta. Titra noteikšanu izdara 200 cm<sup>3</sup> jūras ūdens, kam pa priekšu pielēj 10 cm<sup>3</sup> sālsskābes, kuŗā ir minētais daudzums kalija jōdida, un tad 10 cm<sup>3</sup> natrija hipohlōrita šķīduma. Izdalījušos jōdu titrē parastā kārtā. Nikolai darbs apstiprina vairākus Elmanowitsch'a un Zaleski konstatētos faktus, piemēram mizalvielas ietekmi uz ūdens chlōrsaistāmpēju. Sevišķi Nikolai uzsver temperātūras ietekmi uz to. Augstākās temperātūrās viens un tas pats ūdens saista, resp. reducē vairāk hipochlōritu nekā zemākās.

Pecker's (1918) apraksta sevišķu chlōra indeka (indice de chlore) noteikšanas metodi. Par chlōra indeku viņš sauc aktivā chlōra daudzumu, ko 30 minūtēs reducē 1 litrs izmeklējamā ūdens, kuŗam pielikti 5 mg aktivā chlōra. Pēdējo Pecker's ir ļoti teicamā kārtā nosaucis par iniciālo chlōru. 250 cm<sup>3</sup> lielās stikla pudelēs ielej 200 cm<sup>3</sup> izmeklējamā ūdens un 5 cm<sup>3</sup> natrija hipochlōrita šķīduma, kuŗā ir 0,2 g/l aktivā chlōra. Pēc 30 minūtēm pielej 10 pilienus 20% kalija jōdida šķīduma, 5 pilienus tīras etiķskābes, dažus pilienus stērķeļu šķīduma un notitrē oksidēto jōdu ar tiosulfātu (pēdējā koncentrācija ir šāda: 1 cm<sup>3</sup> ir ēkvivalents 0,1 mg chlōra). Hipochlōrita šķīduma titru nosaka, piepilinot 5 kubikcentimetriem reaktīva 10 pilienus 20% kalija jōdida šķīduma, 4 pilienus etiķskābes un notitrējot oksidēto jōdu stērķeļu klātbūtnē ar tiosulfātu. Pārreķināta uz litru, starpība starp abām titrācijām ir tad Pecker'a chlōra indeks.

1920. gadā parādījās ļoti svarīga Froboese's (1920) publikācija, kuŗā viņš vispirms pārbauda un apstiprina Elmanowitsch'a un Zaleski darba rezultātus un, otrkārt, šo autoru ieteikto metodi stipri vienkāršo. Divu lietotu šķīdumu — chlōrkaļķa un kaļķūdens — vietā Froboese lieto vienu — alkalisku hipochlōritu šķīdumu. Par izejvielu šim šķīdumam viņš jem vai nu pērkamo Javelle'a sārmu, vai arī pats to pagatavo, ievadīdams chlōra gāzi 50% kalija hidroksida šķīdumā, pēdējo dzesējot. Abas izejvielas dod diezgan līdzīgus rezultātus, tāpēc Froboese dod priekšroku pirmajai, kas aiztaupa, salīdzinot ar otro, daudz darba. Froboese izvēlējies šādus titrus: 20 cm<sup>3</sup> viņa šķīduma atbilst no vienas puses 20 kubikcentimetriem n/50 natrija tiosulfāta un tāpat 20 kubikcentimetriem n/10 sālsskābes no otras puses. Alkalitāti nosakot, iepriekš jāreducē hipochlōriti ar dažiem pilieniem 30% ūdeņraža peroksida; kā indikātoru lieto metiloranžu. Visi pārējie noteikumi ir tādi paši kā Elmanowitsch'a un Zaleski'm.



F r o b o e s e atrada, ka vārot iestājas zinams aktivā chlōra zudums, jo arī destillētā ūdenī, kuŗa organisko vielu saturs jau iepriekš ir nooksidēts ar hipochlōrītiem, pēc otrreizējas vārīšanas ar jaunu hipochlōritu porciju novērojama pieliktā aktivā chlōra daudzuma samazināšanās. Šī samazināšanās pareizi ieturētā darba gaitā ir viena un tā pati, tāpēc to var arī pilnīgi ignōrēt\*).

Ūdens chlōra kapacitātes vietā viņš prōpōnē nosaukumu „chlōra skaitlis“ (Chlorzahl). Tā viņš apzīmē pēc viņa metodes reducētā chlōra daudzumu vienā litrā ūdens, aprēķinātu milligrammos.

Chlōra skaitļa aprēķināšanu viņš izdara pēc šādas formulas:  $(a-b) \cdot 0,709 \cdot 10$ . a šeit nozīmē  $n/50$  natrija tiosulfāta kubikcentimetru skaitu, kas ir ēkvivalents viņa reaktīva  $20 \text{ cm}^3$ , bet b ir analizējamā šķīdumā pārpalikušā aktivā chlōra noteikšanai izlietotā tiosulfāta šķīduma  $\text{cm}^3$  skaits. 0,709 šinī formulā ir aktivā chlōra svars milligrammos vienā kubikcentimetrā  $n/50$  hipochlōritu šķīduma. Tā kā chlōra reducēšana ir izdarīta  $100 \text{ cm}^3$  ūdens, tad iegūtie rezultāti vēl jāreizina ar 10. Lai izbēgtu no pārpratumiem, F r o b o e s e ieteic, runājot par ūdens chlōridu, resp. chlōriōnu saturu, lietot nosaukumu chlōridu skaitlis (Chloridzahl).

B r u n s's (1922) apraksta šādu metodi ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšanai. No prēcīzi titrēta chlōra šķīduma piepilina 1 litram izmeklējamā ūdens tādu daudzumu, kuŗā lai būtu 1, resp. 2 mg chlōra. Pēc 10 minūtēm chlōra pārpalikumu nosaka, titrējot ar  $n/10$  līdz  $n/100$  natrija tiosulfāta šķīdumu. Atrasto diferenci, resp. pieliktā chlōra saistīto daļu B r u n s's nosauc par ūdens „spēku, kas saista chlōru“ (chlorbindende Kraft). Jāpiezīmē, ka B r u n s's ar savu metodi ūdens analizē centies novērst dažādas grūtības, kas novērojamas chlōrējamo ūdensvadu praksē. Kā jau agrāk atzīmēts, katra ūdens chlōrsaistāmspēja var svārstīties diezgan plašos apmēros; tāpēc ir ļoti svarīgi dot iespēju ūdensvada vadībai isā laikā un vienkāršiem līdzekļiem un pajēmieniem pārliecināties par ūdens chlōrsaistāmspējas acumirkliġo stāvokli un līdz ar to norēgulēt pa lielākai daļai automatisko chlōra piegādes aparātu darbību. Šīs chlōrsaistāmspējas svārstības neatļauj arī chlōra lietošanā pieturēties pie tīri šabloniskiem un schēmatiskiem noteikumiem. Tā kā prēcīzi baktērioloġiski ūdens izmeklējumi var dot savus slēdzienus tikai pēc 24—48 stundām, tad B r u n s's centās ar savu metodi šo robu laika ziņā aizpildīt. To pašu mēģināja

\*) Līdzīgā kārtā F r o b o e s e izveidoja metodi ūdens bromsaistāmspējas noteikšanai. Bet viņš pats atzīst, ka ievēdot sevišķu „broma skaitli“ ūdens analizē, nekas nav iegūts, jo ūdens chlōra un broma saistāmspējas iet gandrīz līdzekus.



panākt Olszewski's (1923 b) prōpōnējot šādu metodi. Noteikšanu izdara ar sālsskābe benzidīna šķīdumu. Analīzi stipri traucē ūdens karbonātu saturs. To nosaka izmeklējamā ūdenī parastā kārtā ar n/10 sālsskābi, metiloranža klātbūtnē. Ar analizējamo ūdeni piepilda rindu stāvcilindru viena vai puslitra tilpumā, augošā daudzumā piepilina katram cilindram titrētu chlōra šķīdumu ar 0,01 mg chlōra katrā pilienā. Pēc 5 minūtēm katra cilindra saturam pielej pa 0,4 cm<sup>3</sup> benzidīna šķīduma, kam iepriekš pielikts atrastam ūdens karbonātu saturam ēkvivalentais n/2 sālsskābes daudzums. Pēc nākamās minūtes novēro, kurā cilindrā papriekšu parādās zilganzaļa nokrāsa. No šim cilindram pieliktā chlōra šķīduma pilienu skaita atrēķina vienu pilienu un tā iegūst izmeklējamā ūdens chlōrsaistāmību. Ar benzidīnu var vēl noteikti konstatēt 0,02 mg aktīvā chlōra. Arī šī metode domā apmierināt pirmā kārtā ūdensvadu vajadzības.

Egger's (1925) šo metodi pārvērta kolorimetriskā. Egger's konstatēja, ka zilganzaļā nokrāsa paliek ļoti intensīvāka, ja vairāk ir klāt brīvā chlōra. Tomēr pastāvīgus benzidīnchlōršķīdumus neizdevās pagatavot, bet to vietā varēja ļoti labi lietot vara sulfāta šķīdumu (1,25, 2,5, 5,0, 10,0 g CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O līdz 1 l). Šie šķīdumi uzglabājami litra cilindros, un ar viņu radīto krāsu skāļu jāsalīdzina izmeklējamais ūdens. Pēdējo apstrādā parastā kārtā pēc Olszewski metodes.

Nākamā darbā Egger's (1926) vēl reizi uzsvēra sava vara sulfāta šķīdumu pastāvīgumu, atzīstoties gan, ka šo šķīdumu un benzidīnchlōršķīdumu krāsu toņi nav pilnīgi identiski.

Keiser's (1926) pārbaudīja Froboese's ieteikto ūdens chlōrsaistāmības noteikšanas metodi un pilnīgi apstiprināja tās noderību. Tāpat viņš apstiprināja dažu agrāko autoru atrastās chlōrsaistāmības savādības. Olbaltumvielas, to sakrišanas produkti, mizalviela, notekūdeņi un taml. vielas, paaugstinādamas stiprā mērā ūdens chlōrsaistāmību, tikai samērā nedaudz ietekmē kalija permangānāta patēriņu. Samērā ļoti vienmērīgi paaugstina chlōrsaistāmību un kalija permangānāta patēriņu humīnvielas (iegūtas filtrējot kūdras ūdens ekstraktu). Keiser's uzsvē, ka chlōrsaistāmības un KMnO<sub>4</sub> patēriņa skaitļi ir relatīvas dabas un pa daļai atkarīgi no dažām netaisībām.

Ulsamer's (1926), pētot chlōrēšanas ietekmi uz ūdens baktērijām, noteica arī ūdens chlōrsaistāmību (jeb, kā viņš saka, chlōra skaitli) pēc Brun's'a. Viņš lietoja kā laboratorijā pagatavoto chlōra ūdeni, tā arī kaporita (augstprocentīga, Griesheim - Elektron ķīmiskā fabrikā pagatavota chlōrkaļķa) šķīdumu. Viņš noteica ūdens chlōrsaistāmību ne tikai pēc 10 minūtēm, kā to prasa Brun's's, bet arī pēc ilgāka laika. Viņš atrada,



ka tā paliek jo lielāka, jo vēlāk to noteic. Tā pēc  $2\frac{1}{2}$  dienām bija saistīts 10 reižu vairāk hlōra nekā normālā laikā, t. i. 10 minūtēs. No pieliktās tabulas bez tam redzams, ka jo liela loma ir arī pieliktā chlōra daudzumam. Jemot 2 mg chlōra, viscauri iegūst lielāku chlōrsaistāmspēju, nekā jemot tikai vienu mg.

Olszewski's (1926b) pārbaudīja Froboese's, Elmnowitsch'a un Zaleski un Keiser'a darbu rezultātus un tos apstiprināja. Viņš varēja bez tam pierādīt, ka olbaltumvielas un to sakrišanas prōdukti jūtāmā mērā palielina chlōrsaistāmspēju, kas noteikta arī pēc viņa paša metodes. Olszewski's secina, kā attiecība starp  $\text{KMnO}_4$  patēriņu un chlōrsaistāmspēju var palīdzēt izšķirt jautājumu par ūdens samaitāšanu ar atkritumu vielām, bet tas iespējams tikai tad, ja zināma šī attiecība tani pašā ūdeni tani laikā, kad tas vēl bijis tīrs, nesamaitāts. Normāli Froboese's chlōra skaitlis ir mazāks par  $\text{KMnO}_4$  skaitli. Daudzu upju ūdeņos  $\text{KMnO}_4$  patēriņš ir ļoti augsts, tāpēc normāla attiecība starp to un chlōrsaistāmspēju varēs apgriezt otrādi tikai lieli notekūdeņu daudzumi.

Bach's un Gläser's (1927) mēģināja noteikt chlōra skaitli notekūdeņos. Ievērojot viņu konstatēto Froboese's šķiduma ātro sadalīšanos, viņi mēģināja Javelle'a sāрма vietā jemt organisko hipochlōrita\*) prēparātu Chloramin-Heyden (līdzīgi prēparāti ir Mianin-Fahlberg un Aktivin). Chlōramina šķidums uzglabājot izrādījās ļoti konstants. Tāpat tas ļoti labi panes jo ilgu vārišanu ar destillētu ūdeni. Tikai sārmu klātbūtnē novērojams noteikts, lai arī neliels chlōra zudums. Notekūdeņos n/50 šķidumi izrādījušies par vājiem. Tāpēc Bach's un Gläser's pagatavo n/10 chlōramina šķidumu, izšķīdinot apmēram 15 g vienā litrā un pēc tam atšķaidot ar ūdeni. 100 kubikcentimetriem notekūdēns (ja organisko vielu saturs pārāk liels, tas jāatšķaida ar destillētu ūdeni) 400 kubikcentimetru lielā Erlenneyer'a kolbā pielej 5 cm<sup>3</sup> 10% natrija hidroksida šķiduma ogļskābes saistīšanai, kas rodas organiskajām vielām oksidējoties. Citi noteikumi gandrīz tie paši, kā Froboese'm, tikai kolbā vēl iekarina kā dzēsinātāju ar aukstu ūdeni pildītu piltuvi, kuŗas apakšējais gals ir aizkausēts cieti un izpūsts par apaļu lodī. Atdzisušo analizējamo šķidrumu titrē tikai pēc 10 minūtēm, un arī šinī laikā piltuve aizsedz kolbas kaklu. Titrēšanu izdara ar n/10 natrija tiosulfāta šķidumu parastā kārtā. Kā jau minēts, alkaliskā vidē notiek zināms aktīvā chlōra zudums, kāpēc vajadzīga korrektūra. Šīs korrektūras noteikšanai vāra līdzīgos apstākļos 100 cm<sup>3</sup> destillēta ūdens ar 5 cm<sup>3</sup> sāрма un 20 cm<sup>3</sup> chlōramina šķiduma. Konstatētais chlōra zudums, pārreķināts uz litru, jāatskaita no atrastā notekūdēns chlōraskaitļa.

\*) Oriģinālā ir nēpareizi teikts „hipochlōrida“.



Haupt's (1927) formulēja ūdens chlōrsaistāmspēju kā brīvā chlōra daudzumu, ko izmeklējamais ūdens spēj pilnīgi saistīt, neatstājot vairs nekādu brīvā chlōra pārkumu.

Regenstein's (1927) prōpōnē lietot chlōrsaistāmspēju deggāzes pierādīšanai akas ūdenī. Ik 200 cm<sup>3</sup> ūdens pielej <sup>1</sup>/<sub>2</sub>, 1, 2, 4, 6, 8, 10 un 12 cm<sup>3</sup> svaiga n/100 chlōrūdens un tur šķidrumus 24 stundas tumsā. Deggāzes samaitātos ūdeņos chlōrsaistāmspēja esot stipri palielināta.

Egger's (1928) apstiprināja hipochlōrītu šķidrumu nepastāvību, bet arī chlōramina šķidrumi viņu nevarēja apmierināt. Pēdējos viņš lietoja kā n/10 (pagatavotus pēc Bach'a un Gläser'a), tā arī n/50, attiecīgi samazinot arī pieliekamā sārma daudzumu. Izrādījās vispirms, ka chlōramina un hipochlōrītu šķidrumi dod pavisam citādus absolūtos skaitļus, tāpēc Egger's prasa stingri izšķirt, pretēji Bach'am un Gläser'am, ūdens chlōra un ūdens chlōramina skaitļus. Chlōra skaitļi ir nesalīdzināmi lielāki par chlōramina skaitļiem (piemēram 79 un 17, 21 un 5). Otrkārt, abi šie skaitļi mēģinājumos ar dažām organiskām vielām augošā koncentrācijā neiet līdztekus. Sevišķi Egger's aizrāda, ka chlōramins oksidē olbaltumvielas, kā ar mīzālvielu daudz mazākā mērā nekā hipochlōrīti, un tāpēc viņš neatzist par vajadzīgu sevišķa chlōramina skaitļa lietošanu blakus chlōra skaitlim ūdens un notekūdeņu analizē. Tālāk lielu interesi modinā viņa mēģinājumi noteikt chlōra skaitli notekūdeņos, pieturoties pie kalija permanganāta patēriņa noteikšanas gaitas, tas ir atšķaidot notekūdeni ar destillētu ūdeni. Šāds mēģinājums ar chlōra skaitli izrādījies pilnīgi nederīgs, jo tas svārstās ļoti plašos apmēros atkarībā no notekūdens atšķaidīšanas pakāpes destillētā ūdenī. Egger's min šādu piemēru:

	Chlōra skaitlis	Chlōramina skaitlis
5 cm <sup>3</sup> notekūdens + 95 cm <sup>3</sup> dest. ūd.	1008	185
10 „ „ + 90 „ „	742	124

Tādas ārkārtējas svārstības nekad nenovēro KMnO<sub>4</sub> patēriņā notekūdeņos, un tās neatļauj šādā modificētā veidā noteikt chlōra skaitli notekūdeņos. Tikai ja visi vienotos lietot arvienu to pašu atšķaidījumu (piemēram 1:4), tad varētu cerēt iegūt kaut cik salīdzināmus datus. Turpretim lielu nozīmi Egger's piešķir chlōra skaitlim tīros ūdeņos. Normālos ūdeņos chlōra skaitlis parasti ir stipri zemāks par KMnO<sub>4</sub> patēriņa skaitli, tāpēc chlōra skaitļa relatīvais pieaugums kaut cik ievērojamā mērā var norādīt uz ūdenī nokļuvušiem netīrumiem.

Wette (1928) pirmo reizi norādīja, ka ievēdot chlōrsaistāmspēju ūdens analizē, agrākie autori mēģinājuši atrisināt patiesība divas, turklāt neatkarīgas problēmas. Pirmkārt, nosakot ūdeni



chlōrsaistāmspēju, mēģina iegūt norādījumus par izmeklējamā ūdens tīrību, resp. par tā samaitāšanu organiskām vielām. Šini ziņa tās uzdevums ir līdzīgs kalija permangānāta patēriņa noteikšanas nolūkam. Otrkārt, noteicot ūdens chlōrsaistāmspēju ūdensvados, mēģina aprēķināt pilnīgai ūdens dezinfekcijai jemas chlōra daudzumus. Piemērojoties vienam vai otram uzdevumam, ir izstrādātas dažādas chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodes. Kaut gan tās kalpo, tā tad, diviem atsevišķiem, patstāvīgiem mērķiem, autori bieži to neievēro un tādējādi veicina dažādu nesaprašanos un pārpratumus. Wette sadala visas ieteiktās metodes divi grupās. Pirmās grupas metodes palīdz orientēties ūdens kvālifikācijas jautājumos. Šīs metodes prasa karstumu un lielus chlōra daudzumus. Pie otrās grupas pieder ūdensvados lietojamās ūdens kontroles metodes. Šeit chlōrsaistāmspējas noteikšanas gaitai pēc iespējas jātuvojas ūdensvados pastāvošiem apstākļiem, tāpēc šeit darīšana tikai ar nelieliem chlōra daudzumiem, tāpat pati noteikšana izdarāma istabas temperatūrā. Lai abas šīs ūdens chlōrsaistāmspējas nākotnē labāki izšķirtu, Wette prōpōnē turpmāk pēdējā veida chlōrsaistāmspēju saukt par chlōra vajadzību jeb, varbūt labāk, prasību (Chlorbedarf), bet nosaukumu chlōra skaitli (Chlorzahl) rezervēt tikai pirmo metožu rezultātu apzīmēšanai. Bez tam Wette izmeklē tuvāki dažādu organisku vielu ietekmi uz chlōra prasību un atrod, ka tās, jemas ne pārāk lielā koncentrācijā, to nepalielina. Piemēram, destillētam ūdenim un 0,013<sup>0</sup>/<sub>100</sub> mizalvielas šķīdumam ūdenī ir viena un tā pati chlōra prasība (noteikta pēc Bruns'a un Olszewski). Tas pats sakāms par 20 mg glikozes un 20 mg olīvu eļļas šķīdumiem vienā litrā. Turpretim ievērojama sakarība pastāv starp ūdens chlōra prasību no vienas puses un tā bikarbonātu saturu, brīvo ogļskābi un pH no otras puses. Proti, bikarbonāti augošā koncentrācijā paaugstina chlōra prasību, to pašu dara arī pH pieaugums, kamēr brīvās ogļskābes pārākums to pazemina. Tā kā dabiskos ūdeņos attiecības starp karbonātu cietumu, brīvo ogļskābi un pH var būt ļoti dažādas, tad arī chlōra prasība atkarībā no šiem faktoriem var būt diezgan sarežģīta. Pazīstot šos faktorus, tomēr var zināmā mērā paredzēt arī chlōra prasību. Drošu izskaidrojumu Wette šai parādībai nevar dot.

Keiser's, turpinot savus pētījumus par chlōrsaistāmspēju, publicēja vēl 2 darbus (1928 a, 1928 b), kur mēģina sīkāk noskaidrot sakarību starp Froboese's chlōra skaitli un kalija permangānāta patēriņu. Pēdējo viņš pārrēķina skābekļa patēriņā (Sauerstoffverbrauch) un salīdzina to ar tā paša ūdens Froboese's skaitli. Tiros upes ūdeņos šī attiecība mēdz būt apmēram kā 1 pret 3. Augu valsts produkti šo attiecību pārmaina tikai ļoti maz. Turpretim dzīvnieku valsts produkti, resp. viņu atkritumi, palielinādami stipri chlōra skaitli, ievērojamā mērā



paaugstina šīs attiecības otro pusi. Tālāk viņš pētīja šīs attiecības pārmaiņas pēc ūdens apstrādāšanas ar alumīnija sulfātu, nostādināšanas un filtrēšanas. Viņš atrada, ka šie procesi izdala vairāk vielas, kas reducē  $KMnO_4$ , nekā tādas, kas saista chlōru. Izņēmums ir peptonveidīgās vielas, kurās šādu atšķirību redzēt nevar. Vēl jāatzīmē, ka reaktīvus pagatavojot Keiser's lietojis Javelle'a sārmu, tomēr nenovērojams tās grūtības, ko apraksta Bach's un Gläser's.

Hahn's, Schütz's un Pavlidés's (1928) ļoti sīki apskata jautājumu, kādi chlōra daudzumi lietojami ūdensvadu praksē, lai panāktu drošu ūdens dezinfekciju. Viņi nāca pie secinājuma, ka pretēji Wette's atzinumam, ūdeni dezinficējot organiskām vielām ir galvenā nozīme. Par jauninājumu jāuzskata viņu mēģinājums lietot kā indikatoru jōdometrijā stērķeļu šķīduma vietā alkoholisku 0,1% alfa-naftoflavona šķīdumu. Citu autoru ieteiktiem indikatoriem — benzidinam un ortotolidīnam, kas ir vēl jūtīgāki nekā stērķeles, piemīt neizdevīgā īpašība, ka to krāsas (benzidinam — zaļgana, ortotolidīnam — dzeltena) daļai aizsedz daudzu ūdeņu pašu krāsas. Ja alfa-naftoflavons nav pārāk lielā daudzumā, brīvā chlōra klātbūtnē šķīdums nokrāsojas zilā krāsā. Pretēji parasti lietotām stērķelēm tā šķīdumi ir daudz pastāvīgāki, bez tam arī daudz jūtīgāki. Tāpēc ūdens chlōrsaistāmspēja, resp. ūdens chlōra prasība Wette's izpratnē, aprēķināta absolūtos skaitļos, ir pēdējā gadījumā mazāka, nekā lietojot stērķeļu indikatoru. Chlōra noteikšanu ūdenī izdara sekošā kārtā. 200  $cm^3$  ūdens paskābina ar 2  $cm^3$  50% etiķskābes un pielej 2  $cm^3$  10% kalija jōdīda šķīduma. Pēc 5 minūtēm titrē ar n/100 natrija tiosulfāta šķīdumu, līdz šķīduma zilā krāsa paliek sārta. Bez tam Hahn's, Schütz's un Pavlidés's atrada, ka divvērtīgo dzelzsāļu un nitrītu klātbūtnē chlōra prasība pieaug, bet ļoti lielā nitrītu koncentrācijā, ar kādu praksē diez' vai kādreiz nākas sastapties, chlōrsaistāmspēja samazinās, jo brīvais chlōrs nespēj oksidēt visu slāpekļpaskābi par slāpekļskābi. Neoksidētā slāpekļpaskābes daļa savukārt oksidē kalija jōdīdu par jōdu, ko, protams, notitrē līdzī. Aprēķinājumos šis jōds simulē chlōra prasības samazināšanos.

Beseman's (1928) vēlreiz pārbaudīja jautājumu par organisko vielu ietekmi uz ūdens chlōrsaistāmspēju. Arī viņš nepievienojas Wette's apgalvojumam, ka organiskās vielas neietekmētu ūdens chlōrsaistāmspēju, kas noteikta pēc Bruns'a un Olszewski metodēm. Wette's izvēlētās organiskās vielas—mizalviela, glikoze un olīvu eļļa — tiešām paaugstina chlōrsaistāmspēju tikai ļoti nelielos apmēros. Tomēr to izvēle bijusi pārāk šaura, jo tās nevar nekādā ziņā uzskatīt par ūdenī sastopamiem organisko vielu reprēzentiem, sevišķi



pēdējās divi vielas var pilnīgi neievērot, nosakot ūdens samaitāšanu, jo dabiskos apstākļos tās nemaz ūdenī nevar nokļūt. Turpretim ļoti izteiktu chlōrsaistāmspējas pieaugumu rada hūmusvielas vai arī augu un dzīvnieku vielu ūdens ekstrakti, tā tad taisni tādas vielas, kas samaitātos ūdeņos praktiski arvienu sastopamas. Tālāk B e s e m a n n'a darba rezultāti neapstrīdami liecina, ka chlōrsaistāmspēja pēc B r u n s'a pieaug, ja jem lielākus chlōra daudzumus, tāpat tā pieaug, ja ūdens temperatūra ceļas: 20° siltumā chlōrsaistāmspēja ir gandrīz 2 reiz lielāka nekā 10° siltumā. Tāpat tā pakāpieniski pieaug, ja ļauj chlōram iedarboties ilgāku laiku, un nevis 10 minūtes, kā to prasa B r u n s's, vai arī pamazinās, ja iedarbības laiks ir īsāks. Kā normu pats viņš prōpōnē 5 minūtes. Līdzīga temperatūras un laika ietekme redzama, lietojot O l s z e w s k i metodi. Šeit kā indikātoru viņš ieteic ortotolidīnu, jo tad nevajag iepriekš neitrālizēt ūdens bikarbonātus, kas katrā ziņā jādara, lietojot benzidīnu. Lietojot ortotolidīnu, jāraugās, lai analizējamā šķidruma ūdeņražā iōnu koncentrācija nebūtu lielāka par 2,0. Turpretim abās metodēs ir vienalga, kādā veidā jem chlōru — vai kā chlōra ūdeni, vai kā hipochlōritus. Tie abi dod, ļoti dažādi kombinēti, chlōra koncentrācijas un laika ziņā gandrīz ideāli saskanīgus rezultātus. Tad B e s e m a n n's, neminot gan tuvākus datus, izceļ vēl gaismas ietekmi uz chlōrsaistāmspēju. Gaisma atkarībā no intensitātes to paaugstina, tāpēc jācenšas pēc iespējas no šīs ietekmes izvairīties.

S c h r a f l's (1929) savos pētījumos par B e r n e s ūdensvada ūdens chlōrsaistāmspēju lietoja O l s z e w s k i metodi E g g e r'a modifikācijā. Viņš ieteic, neitrālizēt ūdens bikarbonātus, titrēt, līdz pH ir 5,2, jo tad benzidīna radītā krāsa ir vislabāki saredzama. Bet arī šādos apstākļos kolorimetriski noteikt chlōru ar benzidīnu iespējams tikai zināmās robežās. B e r n e s ūdensvada ūdens dod nokrāsojumu, kuŗa intensitāte līdz ar chlōra koncentrāciju pieaug tikai apmēram līdz 0,15 mg chlōra litrā. Augstākās chlōra koncentrācijās šis nokrāsojums paliek konstants. S c h r a f l's pierāda, ka peptona un glikozes šķīdumi noteikti palielina chlōrsaistāmspēju. Tāpat to ietekmē iniciāla chlōra daudzums, kā arī laiks, kādā chlōrs iedarbojas uz ūdeni. Ievērojot šos apstākļus, S c h r a f l's domā, ka ūdens chlōrsaistāmspēju var uzskatīt par noteiktu lielumu tikai tad, ja lieto vienu un to pašu chlōra daudzumu, ja ūdenī ir viens un tas pats daudzums līdzīgu organisku vielu un ja noteikšanā ievēro vienu un to pašu laiku.

S c h m i d t's (1929) pārbaudīja temperatūras ietekmi uz chlōrsaistāmspēju un pilnā mērā apstiprināja agrāki izteiktās domas par šo svarīgo faktoru. Chlōrsaistāmspēju viņš noteica pēc B r u n s'a, bet veselās seriju rindās jemtie chlōra dau-



dzumi bija 10 un 50 mg/l, temperatūru svārstības starp 4 un 80° un iedarbības laiks no 1 līdz 40 stundām. Viņa iegūtie rezultāti bez izņēmuma rāda, ka augstākās temperatūrās, kā arī chlōram ilgāk iedarbojoties, chlōrsaistāmspēja palielinās. Taisni aiz šā iemesla šī procesa apzīmēšanai parasti lietotais nosaukums viņam liekas nepieņemams. Runājot par ūdens chlōrsaistāmspēju, šķiet, ka šo procesu nosaka tikai ūdenī esošas vielas, kas saista chlōru, šo vielu koncentrācija un daba, kamēr patiesībā arī tādi ārēji faktori, kā temperatūra un gaisma ievērojami ietekmē chlōrsaistāmspēju. Tāpēc viņš prōpōnē chlōrsaistāmspējas vietā lietot šī procesa apzīmēšanai nosaukumu „chlōra izzušana“ (Chlorschwund).

Keiser's (1929) sniedza savu turpmāko darbu rezultātus par kalija permangānāta patēriņa un Froboese's chlōra skaitļu attiecībām, kā arī par šo attiecību pārmaiņām dažādos ūdens pārstrādāšanas procesos. Viņa pētījumi, kas izdarīti dažādos gada laikos, rāda, ka šie skaitļi, karstam laikam pastāvot, mēdz tvoties viens otram. Tas savukārt nozīmē abu skaitļu attiecību samazināšanos. Jādomā, ka dažādi bioloģiski procesi, būdami karstumā sevišķi intensīvi, noārda ātrāki tās vielas, kas vieglāki padodas oksidēšanai ar chlōru, nekā tās, kam ir lielāka afinitāte pret kalija permangānātu. Tālāk Keiser's konstatēja interesantu parādību: dažos grunts ūdeņos chlōrsaistāmspēja izrādījās līdzīga nullei, kamēr zināms kalija permangānāta patēriņš šajos ūdeņos bija arvienu novērojams. Šai sakarībā Keiser's pētīja dzelzs un ammonjaka iespaidu uz chlōra skaitli. Viņš atrada, ka dzelzs un ammonjaks augošā koncentrācijā paaugstina šo skaitli, turklāt ammonjaks dara to daudz lielākā mērā nekā dzelzs. Keiser's mēģināja ēliminēt šo neorganisko ūdens sastāvdaļu ietekmi, jemot palīgā korrek-tūras, bet tas viņam neizdevās, jo ūdens chlōrsaistāmspēja nepieaug prōporcionāli minēto neorganisko iōnu pieaugšanai ūdenī. Aiz šiem iemesliem Keiser's atzīst, ka Froboese's chlōra skaitlim ir maza nozīme grunts ūdeņu tīrības, resp. samaitāšanas novērtēšanā.

Reinhold's (1929) tāpat apskata kalija permangānāta patēriņa un Froboese's chlōra skaitļa attiecību un prōpōnē to nosaukt par P.-C. skaitli (P.-C.-Zahl-Permanganat-Chlorzahl). Ar P.-C. skaitli izdodas vislabāki raksturot notekūdeņu tīrīšanas efektu rasiņāšanas laukos.

Austen's (1929) arī savukārt izceļ šīs attiecības, resp. P.-C. skaitļa nozīmi, novērtējot ūdeni, kas samaitāts fēkālas dabas netīrumiem. Līdzīgi Keiser'am viņš uzsver dzelzs ietekmi uz chlōra skaitli un ieteic to ēliminēt šādā kārtā: 100 cm<sup>3</sup> izmeklējamā ūdens paskābina ar 10 cm<sup>3</sup> n/10 sērskābes un titrē ar kalija permangānātu līdz vāji sārtaī krāsai. Tad skābi neu-



trālīzē ar 10 cm<sup>3</sup> n/10 natrija sārma, pielej 20 cm<sup>3</sup> parastā Froboese's hipochlōrīta šķīduma un vāra 10 minūtes. Pēc tam analizējamam šķīdumam pielej kalija jōdīda šķīdumu, atdzesē un pārlej to sevišķi rūpīgi tīrītā 200 cm<sup>3</sup> lielā cilindrā, kur ļauj izkritušajiem hidroksīdiem nogulsnēties. Tad nopipetē no dzīrā šķīduma zināmu daļu, kurā parastā kārtā nosaka aktīvā chlōra daudzumu. Beigās iegūtos rezultātus pārreķina uz visu analizētā ūdens daudzumu.

Viehl's (1929) noteica kalija permangānāta patēriņu, chlōra prasību un chlōra un chlōramīna skaitļus notekūdeņos. Pēdējie skaitļi deva viņam ļoti saskanīgus rezultātus. Turpretim chlōra prasība deva vairāk atšķirīgus rezultātus un tuvojās permangānāta patēriņa radītai ainai. Kādu metodi chlōra prasības noteikšanai Viehl's ir lietojis, darbā nav minēts.

Adler's (1929 a) nosaka chlōra prasību atkal citādi. Turklāt vienīgais viņa nolūks ir aprēķināt ūdens dezinfekcijai vajadzīgo chlōra daudzumu viņa ieteiktā ūdens pārchlōrēšanas metodē (Hochchlorierung). Lielākā serijā ik vienam izmeklējamā ūdens litram pieliek augošā koncentrācijā chlōru (piemēram, no 0,2 līdz 20 mg), nosaka ar natrija tiosulfātu pēc zināma iedarbības laika (piemēram 30 minūtēm) atlikušo chlōra daļu un atastos skaitļus atzīmē uz koordinātu asīm. Uz ordinātu ass atzīmē iniciāla chlōra daudzumu, uz abscisu ass turpretim reducētā chlōra daudzumu procentos. Šādā veidā iegūstot „chlōrdiagrammu“, kas dodot skaidru ainu par viņa pārchlōrēšanas metodē vajadzīgo chlōra daudzumu.

Vēlāk Adler's (1929 b) pārveidoja savu metodi šādā veidā. Izmeklējamā ūdenī norēgulē temperatūru līdz vēlamam augstumam (parasti 0°, 5°, 15°, 25°), pārlej ik 100 cm<sup>3</sup> ūdens Dewar'a traukos ar 150 cm<sup>3</sup> lielu tilpumu un ievieto tos koka kastē ar labu siltuma izolāciju. Tad katram traukam pieliek chlōrūdeni augošā koncentrācijā un liek 30 minūtes stāvēt. Tālākā analīzes gaita un chlōrdiagrammas izzīmēšana ir tāda pati, kā pirmajā modifikācijā.

Šinī laikā vēl norisinājās polemika starp Horowitz-Wlassowa (1929) no vienas puses un Hahn'u, Schütz'u un Pavlidés'u (1929) no otras puses par pēdējo priekš gada publicēto darbu (1928). Šī polemika ūdens chlōrsaistāmspējas jautājumā neko jaunu neatklāja.

Barth's (1930) vēl reiz pārbaudīja, kā dažas organiskas vielas (mīzālviela, glikoze un olīvu eļļa) ietekmē ūdens chlōrsaistāmspēju, noteiktu pēc Bruns'a un Froboese's. Pēc pirmās metodes iegūtie rezultāti — līdzīgi tiem, ko agrāk bija publicējis Wette (1928) — šīs vielas chlōrsaistāmspēju pēc Bruns'a neietekmē. Citādi bija ar Froboese's metodi. Kamēr olīvu



eļļas suspensija (līdz 400 mg/l) nepārgrozīja Froboese's chlōra skaitli, tikmēr mīzālviela, kā to jau varēja paredzēt, ļoti stiprā mērā to palielināja. Glikōzes (35 mg/l) ietekme bija vidēja. Bez tam Barth's atrada, ka pieliekot ūdenim bacterium coli, tur ievērojamā mērā paaugstinās Froboese's chlōra skaitlis. Tālāk viņš pārbaudīja ferro-, ferri-, nitrāt- un nitrītienu ietekmi un atrada, ka to klātbūtne paaugstina chlōra skaitli, pie kam divvērtīgā dzelzs izdara to stiprākā mērā nekā trīsvērtīgā, bet nitrīti stiprāki nekā nitrāti. Bez tam Barth's mēģināja arī Froboese's metodē lietot kā indikatoru alfa-naftoflavonu. Tomēr salīdzinot ar stērķelēm šim indikatoram nav nekādu priekšrocību.

Kaess's (1931) salīdzināja kalija permangānāta patēriņu un chlōra skaitli Reinas upes un Diseldorfas dzeņamā ūdenī. Abi lielumi, noteikti parastā kārtā, iet paralēli, turpretim vārot analizējamo šķidrumu verdošā ūdens vannā, chlōra skaitlis, salīdzinot ar permangānāta patēriņu, samazinās. Tāpēc viņš ieteic vārišanu izdarīt ne vis virs atklātas liesmas, bet gan turot reaktīvu maisījumu 30 minūtes verdošā ūdens vannā.

Schmidt's un Mühlenbach's (1931) pārbaudīja Elmanowitsch'a un Zaleski, Nikolai, Froboese's un Bruns'a metožu noderību un nozīmi ūdensvadu praksē. Šīs metodes autori pārbaudīja Karaļauču pilsētas ūdensvada, kāda peldbaseina un Pregeles upes ūdeni. Viņu darba gala secinājums ir: „Visas (šeit) pārbaudītās metodes savu dažādo grūtību dēļ tagadējā veidā vēl nav derīgas nodošanai ūdens praktiķu rokās. Galvenā vērība ir griežama, kā līdz šim, uz chlōra atrašanos apmēram 0,1 mg/l daudzumā aiz dezinfekcijas ierīces.“

Olszewski's, ievērojot daudzus pārpratumus, kas radušies dažādu autoru starpā, salīdzinot pēc dažādām metodēm iegūtos rezultātus, ieteic Ohlmüller-Spitta's rokas grāmatā (1931) chlōrsaistāmpējas jēdzienu (Chlorbindungsvermögen) atmet un tā vietā runāt vienīgi, atkarībā no noteikšanas veida, par ūdens chlōra skaitli (Chlorzahl), chlōra prasību (Chlorbedarf) un chlōra zaudi (Chlorzehrung). Pirmā metožu grupā ietilpst viršanas metodes — Elmanowitsch'a un Zaleski un Froboese's. Olszewski's ieteic tieši pēdējo, pārveidojot to tikai tā, ka pa viršanas laiku kolbā iekarina dzesinātāju (Kühlbirne). Otrā grupā Olszewski's ietilpina savu agrāk aprakstīto metodi (1923 b). Šeit tikai sālsskābā benzidīna vietā viņš ieteic jemt jōdkalijstērķeļu šķīdumu. Trešā grupā ietilpst Bruns'a un Nikolai metodes. Olszewski's tomēr ir stipri atkāpies no abām metodēm un viņa darba gaita ir šāda: 200 cm<sup>3</sup> ūdens ielej 250 cm<sup>3</sup> lielā stikla pudelē ar ieslipētu aizbāzni, pieliek klāt to chlōra daudzumu, kas atbilst ūdens chlōra prasībai, un bez tam vēl 0,5 cm<sup>3</sup> chlōrūdens ar apmēram 1 mg Cl vienā



kubikcentimetrā. Pudeli 30 minūtes tur termostata 20<sup>o</sup> siltumā. To pašu izdara ar destillētu ūdeni. Pēc pusstundas katrai pudelei pielej 2 cm<sup>3</sup> jodkalijstērķeļu šķīdumu, un oksidēto jodu titrē ar n/100 nātrija tiosulfātu. No abu raudžu diferences aprēķina hlōra zaudi mg/l.

No šī isā literatūras pārskata redzams, ka ūdens chlōrsaistāmspējas problēmā ir vēl ļoti daudz pretrunu, jo daudz jautājumu, piemēram neorganisko iōnu ietekme, nav vēl noskaidrots pat vispārējos vilcienos.

Savā darbā tad arī centos noskaidrot dažus ar šo problēmu saistītos jautājumus, kam no praktiskā redzes stāvokļa ir sevišķi liela nozīme.

---



## II. Eksperimentālā daļa.

### 1. Darba nolūks.

Praktisku jautājumu izšķiršanā ūdens chlōrsaistāmspējai līdz šim bijusi tikai gluži niecīga loma. Daudzi literatūras apskatā minētie autori savos darbos gan uzsver, ka aktīva chlōra prēparāti oksidē dažādus organiskus slāpekļa savienojumus daudz enerģiskāki nekā kalija permangānāts. Tā kā, no vienas puses, šie savienojumi ūdenī ir sevišķi nevēlami un bīstami un tā kā, no otras puses, varēja cerēt, ka ūdens chlōrsaistāmspēja izrādīsies par daudz jūtīgāku ūdens samaitātības indikātoru nekā parasti lietotais kalija permangānāta patēriņš, tad varēja sagaidīt jo plašu ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšanas lietošanu ūdens higiainā, izšķirot praksē daudzus jautājumus par ūdens samaitāšanu ar netirumiem. Lai gan šo metodi mēģināja veicināt Reinhold's (1929), ievēdot ūdens higiainā P.-C. skaitli (kas raksturo kalija permangānāta patēriņa un Froboese's chlōra skaitļa attiecības), tomēr, pēc literatūras datiem spriežot, chlōrsaistāmspēja tikai samērā ļoti retos gadījumos lietota tieši prakses apstākļos, ārpus laborātorijas mēģinājumiem ar dažāda veida mākslīgiem maisījumiem. Līdz ar to nebija pilnīgi pārbaudīta un pierādīta tās nozīme un derīgums. Higiainas un speciāli arī ūdens higiainas vēsture rāda, ka izstrādāts un publicēts daudz tādu metožu, kas laborātorijas apstākļos pašu autoru rokās devušas lieliskus rezultātus, bet pārnestas prakses apstākļos aiz dažādiem iemesliem izrādījušas pilnīgi nederīgas. No ūdens higiainas var kā piemēru citēt mēģinājumus sterilizēt dzeramo ūdeni ar ultravioletiem stariem. Laborātorijā iegūtie rezultāti bija ļoti labi, un Oker-Bloom's (1913), piemēram, saka: „ūdens sterilizācija ar ultravioleto gaismu piederēs pie visspēcīgākām nākotnes asenizācijas soliēm“; patiesībā tomēr nekur, vismaz uz ilgāku laiku, šo paņemienu neizdevās ievest. Arī vienā no liekākām ultravioleto staru ietaisēm Ļeņingradā (Peterpilī) tas nav devis rezultātus, kuņi varētu apmierināt. Pa daļai šeit bija gan vainojami ļoti lielie izdevumi, ar ko saistīta šāda veida ūdens sterilizācija.

Tāpat izbeidzās bez nekādiem panākumiem mēģinājumi dezinficēt dzeramo ūdeni ar jodu.

No literatūras redzams, ka chlōrsaistāmspēju mēģinājuši praktiski izlietot, turklāt ne katru reizi paskaidrojot noteikšanas metodi, šādi autori: Hilgers's un Tietz's (1923) noteica dzeramā ūdens chlōra saistīšanas skaitli (Chlorbindungszahl) un



atrada, ka tas ir 18. Domājams, ka šeit izlietota Froboese's metode.

Reichle un Weldert's (1924) noteica chlōra skaitli (= 278) Berlīnes pilsētas daļas Kepenikas notekūdeņos.

Hilgers's (1928) noteica chlōrsaistāmspēju Bonnas ūdensvada ūdenī ar Froboese's (27,2) un Bruns'a (1,1) pajēmienu. Turpat ievāktā un filtrētā upes ūdenī chlōrsaistāmspēja bija 45,4, resp. 1,8.

Müller's (1928) atrada, ka Berlīnes ūdensvada ūdens chlōrsaistāmspēja līdzinās pēc Bruns'a 1,15, bet Šprējas upē 1,49.

Wette' (1929) konstatēja, ka kādā peldbaseinā ūdens chlōrsaistāmspēja, ar Froboese's metodi noteikta, svārstījās starp 10 un 43.

Nachtigall's (1929), pētot lielākās serijās Hamburgas ūdensvada Elbes ūdens filtrātu pēc Froboese's metodes, atrada kā minimumu 2,1 un kā maksimumu 15,6.

Bayer's (1929) turpat noteica chlōrsaistāmspēju peldbaseinu ūdeņos. Rezultāti nav minēti.

Koenig's (1929, 1930) noteica chlōra skaitli (pēc Froboese's) Magdeburgas dzeramā ūdenī.

Klingberg's un Schroedter's (1930) izdarīja to pašu ar Dancigas tīrto notekūdeni.

Engler's (1930) atrada, ka Froboese's skaitlis ezeru ūdenī Stutgartes tuvumā svārstījās starp 7,8 un 31,6. Blakus tam viņš noteica kalija permangānāta patēriņu, un šādu kombinētu ūdens izmeklēšanu jo silti ieteic lietot arī hidrobiologu praksē.

Behre, Christlieb's un Kongehl'a (1930) periodiski ilgāku laiku noteica Froboese's chlōra skaitli un kalija permangānāta patēriņu Hamburgas ūdensvada ūdenī, kā arī vairākās vietās (Lauenburgā un citur) ievāktā Elbes upes ūdenī. No viņu novērojumiem redzams, ka ziemā, pastāvot zēmai temperatūrai, abi minētie skaitļi tuvojas viens otram, turpretim kalija permangānāta patēriņš vasarā ir relatīvi lielāks nekā chlōra skaitlis. Kā iemeslu autori min sevišķi biezo ledus segu, kas bija radusies bargajā 1928./29. g. ziemā un traucēja normālo upes ūdens paštīrīšanās prēcēsu.

Barth's (1930) atrada, ka Froboese's chlōra skaitlis Halles klīniku notekūdeņos svārstījās ap 145—150.



Ūdens samaitāšanas grada noskaidrošanai chlōrsaistāmspēja noteikta Ūiles jūras līča pētišanas darbu gaitā. Kisskalt's (1928), kas, kā domājams, lietojis Bruns'a metodi, neieguva noteiktus un saskanīgus rezultātus. Turpretim Liese (1928), kas, spriežot pēc viņa datiem, strādājis pēc Froboese's vai arī pēc Elmanowitsch'a un Zaleski metodes, ieguva skaitļus, kuŗi esot labi saskanējuši ar pārējiem izmeklēšanas iznākumiem.

No visa minētā redzams, ka līdz šim ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšana izdarīta tikai atsevišķos gadījumos. Bez tam bieži autori snieguši savus analīžu rezultātus bez nekādiem tuvākiem komentāriem. Viņi lietojuši dažādas chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodes, tāpēc iegūtos rezultātus var salīdzināt tikai pa daļai, sevišķi ievērojot vēl to, ka daži autori vispār neatzīmē, ar kādām metodēm attiecīgie dati iegūti. Visumā var teikt, ka līdz šim chlōrsaistāmspējai ūdens higiainā bijusi samērā visai maza nozīme ūdens labvērtības, resp. tīrības grada noteikšanai.

Šinī darbā tāpēc centos, pirmkārt, noskaidrot, kuŗa no visām ieteiktām metodēm ir minētā jautājuma izšķiršanai visnoderīgākā; otrkārt, noskaidrot, kādā veidā pēdējo ietekmē dažādi blakus faktori, kā temperatūra, gaisma, chlōra reaktīva koncentrācija, ūdens neorganisko iōnu saturs u. t. t.; treškārt, centos izvēlēto metodi izlietot tieši prakses apstākļos, jo tikai pati prakse var pierādīt, vai kāda labrātōrijas apstākļos izstrādāta un izveidota metode ir tiešām noderīga, vai nē.

## 2. Metodes izvēle.

Vispirms tā tad bija jāizšķir jautājums, kuŗai metodei dot priekšroku. No visām ieteiktām metodēm izvēlējos visvecāko Elmanowitsch'a un Zaleski (1914) metodi un bez tam Nikolai (1917 b), Froboese's (1920) un Bruns'a (1922) metodes. Pirmās divas reprēzentē chlōrsaistāmspējas noteikšanas veidu, kas pēc darba gaitas stipri atgādina kalija permangānāta patēriņa noteikšanu; tur tā tad chlōrsaistāmspēju nosaka, valdot augstai temperatūrai un augstai aktīvā chlōra koncentrācijai. Chlōrsaistāmspēju ar pārējām divi metodēm noteic istabas temperatūrā un ar samērā daudz niecīgākiem chlōra daudzumiem. Abas metodes ievērojami atšķirās chlōra iedarbības ilguma ziņā. Vienā gadījumā iedarbības laiks ir 10 minūtes, otrā četras stundas.

Pārējās metodes palika dažādu iemeslu dēļ neievērotas. Tā neizlietoju Guillaumin'a un Viennē'a (1915) un



Pecker'a (1918) metodes, kas pēc darba gaitas ļoti līdzīgas pēdējām divi izraudzītajām metodēm un atšķiras no tām vieniņi ar lietotā chlōra koncentrāciju un iedarbības laiku. Bez tam Guillaumin's un Viennē's kā izejvielu lieto Labarraque'a sārnu, bet ar pēdējo, spriežot pēc literatūras datiem, ir apzīmētas dažādas lietas. (Hūnermann's un Deiter's 1901, Schmidt's 1919). Tāpat neizlietoju Olszewski (1923 b) metodi, kas jāuzskata par pārāk neprecīzu. Šeit jāoperē ar chlōrūdens pilieniem, un katrā no tiem jābūt 0,01 milligrammiem chlōra. Bet jāņem vērā, ka pilienu lielums var grozīties ievērojamos apmēros, un arī pagatavot šādu chlōra šķīdumu, kurā būtu precīzs vajadzīgais chlōra daudzums, ir diezgan komplicēta, ja ne pat problēmatiska lieta. Bez tam šīs metodes lietošanu traucē daudzu dabisko ūdeņu krāsa. Atteicos arī no Adler'a (1929) chlōrdiagrammas metodes. Tā ir, no vienas puses, diezgan komplicēta un ne katrā laborātorijā izdarāma, bet, galvenais, tā domāta ūdensvadu laborātorijām pareizas ūdens chlōrēšanas kontrolei un rēgulēšanai pārchlōrēšanas (Hochchlorierung) gadījumos, tāpēc man šķita pareizi neuzjemt šo metodi pārbaudāmo skaitā. Tāpat neuzjēmu tur arī Bach'a un Gläser'a (1927) metodi, jo tā nodomāta speciāli notekūdeņu analīzei. Vairāki mēģinājumi ar Daugavas upes ūdeni rādīja, ka dabiska ūdens analīzē tā ir maz noderīga. Bez tam šī metode, sevišķi seriju analīzēs, samērā dārga, jo šeit, ievērojot augsto chlōrreaktīva koncentrāciju, kalija jōdīda patēriņš ir liels. Blakus minētām četrām ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodēm salīdzinājuma dēļ noteicu vēl kalija permangānāta patēriņu.

Tālāk ļoti svarīga bija piemērota ūdens izvēle. Kā tas ūdens higiainas vēsturē bieži pieredzēts, arī atsevišķas ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodes ir pa labai daļai izstrādātas un izmēģinātas dažādos laborātorijā mākslīgi pagatavotos maisījumos, kuriem bija jāreprezentē dažādi ūdens tipi. Daži autori iet pat tik tālu, ka lieto savos darbos mākslīgi pagatavotus notekūdeņus. (Horowitz-Wlassowa 1926). Nav brīnums, ka šādos apstākļos laborātorijā izstrādātās metodes bieži neatrada atbalstu praksē, un higiainas vēsture pazīst veselu rindu metožu, ko, izņemot viņu autorus, neviens cits pēc tam nav izlietojis vai pat tikai pārbaudījis. Piemēram var minēt Kunow'a (1913) ūdens dezinfekcijas metodi ar kaliju permangānu (1 g/l) un ūdenražā peroksīdu dzelzs vai vara sulfāta klātbūtnē. Vēl var atzīmēt Rhein'a (1914) mēģinājumu dezinficēt dzeramo un peldbaseina ūdeni ar antiformīnu.

Arī Nikolai (1917 b) chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodi neviens nav vēlāk pārbaudījis vai praktiski lietojis.







1. tabula.\*)

Palaestra's peldbaseina ūdens chlōrsaistāmspēja un kalija permangānāta patēriņš 7. IV. 1930.

	Froboese	Elmano- witsch's un Zaleski	Nikolai	Bruns's	KMnO <sub>4</sub> patēriņš
8 <sup>h</sup>	12,4	18,7	1,65	0,13	18,2
13 <sup>h</sup>	16,1	21,6	2,36	0,18	19,8
16 <sup>h</sup>	19,2	24,9	2,74	0,23	21,1

Tabulas skaitļi skaidri rāda, ka ar apmeklētājiem nonāk ūdenī dažādas vielas, kas pamazām paaugstina kā kalija permangānāta patēriņu, tā arī ūdens chlōrsaistāmspēju, kuŗa noteikta pēc visām četrām metodēm. Chlōrsaistāmspēja pieaug caurmērā daudz stiprāki nekā kalija permangānāta patēriņš, kas rāda — kā to ir pierādījuši Keiser's (1926, 1928 a, 1928 b, 1929), Reinhold's (1929) un citi — ka netirumi ir pa lielāki daļai organiski slāpekļa savienojumi, kā olbaltumvielas, tā arī to sakrīšanas produkti. Ūdenī tie nonāk ar cilvēku atdalījumiem — sviedriem, siekalām, ādas un matu taukiem, ādas epitēliju, atsevišķos gadījumos arī ar mizaliem u. t. t. Bez tam apmeklētāji pārnes ūdenī arī dažādus netirumus un putekļus, kas pielipuši viņu miesām.

Pēc 1. tabulas datiem grūti izšķirt, kuŗai pārbaudītajai metodei šāda veida izmeklējumos dodama priekšroka. Bez tam bija jāuzskata par nepieļaujamu aprobežoties ar vienu izmeklējumu vien, jo tad varēja viegli gadīties, ka vienā zināmā dienā būtu darbojušies līdzī pavisam irrēgulāri, neparedzami faktori, kas varētu aizsegt patieso ainu un dot pilnīgi nepareizu ieskatu par lietās isto būtību. Tāpēc bija jāsakrāj pilnīgāks materiāls par ilgāku laika sprīdi. Uz to pašu pamudināja arī tas apstāklis, ka līdzīgi pētījumi vispār līdz šim vēl nebija izdarīti. Tomēr trīsreizēja raudžu ievākšana un viņu tūltēja analīze bija pārāk grūta, jo šāda prōcēdūra aizņem vismaz 12 darba stundas dienā, bet atstāt raudžu daļu uz nākamo dienu izlikas nelietderīgi. Peldbaseina ūdenī bija sagaidāmas, kaut arī to uzglabātu uz ledus, dažādas pārmaiņas. Tāpēc nākamās reizes jēmu raudzes tikai divreiz dienā.

\*) Tabulas skaitļu materiāls publicēts darbā: Schmidt und Mühlenbach. Beitrag zur Frage des Chlorbindungsvermögens. Gesundheits-Ingenieur 1931, Bd. 54, p. 7—11.

Tas pats sakāms pa daļai arī par 4., 5. un 8. tabulu.



## 2. tabula.

Palaestra's peldbaseina ūdens chlōrsaistāmspēja un kalija permangānāta patēriņš.

Metodes	9. IV.		10. IV.		11. IV.		17. IV.		22. IV.		28. V.		30. V.		31. V.	
	7 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	14 <sup>h</sup>	9 <sup>h</sup>	15 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	16 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	13 <sup>h</sup>
Froboese	14,6	19,5	14,6	20,0	13,4	16,4	6,5	15,5	8,7	10,9	14,3	16,9	14,1	18,0	12,2	14,3
Elmanowitsch's un Zaleski	20,0	24,7	17,4	23,3	20,2	24,4	12,6	22,3	12,2	14,5	14,6	18,1	14,9	19,0	14,2	15,4
Nikolai	1,75	2,25	2,52	2,71	2,54	2,37	1,54	2,02	1,00	1,20	1,77	2,24	1,64	2,13	2,60	2,79
Bruns's	0,12	0,28	0,20	0,25	0,07	0,43	0,06	0,07	0,01	0,10	0,20	0,23	0,24	0,30	0,30	0,30
KMnO <sub>4</sub> patēriņš	17,4	17,7	17,4	19,4	21,4	19,2	17,7	19,5	16,7	17,6	13,0	15,2	12,9	14,0	15,3	14,9
Dīgļu skaits	—	—	7920	barotne atšķidri- nāta	9540	16625	5990	barotne atšķidri- nāta	840	660	395	970	6120	—	16895	25280



Rezultāti sakopoti 2. tabulā. Blakus ķīmiskām analizēm pa lielākai daļai noteicu arī kopējo uz želatīna 48 stundās un 22° siltumā izaugušo dīģļu skaitu. Sīkāk mikroorganismus diferencēt nebija iespējams laika trūkuma dēļ. Jāatzīmē vēl, ka pēdējās 3 dienās ūdens chlōrēšana bija pārtraukta, un baseina ūdeņi tīrīja vienīgi filtrējot.

Kā tabulas dati rāda, novērotas ievērojamas svārstības. Pirmkārt, krit acis, ka atsevišķās dienās novēroto svārstību amplitūda var būt ļoti nevienāda. Tā, piemēram, 17. aprīlī Froboese's chlōra skaitļa pieaugums bija 9,0, bet 22. aprīlī tikai 2,2. Otrkārt, novērojamas vēl citāda veida svārstības, kas krit acis, ja salīdzina dažādās priekšpusdienās jemtās raudžu analīzes savā starpā. Šeit kā spilgtāku piemēru var minēt Froboese's chlōra skaitli 11. un 17. aprīlī, kad vienreiz tas bija 13,4 un otrreiz 6,5. Pirmā veida svārstības atkaras no peldbaseinā atsevišķās dienās iekļuvušu netīrumu daudzuma, kas savukārt būs lielāko tiesu atkarīgs no peldbaseina apmeklētāju skaita. Šis skaits nebija izdibināms, kaut gan institūts to vairāk reizi pieprasīja. Bez tam šāda veida svārstības varēja gadīties, ja pēcpusdienas serijās lietoja svaigi pagatavotu reaktīvu.

Turpretim otra veida svārstību cēloni izskaidro chlōrsaistāmpējas absolūtā lieluma atkarība no jemtā chlōra daudzuma. Chlōrsaistāmpēja jāuzskata par jemtā, resp. — kā to ļoti teicami nosaucis Pecker's (1918) — par iniciāla chlōra daudzuma funkciju. Jo lielāka ir iniciālā chlōra koncentrācija, jo plašākos apmēros to reducē ūdens organiskās vielas. Šī parādība bija zināma jau Gläser'am (1913), kas to atrada, pētot pilsētas notekūdeņu dezinfekcijas iespēju ar chlōrkaļķi. Kā izskaidrojumu šai parādībai viņš min darbīgo masu likumu. Šo parādību vēlāk atzīmējuši daži citi autori, bet tomēr tai piegriezts ļoti maz vērības. Pat atsevišķo chlōrsaistāmpējas noteikšanas metožu autori nav bijuši pilnīgā skaidrībā par šīs parādības nozīmi. Tā Brun's, aprakstīdams savu metodi, saka, ka jāņem 1, resp. 2 mg aktīvā chlōra. Protams, ūdens chlōrsaistāmpēja, lietojot 1 mg iniciāla chlōra, būs zemāka, nekā lietojot 2 mg. Ja nepasaka tieši — un parasti to nemēdz darīt — iniciāla chlōra daudzumu, tad nemaz nav iespējams salīdzināt pēc Brun'sa metodes atsevišķās ūdens raudzēs noteikto chlōrsaistāmpēju, jo salīdzināt var tikai tādus datus, kas iegūti līdzīgos darba apstākļos, tā tad arī lietojot vienu un to pašu iniciāla chlōra daudzumu. Tāpat Elmanowitsch's un Zaleski, sīki aprakstīdami savu metodi, nosaka arī noteiktu aktīvā chlōra koncentrāciju reaktīvā un tomēr, kā to skaidri rāda viņu darbam pieliktās tabulas, paši šo prasību neievēro. Atsevišķos gadījumos viņi pārsnieguši pašu prasīto koncentrāciju par veselīem 7 procentiem. Bet šāda atkāpšanās no noteiktas normas var viegli



ietekmēt chlōrsaistāmspējas absolūto lielumu, kā tas tiešām gadījās pētījumos par Palaestra's peldbaseina ūdens pārmaiņām. Gluži līdzīga aina vērojama Froboese's darbā.

Froboese (1920) citē formulu sava chlōra skaitļa aprēķināšanai:  $(a-b) \cdot 0,709 \cdot 10$ . Teorētiski viņš a uzskata par līdzīgu 20, bet arī pats to neievēro.

Tāpēc pirmā laikā nepiegrīezu pienācīgu vērtību reaktīvu koncentrācijas maiņai. Reaktīvus pagatavojot, stingri ievēroja visas katra autora uzstādītas prasības. Bet gandrīz visos aktīvā chlōra prēparātos un reaktīvos pēdējā daudzums mēdz ātrāki vai lēnāki samazināties, atkarībā no izejvielu tīrības grada un dažiem citiem apstākļiem. Šādu dabīgu reaktīvu titru samazināšanos sākumā neievēroja un pagatavotos reaktīvus izlietoja līdz galam. Ne reti gadījās, ka tāni laikā, kad vienu reaktīvu svaigi pagatavoja, otrs izbeidzās. Pēdējais tā tad bija ilgāku laiku stāvējis un līdz ar to zaudējis zināmu daļu sava aktīvā chlōra. Maz nozīmes stingri ievērot chlōra koncentrāciju reaktīvā, izdarot viētu seriju izmeklējumus, kurus paveic isā laikā un kur galveno vērtību piegrīez relātivai ūdens tīrībai, kā piemēram upju izmeklējumos, kad ir tikai jānoskaidro, vai zināmā laikā ūdens kādā noteiktā vietā ir vairāk vai mazāk samaitāts nekā kaut kur citur, un aptuvumis kādos apmēros tas noticis. Turpretim ļoti svarīgi ir ievērot noteiktu koncentrāciju laika serijas, kad jāanalizē ilgāku laiku vienas un tās pašas vietas ūdens raudzes, vai atkal kad paredzēts aprēķināt, kā to ieteica Keiser's (1929) un Reinhold's (1929), attiecību starp Froboese's chlōra skaitli un skābekļa patēriņu (P.-C. skaitlis).

Par chlōra koncentrācijas nozīmi būs vēl tālāk runa, iztirzājot dažādo ārējo faktoru ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli, kur tad būs minēti arī šā jautājuma noskaidrošanai izdarītie mēģinājumi.

Pirmās divas chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodes — Elmanowitsch'a un Zaleski un Froboese's — dod samērā labi saskanīgus rezultātus, ja neievēro svārstības, kas radušās aiz nevienmērīgas aktīva chlōra koncentrācijas reaktīvos. Tas labi redzams no 3. tabulas, kur aprēķināti chlōrsaistāmspējas pieaugumi atsevišķās novērošanas dienās.

Kā 3. tabulas otrās un trešās ailas skaitļi rāda, saskaņa starp abām viršanas metodēm ir ļoti laba.

Kalija permangānāta patēriņa svārstības novērošanas laikā bija viscauri mazākas, ko tiešām arī varēja sagaidīt.



3. tabula.

Chlōrsaistāmspējas pieaugums Palaestra's peldbaseina ūdenī novērošanas laikā.

Datums	Froboese's chlōra skaitļa pieaugums	Elman. un Zal. chlōra skaitļa pieaugums	Chlōrsaistāmspējas pieaugums pēc Nikolai	Chlōrsaistāmspējas pieaugums pēc Bruns'a
7. IV.	6,8	6,2	1,09	0,10
9.	4,9	4,7	0,50	0,16
10.	5,4	5,9	0,19	0,05
11.	3,0	4,2	-0,17	0,36
17.	9,0	9,7	0,48	0,01
22.	2,2	2,3	0,20	0,09
28. V.	2,6	3,5	0,47	0,03
30.	3,9	4,1	0,49	0,06
31.	2,1	1,2	0,19	0,00

Citākus rezultātus deva abas aukstuma metodes. Šeit, salīdzinot pēc abām metodēm iegūtos rezultātus, nav saredzama nekāda paralēlītāte. Vislielākajam chlōrsaistāmspējas pieaugumam (sk. 3. tab.), kāds novērots pēc Bruns'a metodes (0,36), atbilst viszemākais pieaugums pēc Nikolai, kas turklāt ir vēl negatīvs. Bruns'a metodē krit acis, no vienas puses, ļoti lielas chlōrsaistāmspējas svārstības (no nulles līdz 0,36) un, no otras, katras paralēlītātes trūkums ar abām viršanas metodēm. 17. aprīlī ūdens bija sevišķi stipri samaitāts, kā to skaidri pierāda abas pēdējās metodes, tomēr pēc Bruns'a noteiktās chlōrsaistāmspējas pieaugums ir gluži niecīgs, gandrīz nulle (0,01). Tāpat var minēt vēl citas dienas, kad šī metode devusi pavisam pretējus rezultātus, kā abas viršanas metodes. Tas pats jāsaņem par Nikolai metodi, arī tās rezultāti nav līdzvērtīgi un salīdzināmi ar Froboese's un Elmanowitsch'a un Zaleski chlōra skaitļiem. 10. aprīlī un 31. maijā, kad



chlōrsaistāmspējas pieaugums pēc Nikolai bija viens un tas pats — 0,19, Froboese's chlōra skaitļa pieaugums vienā gadījumā bija 5,4 un otrā 2,1. Tālāk Nikolai chlōrsaistāmspējas pieaugumam 0,47, 0,48 un 0,49 atbilst tik nevienādi Froboese's chlōra skaitļa pieaugumi, kā 2,6, 9,0 un 3,9. Ievērojot visu sacīto, jāsecina, ka no 4 lietotām chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodēm par noderīgām izrādījās tikai abas viršanas metodes, kamēr pārējās ļoti bieži devušas pārāk svārstīgus rezultātus, un tādēļ to derīgums, vismaz konkrētā gadījumā, ir stipri apšaubāms. Protams, ar to nav teikts, ka šīs metodes ir vispārīns ūdens samaitāšanas, resp. labvērtības jautājumu izšķiršanā nederīgas; bet sistēmātiskās peldbaseinu ūdens kontrolēs, ko izdara apstākļos, kuŗi līdzinās aprakstītajiem, tām gan nav piešķirama nekada nozīme. Ka taisni abas viršanas metodes pareizi atspoguļo ūdens samaitāšanas norisi baseina ūdenī, ir drīzāk domājams, jo šeit nav sastopami tādi paradoksāli rezultāti, kādi novēroti abās aukstuma metodēs. Pedējās konstatēti chlōrsaistāmspējas pieaugums par nulli vai pat par negatīvu skaitli, kas — ievērojot lietas būtību — nemaz nav iedomājams un saprotams. Turklāt abas viršanas metodes dod saskanīgus rezultātus, kas vēl vairāk pastiprina secinājumu, ka tikai ar viršanas metodēm var izsekot tās pārmaiņas peldbaseinu ūdenī, kuŗas savienotas ar pašā peldbaseina uzdevumu un funkciju.

Vēl jāapskata, kādu efektu uz ūdens chlōrsaistāmspēju atstāja chlōrēšanas pārtraukšana pedējās 3 dienās (28.—31. V.). Kā tabula rāda, šo 3 dienu izmeklējumu rezultātos nevar saskatīt nekādas savādības, kas būtu cēlušās no chlōrēšanas pārtraukšanas, izņemot pilnīgi dabisko dīgļu skaita pakāpienisku savairošanos šinīs dienās. Jāuzsver, ka organiskas vielas ūdenī neiznīcina vis chlōrs, bet gan ūdens tās zaudē filtrēšanas procesā, kā šinī gadījumā tas labi redzams. Tāpēc neiztur kritiku dažreiz izteiktās domas (Hilgers's un Tietz's 1923), ka ūdeni tirot varētu iztikt ar chlōru vien. Chlōram piekrit galvenā kārtā dezinfekcijas līdzekļa loma. Protams, daļu chlōra saista arī ūdens organiskās vielas, sevišķi labilākās. Bet ņemot chlōru vajadzīgā daudzumā, tas spēj attīstīt pilnā mērā savas dezinficētāja īpašības, kaut gan arī pēc pilnīgās dezinfekcijas ūdenī būs arvienu vēl „organiskas vielas“.

Tālākais objekts minēto 4 chlōrsaistāmspējas noteikšanas metožu pārbaudīšanai un salīdzināšanai bija Karaļauču pilsētas ūdensvada „Jerusalem“ stacija pārstrādājamaiss ūdens, kur izej- ūdeni ņem no Pregeles upes. Pati stacija izbūvēta 1929. gadā pašā Pregeles upes krastā, apmēram 3,5 km augšpus pilsētas. No Pregeles ūdeni vispirms ielaiž 2 atklātos baseinos, kur to nostādina 7 dienas. Nostādīnāto ūdeni pārpumpē uz stacijas



augšējiem stāviem, no kurienes to novada uz pārstrādāšanas ierīcēm. 3 m garā, 0,45 m platā un 0,75 m dziļā sajaukšanas silē ūdenim piejauc alūnu ( $60-120 \text{ g/m}^3$ ) un ūdenī izšķīdinātu chlorgāzi ( $0,6-1,0 \text{ mg/l}$ ). Vēlāk sāka piejaukt garšas uzlabošanai vēl kalija permangānātu. Tad ūdeni novada uz 3 lieliem alūna baseiniem. Katrs baseins ir 35 m garš un 6 m plats, viņu lietojamais dziļums ir 3,2 m, un visu baseinu koptilpums ir  $2000 \text{ m}^3$ . Šajos baseinos ūdeni tur 4–5 stundas. Pēc alūna izpārslōšanas radītās brīvās skābes neitrālīzē ar piesātinātu kaļķūdeni un novada uz ātrfiltriem. Pēdējie ir 6 ar 5,3 m lielu caurmēru un  $132 \text{ m}^2$  filtrējamas virsmas. Stundas jauda katram filtram ir  $80 \text{ m}^3$ . Nofiltrēto ūdeni savāc speciāla tirūdēns savācēja caurule, kur ūdeni chlōrē vēl otrreiz ar  $0,2 \text{ mg chlōra litrā}$ . Caurule novada tādejādi sagatavoto ūdeni uz tirūdēns baseiniem, no kuriem ūdeni pārpumpē pilsētas ūdensvada tīklā. Stacija „Jerusalem“ pārstrādā caurmērā  $8000 \text{ m}^3$  ūdens dienā, viņas dienas virsotņu jauda ir  $11\,000 \text{ m}^3$ . Stacijas darbība norit bez traucējumiem, un pagatavotais ūdens ir nevainojams. Vienīgās grūtības rada samērā bieža un tad dažreiz vairākas dienas ilgstoša Pregeles upes ūdens atbode (Rückstauung), kad līdz ūdens noņemšanas vietām nonāk pilsētas robežās ārkārtīgi samaitātais ūdens. Atbode notiek, pūšot rietumu vējiem, un šīnī laikā ūdens iepludināšanu nostādīnāšanas baseinos pilnīgi pārtrauc (Brüche un Sattler's 1929, Denk's 1930).

Pavisam stacijas „Jerusalem“ ūdeni izmeklēja 3 reizes. Lai iegūtu ūdens raudzes ar ļoti dažādu organisko vielu saturu, izvēlējos šādus 6 punktus — Pregeles upi pašā krastmalā, nostādīnāšanas baseinu № 1, alūna baseinu ieteci un izteci (pēdējā vietā raudzes jemtās 2 reizes), savācēja cauruli un beidzot tirūdēns baseinu. Visas raudzes analizētas nefiltrētā veidā.

Kā tabulas skaitļi rāda, Elmanowitsch'a un Zaleski un Froboese's chlōra skaitļi iet puslīdz līdztekus, tāpat arī kalija permangānāta patēriņš. Tomēr šīnī analīžu seriājā abu chlōra skaitļu saskaņa nebija tik pilnīga, kā Palaestra's peldbaseina ūdens izmeklējumos. Maksimālā nesaskaņa abu chlōra skaitļu starpā novērota 23. jūnijā, salīdzinot nostādīnāšanas un alūna baseinu ieteces raudzes. Bet nu jāievēro, ka šīnī seriājā ūdens analizēts nefiltrētā veidā. Sevišķi alūna baseina ieteces un izteces ūdenī bija bagātīgā mērā nogulsnes, kas sastāvēja pa lielākai daļai no izpārslota volūminōza alumīnija hidroksīda līdz ar viņā absorbētām organiskām vielām. Priekš katras pīpētēšanas raudzes, protams, jo pamatīgi sakratīja, tomēr nogulsnes nemēdz tik vienmērīgi un pilnīgi sadalīties pudelē, kā tas notiek, skalojot dzidrus šķīdumus. Gandrīz visos tos gadījumos,



4. tabula.

Karaļauču ūdensvada „Jerusalem“ ūdens chlōrsaistāmspēja un kalija permangānāta patēriņš.

31. III. 30.

	Froboese	Elmanowitsch's un Zaleski	Nikolai	Brun's	KMnO <sub>4</sub> patēriņš
Pregele . . . . .	31,0	28,8	5,00	1,03	50,8
Nostādināšanas baseins	25,7	22,4	4,44	0,95	45,3
Alūna baseinu ietece .	24,2	23,5	4,57	0,64	40,6
Alūna baseinu iztece .	17,5	18,6	3,66	0,69	32,9
Savācēja caurule . . .	14,0	15,8	2,93	0,60	26,9
Tīrūdens . . . . .	13,7	15,8	3,00	0,52	27,2

23. VI. 30.

Pregele . . . . .	29,4	33,7	6,44	0,80	37,7
Nostādināšanas baseins	32,1	34,6	7,09	0,83	43,2
Alūna baseina ietece .	32,4	37,8	6,20	0,42	40,8
Savācēja caurule . . .	20,9	25,2	4,14	0,73	27,0
Tīrūdens . . . . .	20,1	24,2	3,87	0,42	25,7

15. VII. 30.

Pregele . . . . .	56,8	63,4	9,67	1,32	72,5
Nostādināšanas baseins	32,7	39,7	6,45	1,29	44,8
Alūna baseina ietece .	33,7	39,2	4,81	0,44	38,3
Alūna baseina iztece .	25,8	30,9	3,65	0,24	29,9
Savācēja caurule . . .	21,6	23,8	3,14	0,72	23,9
Tīrūdens . . . . .	21,4	24,3	3,16	0,70	25,5

kur nesaskaņa starp abām metodēm ir lielāka, viena vai otra salīdzināmā raudze jemta no alūna baseina ietece vai iztece. Tikai vienā gadījumā izdevās atrast lielāku starpību starp abiem chlōra skaitļiem raudzēs, kas nesatureja alumīnija hidroksīda nogulsnes. Šī difference novērota 23. jūnijā, salīdzinot Pregeles upes un nostādīšanas baseina ūdeni. Bet jāievēro, ka arī nefiltrētā upes ūdenī ir dažādas peldvielas, kas ievāktā raudzē arī pēc pēdējās sakratīšanas ne arvienu sadalīsies gluži vienmērīgi.



Nikolai metode šoreiz izrādījās diezgan noderīga. Ar to noteiktā chlōrsaistāmspēja kāpj un krit sīnchroniski ar abiem chlōra skaitļiem. Bruns'a metode deva rezultātus, kas vismāzāk varēja apmierināt. Tā nereti liecināja par chlōrsaistāmspējas pieaugšanu, resp. krišanu tad, kad visas pārējās metodes norādīja uz prēteju norisi.

Šie pētījumi apstiprina, ka Pregeles ūdens pie paša ūdensvada var būt ļoti mainīgs ūdens tīrības ziņā, atkarībā no upes atbodes. Ja patur šo apstākli prātā, viegli izskaidrojama parādība, kas pirmā acumirkli izliekas nesaprotama. 23. jūnijā novēroju, ka spriežot pēc ūdens chlōrsaistāmspējas un kalija permangānāta patēriņa, ūdens pašā Pregeles upē bija daudz tīrāks nekā nostādināšanas baseinā. Normāli var novērot, ka ūdens pēc nostādināšanas minētā baseinā ievērojami uzlabojas tīrības ziņā, kas izskaidrojams ar ūdens paštīrīšanās procesiem. Laikā starp 23. jūniju un pēdējo nostādināšanas baseina uzpildīšanu līdz ūdensvada stacijai, acīm redzot, bija nonācis kāds stiprāks atbodes vilnis.

Kalija permangānāta patēriņš iet viscauri līdztekus abiem chlōra skaitļiem un tik pat jūtīgi reagē uz pārmaiņām ūdenī kā pēdējie, gluži otrādi kā Palaestra's baseina ūdenī. Viegli saprotams, ka pēdējā gadījumā peldbaseina lietotāji ienesuši ūdeni dažādus labilus organiskus slāpekļa savienojumus, kas daudz stiprākā mērā paaugstina ūdens chlōrsaistāmspēju nekā kalija permangānāta patēriņu. Pregelē šādu vielu klātbūtne kaut cik lielākā daudzumā nebija pierādāma un arī nebija sagaidāma vismaz ūdensvada stacijas tuvumā. Pirmā lielākā apdzīvotā vieta Pregeles krastos, kuŗas notekūdeņiem būtu bijis līdzīgs efekts, ir Tapiuaas pilsētiņa, kas atrodas 40 km augšpus Karaļaučiem; notekot šādu attālumu, pilsētiņas notekūdeņu pārstrādāšanās ūdens paštīrīšanās procesā uzskatāma par pilnīgi pabeigtu.

Stacijas „Jerusalem“ ūdeņu analīze visumā apstiprināja, ka ūdens samaitāšanas jautājumu izšķiršanai pilnīgi noderīgas ir tikai abas viršanas metodes, kas dod ļoti labi saskanīgus rezultātus. Šinī gadījumā arī Nikolai metode deva lietojamus rezultātus, tomēr tos nevar tieši salīdzināt ar abiem chlōra skaitļiem, jo šī metode reagē uz pārmaiņām ūdenī organisko vielu vai netīrumu ziņā daudz kūtāk nekā abas viršanas metodes. Turpretim Bruns'a metode izrādījās arī šinī analīžu seriĶā par nederīgu.

Par pēdējo objektu, pārbaudot katras chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodes noderīgumu, izraudzĶjos Pregeles upi, kas tek cauri pilsētai. Pavisam izdevās ievākt raudzes 2 reizes



(1930. g. 25. un 31. jūlijā). Abas reizes izvēlējos 6 stacijas, kur tieši no mēģorlaivas ievāca pašas virsmas ūdeni. Šīs 6 stacijas bija sadalītas tādējādi, lai igūtu ūdens raudzes ar dažādu tīrības gradu. Vistīrākais ūdens bija, protams, sagaidāms augšpus pilsētas, un tāpēc pirmo staciju izraudzījām pie agrāki minētās pilsētas ūdensvada stacijas „Jerusalem“, apmēram 3,5 km augšpus pilsētas. Šeit netīrāks ūdens sagaidāms tikai zināmos apstākļos, kad pūšot rietumu vējiem, Pregeles ūdens sarausās. Nākamā stacija bija pret agrākā Karaļauču cietokšņa bastionu „Pregel“, kas atrodas uz pašas pilsētas apbūves robežas. Šai vietā ūdens tīrība var svārstīties ļoti stipros apmēros, atkarībā no vēju virziena. 31. jūlijā šeit smeltais ūdens bija tikai nedaudz netīrāks par pirmā stacijā ievākto raudzi. Turpretim 25. jūlijā ūdens bija ļoti netīrs un savās īpašībās tuvojās tām ūdens raudzēm, kas bija smeltas pašā pilsētā. Trešo staciju izvēlējos pašā priekšpilsētā pie Keizara tilta (Kaiser-Brücke). Šeit, līdzīgi iepriekšējās stacijas raudzēm, ūdens abās novērošanas dienās bija savā sastāvā ļoti nevienāds. Nākamās divas stacijas atradās pie turpmākiem tiltiem — Zaļā un vecā dzelzceļa tilta (Grüne- un Eisenbahn-Brücke) pašā pilsētas centrā. Par pēdējo staciju bija izvēlēts jaunais dzelzceļa tilts (Reichsbahn-Brücke); šeit izbeidzās pilsētas apbūves rajons. Pēdējās 3 stacijās abās novērošanas dienās ūdens bija ārkārtīgi mērā samaitāts. Šeit abās dienās tam piemita nepatīkama nenoteicama smaka. Caurredzamība tam bija visai niecīga. Ūdenim stipri melngana nokrāsa, kādu ūdeni mēdz radīt dzelzsulfīda klātbūtne.

Šini analīžu seriā nācās atdurties uz lielām grūtībām, kas atkarājās no ārkārtīgi lielās ūdens chlōrsaistām spējas. Izrādījās, ka atsevišķos gadījumos iniciālais chlōrs nebūt nav bijis vajadzīgā daudzumā, tomēr tikai pavisam reti izdevās novērot pilnīgu chlōra redukciju ūdenī. Šini seriā krita acīs sīkstums, ar kuŗu zināmas chlōra paliekas noturas analizē. Ja šādas parādības nebūtu, tad pēc pilnīga aktīva chlōra trūkuma reakcijas beigās varētu vienkārši konstatēt, ka iniciālā chlōra nav bijis diezgan daudz. Bet parasti izdevās minētās chlōra paliekas noteikt ne tikai kvalitatīvi, bet arī kvantitatīvi, lai arī bieži to noteikšanai izgāja tikai dažas n/50, resp. n/100 nātrija tiosulfāta šķīduma kubikcentimetra desmitās daļas. Pēc analizējamā šķīduma ārējā izskata tāpēc nebija iespējams noteikt, vai iniciāla chlōra daudzuma katrā gadījumā pieticis, vai nē. Gluži citādi tas ir ar kalija permangānāta patēriņu, kur analizējamā šķīduma krāsa pēc reaktīvu pielikšanas skaidri rāda, vai jemtais permangānāta daudzums nav bijis par mazu. Tikai lietojot viršanas metodes, ārējais analizējamā šķīduma izskāts norādīja dažas reizes uz to. Katras upes ūdens ir lielākā vai mazākā mērā dzeltenas vai brūnganas krāsas. Sevišķi



5. tabula.

Pregeles upes ūdens chlōrsaistāmspēja un kalija permangānāta patēriņš.

25. VII. 30

	„Jerusalem“	Bastions „Pregel“	Keizara tilts	Zajais tilts	Vec. dz.-ceļa tilts	Jaun. dz.-c. tilts
Froboese	38,6	77,7	107,7	118,5	113,5	113,5
Elmanowitsch's un Zaleski	47,6	92,4	126,8	131,6	129,3	128,9
Nikolai	9,77	16,17	16,34	16,34	16,22	16,28
Bruns's	1,50	1,62	1,67	1,80	1,80	1,74
KMnO <sub>4</sub> patēriņš	80,9	184,3	251,7	282,8	277,8	279,6

31. VII. 30

Froboese	24,0	27,2	30,1	106,1	131,8	129,7
Elmanowitsch's un Zaleski	29,8	34,7	37,8	118,4	133,7	133,6
Nikolai 8,05 mg Cl/200 cm <sup>3</sup>	6,15	6,99	7,66	31,10	39,17	38,04
Nikolai 2,76 mg Cl/200 cm <sup>3</sup>	5,52	6,26	7,32	13,03	13,62	13,28
Bruns's 4,14 mg Cl/l	1,60	1,87	2,03	3,71	4,14	4,14
Bruns's 2,07 mg Cl/l	1,26	1,31	1,32	2,07	2,07	2,07
KMnO <sub>4</sub> patēriņš	44,3	51,0	58,1	277,6	382,6	334,2

intensīvi tā bija izteikta Pregeles ūdenī. Šādu krāsu ūdenī rada vēl samērā ļoti maz pazīstamās humīnvielas. Pēdējo resistance pret oksidētajiem ir ļoti ievērojama. Visos gadījumos, kad chlōra daudzums, salīdzinot ar ūdens netīrumu gradu, nav par mazu, šķīdums pēc 10 minūšu ilgās vārīšanas kļūst bezkrāsains. Humīnvielas tādā gadījumā tiek pilnīgi noārdītas līdzīgā kārtā, kā tas notiek, nosakot kalija permangānāta patēriņu vai pierādot un nosakot mangānu ūdenī pēc Marshall'a ar am-



mōnija persulfātu. Kad iniciālā chlōra visu organisko vielu oksidācijai nepietiek, krāsa paliek, kaut arī vājinātā veidā. Chlōrs vispirms oksidē labilākās, nepastāvīgākās netirumvielas, galvenā kārtā dzīvnieku valsts atkritumvielas, un tikai pēc tam resistentākās augu valsts radītās humīnvielas. Ja chlōra bijis par maz, ūdens krāsa nevar pilnīgi izzust, un šķīdums paliek iedzeltens. Konkrētā gadījumā, kur upes ūdens ar dažām savām īpašībām tuvojas notekūdeņiem, varbūt visnoderīgākā metode būtu bijusi Bach'a un Glāser'a metode chlōra, resp. chlōramina skaitļa noteikšanai notekūdeņos, bet saprotams, ka šādā veidā iegūtie rezultāti nebūtu salīdzināmi ar tiem, ko deva Froboese's un Elmanowitsch'a un Zaleski metode Pregeles tirākās daļās.

5. tabulas skaitļi rāda, ka ir Bruns'a, ir Nikolai metode operē ar aktīva chlōra daudzumiem, kas Pregeles apstākļos bijuši pārāk niecīgi. 25. jūlijā upē ūdens samaitāšana pieauga starp bastionu „Pregel“ un Ķeizara tiltu ļoti strauji, kā to nepārprotami pierāda abas viršanas metodes un kalija permanganāta patēriņš; turpretim pēc Nikolai metodes nebija vairs iespējams šādu netirumu pieaugumu konstatēt — pie Ķeizara tilta noteiktā ūdens chlōrsaistāmspēja bija gandrīz tāda pati, kā nākamās stacijās. Pēc Bruns'a metodes iegūtie dati ved pie secinājuma, kas tieši runā pretim pārējo metožu rezultātiem, proti, ka ūdens Pregelē šinī dienā visur bijis samērā ļoti vienmērīgs un organisko vielu satura ziņā ļoti maz svārstīgs.

Lai pārlicinātos, ka aprakstītā parādībā galvenā kārtā vainojams nesamērīgi mazais iniciālā chlōra daudzums, salīdzinot ar netirumu daudzumu ūdenī, otrā brauciena raudzēs noteica chlōrsaistāmspēju pēc Nikolai un pēc Bruns'a normālā kārtā un bez tam vēl ar lielākiem iniciālā chlōra daudzumiem. Pēdējo Bruns'a metodē palielināju divkārt, Nikolai metodē gandrīz pat trīskārt. Saprotams, ka pēdējie dati nav salīdzināmi ar normālā ceļā iegūtiem rezultātiem, jo palielinot iniciālā chlōra daudzumu, noteikti ir jāpieaug arī ūdens chlōrsaistāmspējai. Šādā veidā iegūtiem datiem ir tikai tā nozīme, ka tie palīdz noskaidrot, vai atsevišķos gadījumos iniciālais chlōrs jemts diezgan lielā daudzumā, vai nē. Paaugstinot iniciālā chlōra daudzumu, kā jau teikts, arvienu varēs novērot zināmu chlōrsaistāmspējas pieaugumu. Kad šis pieaugums pieņem strauju lēcienveidīgu raksturu, tad var droši domāt, ka iepriekšējā normālā daudzumā jemtā chlōra nav pieticis.

Minētais brauciens deva šādu ainu. Nosakot chlōrsaistāmspēju pēc Nikolai ar 2,76 mg iniciālā chlōra 200 cm<sup>3</sup>-os ūdens, pirmās trīs stacijās („Jerusalem“, bastions „Pregel“ un Ķeizara tilts) iegūtie rezultāti ir 5,52, 6,26 un 7,32; ar 8,05 mg iniciālā



chlōra šādā pašā ūdens daudzumā šie skaitļi pieauga līdz 6,15, 6,99 un 7,66. Pieaugums ir, tā tad, samērā neliels un puslīdz vienāds. Turpretim ceturtā stacijā, pie Zaļā tilta, kur spriežot pēc abām viršanas metodēm un kalija permangānāta patēriņa, ūdens bija sevišķi netīrs, ir redzama ievērojama starpība. Pirmā gadījumā, lietojot normālu chlōra daudzumu, ūdens chlōrsaistāmspēja bija 13,03, bet otrā, rīkojoties ar paaugstinātu iniciālā chlōra daudzumu, — 31,10. Pieaugums otrā gadījumā, tā tad, ir milzīgs un skaidri rāda, ka Nikolai metode šeit vairs nav lietojama. Pavairojot iniciālo chlōru, iegūstam ainu, kas ievērojamā mērā tuvojas Froboese's, Elmanowitsch'a un Zaleski un skābekļa patēriņa liknēm. Pirmā gadījumā iniciālā chlōra nav bijis diezgan daudz, lai pietiktu visu ūdens organisko vielu oksidācijai; otrā gadījumā šādā veidā pārtrauktā oksidācija varēja atkal turpināties normālā gaitā, un tas tad arī radīja šādu lēcienveidīgu chlōrsaistāmspējas pieaugumu. Līdzīga, bet ne tik spilgti izteikta parādība novērojama Brunsa metodē.

Arī viršanas metožu lietošanā radās komplikācijas, jo arī šeit dažos gadījumos iniciālā chlōra daudzums bija par mazu. Dažas reizes jau analīzes ārējais izskats — kā jau atzīmēts — norādīja uz to.

Pregeles upes ūdens izmeklēšanā viršanas metodes ne visās vietās bija noderīgas. Kā speciāli Froboese's metodei veltītā darba daļā rādīts, ūdens raudzes ar sevišķi augstu chlōrsaistāmspēju, sākot apmēram ar 80—100 chlōra skaitļiem, vairs nav piemērotas Froboese's skaitļa noteikšanai, jo šādos ūdeņos chlōrsaistāmspēja iznāk zemāka, nekā tas pēc viņu netīrības grāda, resp. organisko vielu daudzuma būtu sagaidāms. Ūdeni ar chlōra skaitli 110 difference starp novēroto un sagaidāmo chlōrsaistāmspēju ir tik ievērojama, ka tālu pārsniedz metodes kļūdas robežu. Tāda pati parādība ir a priori sagaidāma, lietojot Elmanowitsch'a un Zaleski metodi.

Lai pierādītu, ka Pregeles ūdens izmeklēšanā iniciālā chlōra bijis par maz arī Froboese's metodē, noteicu divās 24. jūlijā smeltās raudzēs chlōrsaistāmspēju ar normālo reaktīva daudzumu, tas ir ar 20 cm<sup>3</sup>, un tad vēl ar 25 un 30 cm<sup>3</sup>. Pirmā raudze sastāvēja no samērā tīrā stacijas „Jerusalem“ apkārtne smeltā ūdens, otrā raudze bija jemta pie Zaļā tilta, tā tad netīrumiem ļoti bagātā vietā.

Kā bija sagaidāms, palielinātam iniciālā chlōra daudzumam seko arī chlōrsaistāmspējas pieaugums. Ja aprēķina šo pieaugumu procentos, tad iznāk, ka pirmajā, samērā tīrajā raudzē, palielinot reaktīva daudzumu līdz 30 cm<sup>3</sup>, chlōra skaitlis



pieaug par 4,4%. Turpretim otrajā, ļoti netirajā raudzē šis pieaugums ir 12,1%. Tā tad redzams, ka pēdējā gadījumā normālais reaktīvā daudzums bijis par mazu.

6. tabula.

Froboese's chlōra skaitļa atkarība no lietotā reaktīva daudzuma.

Froboese's reaktīva daudzums cm <sup>3</sup> -os	Froboese's chlōra skaitlis	
	„Jerusalem“	Zajais tilts
20	38,6	118,5
25	39,8	125,4
30	40,3	132,7

Šo iemeslu dēļ Pregeles upes izmeklēšana deva samērā maz abu viršanas metožu salīdzināšanai. Lielākā raudžu daļā chlōra skaitlis ievērojami pārsniedza 100, un iegūtos datus vajadzēja uzskatīt par neprecīziem. Atlikušo raudžu daļā ar samērā tīru ūdeni varēja apstiprināt agrākās serijās konstatēto abu viršanas metožu līdztekus gaitu.

Ievērojot visu sacīto, jāsecina, ka Pregeles upes ūdens izmeklēšanā neviena no visām 4 metodēm nedeva pilnīgi nevainojamus rezultātus. Aukstuma metodes izrādījās pilnīgi nederīgas un arī viršanas metodes netirākajā Pregeles daļā nevarēja vairs pareizi atspoguļot faktisko stāvokli. Tomēr jāievēro, ka tik stipri samaitātu ūdeni kā Pregelē nenākas bieži novērot. Šeit kalija permangānāta patēriņš pārsniedz 380 mg/l (noteikts atšķaidot upes ūdeni attiecībā 1:3 ar destillētu ūdeni). Šāds milzīgs patēriņš ir tikai pavisam reti sastopams upes ūdenī, bet gan ļoti bieži pilsētu notekūdeņos, kuriem Pregeles upes ūdens pilsētas robežās tuvojas arī pēc citām savām īpašībām (smaka, krāsa u. t. t.). Notekūdeņu analizēm, protams, abas viršanas metodes sava pārāk niecīgā iniciālā chlōra dēļ neder. Tomēr, kā jau teikts, Pregelē konstatētais stāvoklis jāuzskata par retu un nenormālu parādību upju izmeklēšanās.

Visas četras metodes salīdzinātas ļoti dažādos apstākļos. No minētiem trim seriju izmeklējumiem var iegūt šādus secinājumus. Bruns'a metode, kā ūdens labvērtības noteikšanas metode, izrādījusies par nederīgu. Iemesli ir puslīdz labi saprotami, tie ir pārāk niecīgais iniciālā chlōra daudzums un pārāk



isais iedarbības laiks. Tās rezultāti bieži nonāk pretrunā ar visām pārējām metodēm, un tāpēc ūdens analizēs tā nebūtu lietojama.

Nikolai metode Palaestra's un Pregeles ūdens izmeklēšanās izrādījās par nederīgu; stacijas „Jerusalem“ ūdeņos turpretim ar to bija iegūti rezultāti, kas vispārējos vilcienos saskan ar abu viršanas metožu datiem. Salīdzinot ar pēdējām, Nikolai metodei ir liela priekšrocība — to var lietot uz vietas. Ūdens higiaina un ķīmija arvienu vairāk cenšas izstrādāt dažādas metodes, kas atļautu izdarīt ūdens analīzi smelšanas vietā. („an Ort und Stelle“, kā to vācu autori mēdz apzīmēt). Sevišķi hidrobiologi cenšas jo plašā veidā izstrādāt šādas ūdens analīzes metodes. Nikolai metode pēc savas būtības ir tāda, kas dod iespēju noteikt ūdens chlōrsaistāmspēju uz vietas bez laboratorijas iekārtas. Tāpēc Rīgā atkārtotju mēģinājumus lietot šo metodi Daugavas ūdens analizēs (51. tabula) blakus Froboese's metodei. Daugavā 1930. gada 4. novembrī smeltās raudzēs Froboese's chlōra skaitlis svārstījās starp 51,0 un 61,1, pēc Nikolai metodes noteikta chlōrsaistāmspēja tikai starp 9,94 un 11,16. Šī serija gaiši rāda, ka arī Nikolai metode, vismaz nemodificētā veidā, ūdens analizēs nevar stāties abu viršanas metožu vietā, jo tā ir pārāk mazjūtīga. Iespējams, ka pagarīnot ievērojamā mērā iedarbības laiku, kā arī stipri palielinot iniciālā chlōra daudzumu, izdotos izstrādāt šīs metodes modifikāciju, kas noderētu chlōrsaistāmspējas noteikšanai uz vietas.

Par abām viršanas metodēm jāsaka, ka tās dod ļoti labi saskanīgus rezultātus. Nevienai no tām nav nekādas sevišķas priekšrocības vienai pret otru. Pregeles upes ūdens izmeklēšanā ievēroju abu reaktīvu ēkvivalenci, un šeit tad krita acīs, ka Elmanowitsch'a un Zaleski chlōra skaitlis ir apmēram par ceturtdaļu lielāks nekā Froboese's skaitlis. Citādas atšķirības nevarēja konstatēt. Aiz šiem iemesliem tālākos pētījumos lietota tikai viena metode, un proti, Froboese's. Tā izraudzīta kā vienkāršāk izpildāmā. Froboese's reaktīvu pagatavojot, iespējams lietot sevišķi tīras izejvielas, kas stipri palielina tā pastāvību. Bez tam pēdējā metode ir nesalīdzināmi biežāki lietota nekā Elmanowitsch'a un Zaleski.

### 3. Ārējo faktoru ietekme uz Froboese's chlōrsaistāmspējas noteikšanu.

Par Bruns'a un Nikolai metodi jau agrāk zināja, ka to rezultātus ievērojamā mērā ietekmē tādi faktori, kā iniciāla chlōra daudzums, temperatūra, gaisma. Turpretim par



šādu faktoru ietekmi uz Froboese's metodi līdz šim maz kas bija zināms. Bet cik liela nozīme ir pareizai aktīvā chlōra koncentrācijai reaktīvā, bija redzams Palaestra's baseina ūdens izmeklējumos, kur šo apstākli neievērojot, radās stipras svārstības, kas attiecīgā vietā apskatītas sīkāk. Lai vēl vienu reizi pārbaudītu iniciālā chlōra koncentrācijas nozīmi, noteicu destillētā un Rīgas pilsētas kanāļa ūdenī Froboese's chlōra skaitli vispirms lege artīs un tad ar 19 un 18 cm<sup>3</sup> reaktīva. Iztrūkstošo kubikcentimetru vietā bija jemts destillēts ūdens, lai izlidzinātu visu analīžu tilpumus un līdz ar to panāktu, ka tās uzvārās vienā un tanī pašā laikā.

7. tabula.

Reaktīva hipochlōrītu koncentrācijas ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Reaktīvs cm <sup>3</sup> -os	Froboese's chlōra skaitlis	
	Destillēts ūdens	Kanāļa ūdens
20	2,1	27,2
19	2,1	26,1
18	1,6	25,9

Tabula rāda, ka samazinot iniciāla chlōra daudzumu, samazinās arī chlōra skaitlis, pie kam destillētā ūdenī šī samazināšanās notiek mazākā mērā nekā kanālā ūdenī. Šo pašu parādību labi illūstrē arī 6. tabula.

Kādas ārkārtīgas kļūdas var rasties, lietojot stipri nepatīstīgus šķīdumus, jo spilgti rāda 8. tabula. Tur attēloti mēģinājumi noskaidrot nātrija chlōrīda ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli. Šos mēģinājumus ar Karaļauču ūdensvada ūdeni atkārtotju divi reizes — priekš un pēc pusdienas. Abas serijas liecināja, ka palielinot nātrija chlōrīda koncentrāciju, pieaug arī chlōra skaitlis. Tomēr par šīs sāls ietekmi uz chlōra skaitli nevar būt runas, jo abās serijās absolūtie chlōra skaitļi nebija vis vienādi, bet gan tie pēc pusdienas joprojām pieauga. Šādu parādību var izskaidrot tikai ļoti strauja hipochlōrītu koncentrācijas krišana reaktīvā, kas pilnā mērā apstiprinājās, pārbaudot pēc darbu nobeigšanas titru.

Interpolācijas ceļā aprēķināju šķietamo hipochlōrītu šķīduma titru, kāds tas varēja būt katras atsevišķas analīzes izdarīšanas laikā; un tad, pamatojoties uz to, noteicu arī šķietamo chlōra



skaitli. Aprēķinu rezultāti ievietoti tabulas 4. ailā. Šie skaitļi rāda, ka patiesībā natrija chlōrīds Froboese's chlōra skaitli neietekmē. Novērotās diezgan lielās svārstības varbūt izskaidro hipochlōritu šķīduma nevienmērīgā sadalīšanās, jo varbūt tā istenībā nenotiek tik rēgulāri, kā tas prēsūmēts interpolācijas aprēķinos. Šāda rapida reaktīva sadalīšanās norāda, ka nepieciešami piegriezt ļoti lielu uzmanību Froboese's reaktīva pagatavošanai. Konkrētā gadījumā reaktīvs bija pagatavots no kādā lielā Karaļauču ķīmikāliju noliktavā pasūtīnāta Javelle'a sārma, atšķaidot to ar destillētu ūdeni un palielinot tā sārma saturu, kā to ieteicis pats Froboese. Tomēr piedzīvojumi rādīja, ka šādā ceļā neizdevās pagatavot reaktīvus ar kaut cik konstantu hipochlōritu titru. Jādōmā, ka šeit bija vainojami dažādi Javelle'a sārmm piejaukti piemaisījumi.

8. tabula.

Froboese's reaktīva ietekme uz chlōra skaitli.

NaOCl titrs: pl. 9 20 cm <sup>3</sup> NaOCl = 18,80 cm <sup>3</sup> Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> pl. 20 20 cm <sup>3</sup> NaOCl = 17,92 cm <sup>3</sup> Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			
Izmeklēšanas laiks	Na Cl mg/l	Noteiktie chlōra skaitļi	Interpolētie chlōra skaitļi
10—13 <sup>h</sup>	0	8,8	8,8
	10	9,5	9,0
	25	9,5	8,6
	100	10,6	9,0
16—19 <sup>h</sup>	0	12,2	8,8
	10	13,5	9,5
	25	14,3	9,5
	100	14,7	10,6

Visdrošāki ir pagatavot Froboese's reaktīvu no pašpagatavotas chlōrgāzes, resp. chlōrūdens. Pēdējās iegūšana ir sevišķi ērta pēc Schmidt'a (1919) no tīra kalija bichrōmāta un sālsskābes. Puslitra lielā apaļkolbā ar 120 cm<sup>3</sup> kūpošas sālsskābes ieber 20 g sasmalcināta kalija bichrōmāta un uz-



manīgi silda. Attīstīto gāzi novada pa 3 Drechsel'a pudelēm ar ūdeni divos puslitra lielos mērcilindros ar destillētu ūdeni. Pēdējais pārvēršas chlōrūdenī un ir apmēram 3—4 reizes stiprāks nekā aktīvā chlōra koncentrācija Froboese's reaktīvā. Pagatavoto chlōrūdeni atšķaida ar destillētu ūdeni līdz vajadzīgai koncentrācijai, tanī pašā laikā norēgulējot ar 10% kalija hidroksīdu viņa sārma saturu. Šādā veidā pagatavotais reaktīvs ir daudz pastāvīgāks; kaut gan arī šeit novērojama pakāpieniska hipochlōrītu titra samazināšanās, tomēr tā ir tik niecīga, ka vismaz vienas dienas laikā var uzskatīt Froboese's reaktīva koncentrāciju par pilnīgu konstantu.

Natrija tiosulfāta šķīduma titru noteicu pēc Treadwell'a (1911) pajēmiena pret kaliju bichrōmātu. Lietoju apmēram 10—15 dienas stāvējušus šķīdumus, kas savu titru ļoti labi patur.

Mēģināju kā indikatoru Froboese's metodē lietot arī alfa-naftoflavonu. Tomēr, līdzīgi Barth'am (1930), neatradu nekādas priekšrocības, salīdzinot ar parasto stērķeļu šķīdumu. Titrācijas gala punktu pēdējais indikators norāda pat daudz asāki nekā alfa-naftoflavons.

Vēl jāatzīmē, ka gandrīz visas titrācijas tika drošības dēļ atkārtotas vismaz 2 reizes. Ja paralēlos mēģinājumos rezultāti stiprāki svārstījās, analīzes atkārtotju līdz 5 reizēm. Tas bija sevišķi nepieciešami tādās serijās, kur svārstības gandrīz aizvienu tālu pārsniedza kļūdas robežu (piemēram nītrītiem bagātos ūdeņos).

Blakus aktīvā chlōrā koncentrācijas ietekmei uz Froboese's chlōra skaitli, pārbaudīta vēl viršanas ilguma ietekme. Protams, nav grūti ievērot noteiktu priekšā rakstītu laiku, tas izpildāms ļoti viegli. Tāpat katru gāzes degli ar aizgriezni var norēgulēt tā, ka 120 cm<sup>3</sup> šķīduma uzvārās tieši 5 minūtēs. Launākais ir tas, ka gāzes spiediens tiklā svārstās ievērojamos apmēros. Saprotams, ka palielinoties spiedienam tiklā — kā to labi var novērot pēc pl. 6 vakarā — saīsinās analīzes uzvārīšanās laiks, tāpat pati viršana norisinās enerģiskāki. Šados apstākļos sagaidāms Froboese's chlōra skaitļa pieaugums. Mākslīgi variēt gāzes spiedienu vismaz kvantitatīvos apmēros ir parastos apstākļos grūti izdarāma lieta. Tāpēc viršanas intensitātes nozīmī mēģināju noskaidrot, vienkārši variējot viršanas ilgumu. Rezultāti atzīmēti 9. tabulā.

Viršanas ilguma ietekme kanāļa ūdenī nepārprotami saredzama. Tāpēc ļoti svarīga lieta ir ieturēt pareizo viršanas laiku. Tā kā no gāzes spiediena svārstībām nevar izsargāties, tad varbūt vislabākā izeja būtu, noteicot ūdens chlōrsaistāmspēju



pēc Froboese's, lietojot nevis gāzes liesmu, bet gan elektriskās viršanas plātes, ko daži autori ieteikuši kalija permanganāta patēriņa noteikšanai.

9. tabula.

Viršanas ilguma ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Laiks	Froboese's chlōra skaitlis	
	Destillēts ūdens	Kaņāja ūdens
17 <sup>m</sup>	2,0	28,1
15 <sup>m</sup>	1,4	27,2
13 <sup>m</sup>	1,4	25,4

Kā jau minēts, arī no ļoti tīrām izejvielām pagatavotais Froboese's reaktīvs pamazām sadalās. Pieliekot koncentrētu chlōrūdeni, izdodas reaktīva aktīvā chlōra saturu pacelt līdz agrākajam līmenim, tomēr tanī pašā laikā pamazinās arī tā alkalitāte. Pagatavot ļoti precīzu Froboese's reaktīvu, kuŗa hipochlōrītu saturs būtu uz mata n/50, bet alkalitāte n/10, ir diezgan complicēta lieta, jo tas prasa veselu rindu titrāciju. Lieta kļūtu daudz vienkāršāka, ja būtu nepieciešami noteikti ievērot tikai vienu no titriem. Kā iepriekšējie mēģinājumi rādīja, hipochlōrītu saturam jābūt precīzākam, tāpēc nekādas svārstības šeit nav pieļaujamas. Turpretim atklāts paliek jautājums par reaktīva alkalitāti. Ja nelielas alkalitātes svārstības chlōra skaitli neietekmētu, tad Froboese's reaktīva pagatavošana, kā no jaunā izejmateriāla, tā arī no vecā, ilgāku laiku stāvējūšā, būtu daudz vienkāršāka. Lai pārbaudītu šī faktora ietekmi, atsevišķām raudzēm pieliku pa 5 cm<sup>3</sup> n/10 sāļsskābes un n/10 natrija hidroksīda. Lai šādos apstākļos iegūtos rezultātus varētu salīdzināt ar izejraudžu chlōrsaistāmpēju, tad izejraudžu tilpumu arī palielināju par 5 cm<sup>3</sup>, pieliekot analizēm klāt pa 2,5 cm<sup>3</sup> n/10 skābes un sārma. Rezultāti sakopoti 10. tabulā.

No tabulas skaitļiem redzams, ka diezgan plašos apmēros izdarītā alkalitātes variēšana nav spējusi chlōra skaitli ietekmēt. Šis apstāklis tā tad stiprā mērā atvieglo reaktīva pagatavošanu. Protams, ieteicams pēc iespējas tuvu pienākt decīnormālai sārma koncentrācijai, bet nav nozīmes censties to tiešām arī sasniegt.



Starp ārējiem faktoriem, kam aukstuma metodēs bijusi diezgan ievērojama loma, jāmin gaisma un temperatūra. Par temperatūru ir zināms, ka chlōra saistīšana notiek jo plašākos apmēros, jo siltāks ir izmeklējamais ūdens. Šim apstāklim ir diezgan liela nozīme ūdensvadu praksē. Ne reti bijuši tādi gadījumi, ka ziemā, temperatūrai spēji kritot, ūdens tiek piepeši pārchlōrēts, jo tad arī ūdens chlōrsaistāmspēja mazinās un ūdensvada tīklā viegli nokļūst aktīvais nesaistītais chlōrs. Froboese's metodē turpretim chlōrs oksidē galvenā kārtā viršanas temperatūrā, tāpēc šeit nebija sagaidāma kaut cik ievērojama pirmatnējās ūdens temperatūras ietekme uz chlōra skaitli. Tā arī izrādījās. Vienā un tanī pašā ūdens raudzē chlōra skaitlis 22° siltumā bija 31,1, bet atdzesējot līdz 3° — 31,2. Tāpat nebija pierādāma gaismas ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

10. tabula.

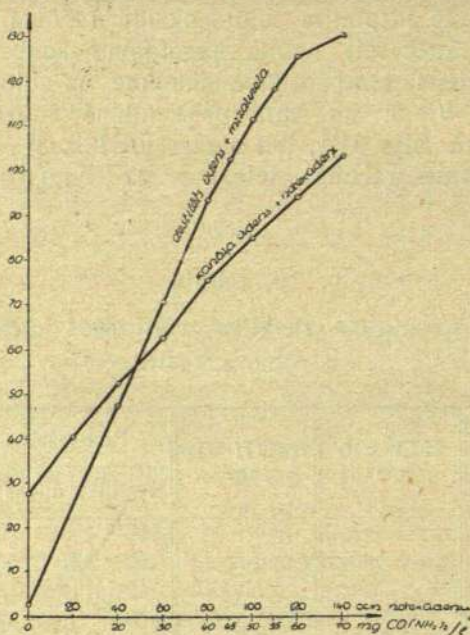
Froboese's reaktīva alkalitātes ietekme uz chlōra skaitli.

Froboese's reaktīvs cm <sup>3</sup>	H Cl n/10 cm <sup>3</sup>	Na OH n/10 cm <sup>3</sup>	Froboese's chlōra skaitlis	
			Destillēts ūdens	Kanāja ūdens
20	5	—	2,3	15,6
20	—	5	2,3	15,6
20	2,5	2,5	2,2	15,6

Pregēles upes ūdens izmeklēšana rādīja, ka jānosprauž zināma robeža, līdz kurai drikst Froboese's chlōra skaitli noteikt. Jau Olszewski's Ohlmüller'a un Spitta's rokas grāmatā (1931), pamatojoties uz Egger'a (1928) datiem, kā augšējo Froboese's chlōra skaitļa robežu atzīst 100. Šo atzinumu eksperimentāli pārbaudīju ar mīzālvielas šķīdumu destilētā ūdenī, kā arī Rīgas pilsētas kanāja ūdens maisījumos ar notekūdeņiem. Mīzālviela, kā to pierādīja Keiser's (1926) u. c., sevišķi stiprā mērā paaugstina ūdens chlōrsaistāmspēju. Jēmu šķīdumus ar nulles līdz 70 mg mīzālvielas saturu litrā un noteicu viņu chlōrsaistāmspēju. Rezultāti sakopoti 11. tabulā un attēloti grafiski (1. attēls).



1. attēlā skaidri redzams, ka chlōrsaistāmspējas likne ir sākumā taisne. Tas nozīmē, ka chlōrsaistāmspējas pieaugums atkarībā no mīzālvielas daudzuma šeit ir vienmērīgs. Starp 93,5 un 102,5 taisne novēršas no sava virziena un sāk tuvoties abscisu asij. Katrā tālākā novērošanas punktā šī novēršanās top lielāka un līdz ar to arī atšķirība starp noteicamo un paredzamo chlōra skaitli. Kā redzams, ūdeņos ar chlōra skaitli 110



1. attēls. Froboese's chlōra skaitļa pieaugums atkarībā no organisko vielu daudzuma ūdenī.

un vairāk atkāpšanās no citādi ļoti vienmērīgā chlōra skaitļa pieauguma ir sasniegusi tik lielus apmērus, ka tieši salīdzinājumi ar tīrākiem ūdeņiem nav iespējami. Bet arī starp chlōra skaitļiem 102,5 un 111,3 novirzīšanās ir ļoti ievērojama, un arī šādi ūdeņi vairs nav piemēroti salīdzināšanai ar ūdeņiem, kam ir zemāki chlōra skaitļi.

Bez tam šāds mēģinājums chlōra skaitļa augšējā vienmērīgā pieauguma robežas nospraušānai atkārtots Rīgas pilsētas kanāla ūdens maisījumos ar pilsētas notekūdeņiem. Rezultāti tāpat ievietoti 11. tabulā un 1. attēlā. Šinī gadījumā vien-



mēriġais chlōra skaitļa pieaugums izbeidzās jau agrāki, apmēram starp 75 un 80 chlōra skaitļiem; pati novirzīšanās ir vēl šini posmā samērā neliela. Tāpēc ir labāki par robežu nepieņemot vis 100, bet gan 75—80, un ūdeņi ar augstāku chlōra skaitli ir jāanalizē vai nu pēc Bach'a un Gläser'a (1927), vai — kā to ieteicis Olszewski's — jāatšķaida ar destillētu ūdeni. Protams, stingri jāpatur prātā, ka šādā veidā iegūtie

11. tabula.

Mīzālvielas un notekūdeņu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

CO (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> mg/l destillētā ūdenī	Froboese's chlōra skaitlis	Notekūdens cm <sup>3</sup> /l kanāja ūdenī	Froboese's chlōra skaitlis
0	2,7	0	27,6
20	47,3	20	40,6
30	70,7	40	52,2
40	93,5	60	63,7
45	102,5	80	75,4
50	111,3	100	85,0
55	118,3	120	94,5
60	125,6	140	103,0
70	130,2		

rezultāti nav salīdzināmi ar Froboese's chlōra skaitli. Kā Egger's (1928) pierādījis, lielā starpība, kas pastāv starp Bach'a un Gläser'a chlōramina un Froboese's chlōra skaitli, atkarīga ne tikai no aktīva chlōra koncentrācijas (n/10 un n/50 šķīdumi), bet arī no tā apstākļa, ka chlōramins pats par sevi savādāki oksidē dažādas organiskas vielas nekā brīvais chlōrs vai hipochlōriti. Kā jau minēts, Olszewski's ieteica atšķaidīt sevišķi netirus ūdeņus ar destillētu ūdeni un tad noteikt



maisījumā Froboese's chlōra skaitli. Tomēr pats Egger's norāda, ka tas būtu iespējams tikai tad, ja visi vienotos stingri ievērot vienu un to pašu atšķaidīšanas gradu.

Ši iemesla dēļ šeit neder pajēmiens, ko plaši lieto kalija permangānāta patēriņa noteikšanai notekūdeņos un ļoti netīros ūdeņos: proti, atšķaidīt jemamo raudzi ad libitum. Pēdējā laikā daži autori cēluši pret šādu kalija permangānāta noteikšanas veidu iebildumus (sevišķi Reinhold's 1929), norādīdami, ka variējot atšķaidīšanas gradu un reaktīva koncentrāciju, nav iespējams iegūt salīdzināmus rezultātus. Daži autori mēģinājuši izstrādāt arī formulas dažādu faktoru korekcijai. Dažās formulās pat mēģina aprēķināt lietotās sērskābes ietekmi uz permangānāta patēriņu. Viskomplicētākās ir gan Deutchland'a (1917) un Reinhold'a (1929) formulas.

12. tabula.

Aktīvā chlōra atlieku sīkstums Froboese's metodē.

Froboese's šķīdums cm <sup>3</sup>	Redūcētais chlōra daudzums mg/l
20,0	23,2
3,28	14,1
3,0	13,8
2,5	12,6
2,0	11,6
1,5	> 10,6

Tāpēc ir vislabāki atsacīties no Froboese's chlōra skaitļa noteikšanas sevišķi netīros ūdeņos, kuŗos tas sasniedz 80. Šādi ūdeņi, ja neievēro dažādus notekūdeņus, dabiski tikai reti sastopami. Tomēr tie nav arī izslēgti, kā to pierādīja Pregeles upes izmeklēšana.

Sakarā ar chlōra skaitļa noteikšanas robežu, jāatzīmē vēl šāda parādība. Teorētiski iespējamais chlōra skaitļa maksimums



ir 141, 8, (aprēķinot pēc Froboese's  $20 \times 0,709 \times 10$ ), bet jau ar 100 tas sāk relatīvi samazināties. Tā pieaugums, salīdzinot ar to vielu koncentrācijas pieaugumu, kuņas palielina ūdens chlōrsaistāmspēju, paliek arvienu mazāks, kā to spilgti rāda 1. attēls. Jo mazāk aktivā chlōra paliek pāri analizē, jo grūtāki tas ļaujas reducēties. Šo parādību labi illūstrē vēl šāds mēģinājums. Pregeles upes ūdens raudzei ar chlōra skaitli 23,2 pielikts tāds daudzums aktīva chlōra, kas bija ekvivalents normālas analīzes gaitā saistītam chlōram (tas ir  $3,28 \text{ cm}^3$ ). Izrādījās, ka ļoti ievērojama daļa pieliktā chlōra palika nereducēta. Tad ņemamo chlōra daudzumu pakāpieniski (pavisam 4 reizes) samazināja, līdz kāmēr sasniedza pilnīgu viņa redukciju. Pēc atsevišķos gadījumos reducētā chlōra daudzuma aprēķināja, cik chlōra dotos apstākļos bija saistījis 1 l upes ūdens. Rezultāti sakopoti 12. tabulā.

Kā jau agrāki atzīmēts, nosakot kalija permangānāta patēriņu, pats ārējais analizējamā šķidrums izskats rāda, vai permangānāts ņemts vajadzīgā daudzumā, vai nē. Šeit tādu ārēju pieturas punktu nav. Vienīgais līdzeklis, kā izsargāties no šāda veida kļūdas, ir stingri ievērot maksimālo chlōra skaitļa robežu un nesalīdzināt pārāk netrus ūdeņus (kur chlōra skaitlis ir virs 80) ar tīrākajiem.

#### 4. Neorganisko iōnu ietekme uz Froboese's chlōrsaistāmspējas noteikšanu.

Kāmēr svarīgāko organisko grupu pārstāvju ietekme uz ūdens chlōrsaistāmspēju galvenos vilcienos ir noskaidrota (Wette 1928, Besemann's 1928, Barth's 1930 un citi), tikmēr par neorganisko ūdens sastāvdaļu ietekmi ir vēl samērā ļoti nedaudzi un turklāt ne reti pretrunīgi pētījumi. Ja pat vēl 1931. gadā Olszewski's, apskatot pazīstamajā Ohlmüller'a un Spitta's ūdens izmeklēšanas rokas grāmatā dažādās ūdens chlōrsaistāmspējas metodes, raksta: „Cik tālu neitrālas sāļis ietekmē visas noteikšanas (t. i. viņa chlōra skaitļa, prasības un patēriņa noteikšanu) vēl nav noteikti zināms (steht noch nicht fest)“. Atsevišķie šiem jautājumiem veltītie darbi bez tam apskata tikai ļoti nedaudzas ūdenī sastopamās sastāvdaļas. Sistematiski šis jautājums vēl nebija izpētīts.

Kīmiski tīrs ūdens dabā nav sastopams. Pat ūdens tvaikiem kondensējoties atmosfērā par meteōrūdeni, pēdējais uzņem ļoti dažādus piemaisījumus. Tur vispirms izšķīst atmosfēras gāzes mainīgos daudzumos, bet tomēr arvienu. Otrkārt, tam rēgulāri piemaisīts amonjaks, slāpekļa paskābe un skābe. Ļoti bieži tiem pievienojas vēl klāt sērskābe un chlōrīdi. Rūpniecību rajonos izšķīdināto vielu dažādība, kā arī to daudzums var



pieaugt jo plašos apmēros. Bez tam meteōrūdens uzņem vēl korpuskulārus piemaisījumus, kas ūdenī neizšķīst, kā piem. dažādas dabas un lieluma putekļus un visdažādākos mikroorganismus. Vēl daudz vairāk piemaisījumu meteōrūdens uzņem, nonākot līdz zemes virsmai. Daļa ūdens atkai izgaro, daļa ieplūst dažādās atklātās ūdens tvertnēs, bet daļa iesūcas zemē. Zemes virsmā ūdenim parasti piejauca dažādas organiskas vielas, gan kā dzīvās dabas dēkompozīcijas produkti, gan kā visdažādākie cilvēka darbības un sadzīves atkritumi. Ne reti līdz ar šādām vielām ūdenim var piejaukties visdažādākie patogenie mikroorganismi, tāpēc modernā higiaina arvienu centusies izstrādāt dažādas metodes šādu atkritumvielu pārstrādāšanai un pārvēršanai cilvēka dzīvībai un veselībai nekaitīgā stāvoklī. Kad nav jāskopojas ar naudas līdzekļiem, kas pēcķaņa gados tomēr ir samērā reta parādība, modernā higiaina spēj šādus uzdevumus veikt ļoti sekmīgi, bet arī tādos gadījumos arvienu zināms organisko vielu daudzums nokļūst ūdenī un vēlāk arī zemē. Kā ūdenī, tā arī zemē parasti norisinās minerālīzācijas prōcesi. Organisko vielu ogleklis sadeg par oglekļa dioksīdu, kas ļoti labi šķīst ūdenī, slāpekļa vielas galu galā dod slāpekļskābi, organiskais sērs un fōsfors pārvēršas ortofōsfor-, resp. sērskābē u. t. t.

Plūzdams caur zemes slāņiem, ūdens ar izšķīdušā oglekļa dioksīda palīdzību šķīdina un uzņem sevī dažādas zemes garozas sastāvdaļas. Tā kā zemes garozas sastāvs ir ļoti dažāds, tad arī ūdenim zemes dziļumos var būt piejaukti visdažādākie savienojumi. Būdami vājā koncentrācijā, šie savienojumi, resp. sāļi ūdenī atrodas galvenā kārtā disociētā veidā kā iōni, un taisni šie pēdējie piešķir ūdenim vienu vai otru īpašību. Kādus iōnus ūdens uzņem, atkaras no tiem zemes slāņiem, caur kuriem tas ir izsūcies cauri un kuri dažādās zemes lodes vietās var būt ļoti dažādi. Tā kā absolūti nešķīstošu minerālu nav, tad teōrētiski ūdenī var sagaidīt gandrīz visus virs zemes pazīstamos elementus, protams, ne visus reizē vienā vietā un laikā. Ir zināmi daži minerālūdeņu avoti, kur ietilpst līdz 45 dažādi iōni. Atsevišķi elementi, kā litījs un arsēns, sastopami samērā nedaudzās vietās, un ūdenī, kuņos tie atrodami, uzskatāmi par vērtīgiem minerālūdeņiem. Daudz citu elementu sastopami tik niecīgos daudzumos, ka tiem praktiski nav ne mazākās nozīmes. Par izņēmumu pēdējā grupā jāuzskata jōdiōni, kam higiaina piešķir arvienu lielāku nozīmi, kaut gan parasti to saturs ūdenī ir gluži niecīgs. Ja neņem vērā dažādus minerālūdeņus, tad kaut cik lielākos apmēros dabiskos ūdeņos var sastapt šādus iōnus. No katīoniem — natrija, kalija, kalcija, magnēzija, ferri-, ferro-, mangāno-, alumīnija un ammōnija iōnus, no anīoniem chlōra, sulfāt-, nitrit-, nitrāt-, bikarbonāt-, sulfid- un fōsfātiōnus. Tad būtu vēl



minama nedisociēta kramskābe, no gāzēm skābeklis, oglekļa dioksīds un sērūdeņradis. Parastās ūdens analizēs nosaka tikai šos ionus un viņu savienojumus, un tikai no tiem vien, resp. no viņu dažādām kombinācijām ir arī sagaidāma kāda ietekme uz ūdens chlōrsaistāmspēju.

Šim jautājumam veltītos pētījumos izvēlējos dažādas sāļi, kurās ietilpst minētie iōni. Lai nodrošinātos no nejaušības, ka atsevišķās sāļi abiem iōniem piemistu chlōrsaistāmspējai antagonistiskas īpašības, kā piemēram, ka viens iōns samazinātu chlōrsaistāmspēju par tik, par cik otrs to paaugstina, — tad mēģinājumus ar atsevišķiem iōniem pēc iespējas atkārtēju divi kombinācijās. Izvēlētās sāļi bija šādas:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnCl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MnSO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 18\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaNO}_2$ ,  $\text{KNO}_2$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  un  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .

$\text{CO}_2$  un  $\text{H}_2\text{S}$  ieguvu no marmora un pirita ar sālsskābes palīdzību. Minētās sāļi bija izmeklētas pēc iespējas augstākas kvalitātes, lielākā daļa bija pro analysi prēparāti. Dažiem no izmēģinātiem prēparātiem ( $\text{MgCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KFe}(\text{SO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ) bija piemaisījumi (sevišķi ammōnijs), un tie deva nepareizus rezultātus. Tikai paralēli mēģinājumi ar citām sāļīm ( $\text{MgSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 9\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 + 12\text{H}_2\text{O}$ ) deva iespēju šādus gadījumus pareizi novērtēt.

No minētām sāļīm pagatavoju koncentrētus pamatšķidumus; tos tālāk atšķaidot, ieguvu šķidumus ar vēlamo koncentrāciju. Šais atšķaidījumos parasti bija pārsniegta koncentrācija, kādā atsevišķie iōni sastopami dabā. Atšķaidīšanu izdarīju pārlejot vien-, resp. puslitra mērkolbās aprēķināto pamatšķiduma daudzumu un uzpildot kolbu līdz iedaļai ar ūdeni.

Kā atšķaidītājus lietoju no vienas puses destillētu ūdeni, no otras puses Rīgas pilsētas kanāļa ūdeni, jō izrādījās, ka viena iōna (Mn) ietekme uz ūdens chlōrsaistāmspēju ir stiprā mērā atkarīga no ūdens organisko vielu satura. Rīgas pilsētas kanāļa ūdens reprēzentē stipri netīru ūdeni, bet tur notekūdens tieši nieieplūst. Tikai stipra lietus laikā kanāli caur vairākām pārgāzēm ieplūst stipri netīrs ūdens. Ūdens sastāvs var stipri mainīties; pastāvot Daugavā augstam ūdens līmenim, kanāli ieplūst svaigs upes ūdens un to izskalo. Lietojot atšķaidīšanai kanāļa ūdeni, to katru reizi iepriekš nofiltrēju. Kanāļa ūdens pēc savas dabas ir stipri duļķains, tāpat stāvot tas ļoti ātri izdala atkal nogulsnes. Arī rūpīgi pudeli sakratot, nevarēja būt garantijas, ka šādas duļķes, resp. nogulsnes sadalītos vienmērīgi pa visām vienas un tās pašas serijas mērkolbām.



Šādā darba veidā vēl bija jāpārbauda, kādā mērā pamatšķiduma destillētais ūdens pamazina kanāļa ūdenī chlōrsaistāmspēju. Tāpēc noteicu chlōrsaistāmspēju dažādos kanāļa un destillēta ūdens maisījumos.

13. tabula.

Froboese's chlōra skaitlis Rīgas pilsētas kanāļa un destillēta ūdens maisījumos.

Kanāļa ūdens %	Destillēts ūdens %	Froboese's chlōra skaitlis
100	0	44,6
95	5	43,6
90	10	40,9
0	100	2,1

10% destillētā ūdens piejaukums ievērojami samazina chlōra skaitli, tomēr tik stiprā mērā atšķaidīt kanāļa ūdeni nācās tikai retos gadījumos.

Tālāk zināmu chlōrsaistāmspējas ietekmēšanu varēja sagaidīt no nogulsnēm, kas rodas nogulsnējoties analizējamā šķidrumā veselai rindai katiōnu pēc Froboese's reaktīva pielikšanas. Nogulšņu masa pieaug līdz ar jemto iōnu koncentrāciju. Šādos gadījumos bieži izliekas, ka viršanas process norisinās jo straujāki, jo lielākas un volūminozākas ir izkritušās nogulsnes. Lai pārbaudītu šāda faktora ēventuālo ietekmi, 2 paralēlos mēģinājumos noteicu chlōra skaitli destillētā ūdenī, vispirms parastā kārtā un tad pēc 1 g tīru, platīna kausent izkarsētu jūras smilšu piebēršanas. Otrā gadījumā viršanas process norisinājās sevišķi enerģiski, tomēr chlōra skaitlis bija abos gadījumos viens un tas pats — 1,8.

Katru seriju ar neorganisku iōnu piejaukumu apstrādāju vienā laidā. Tādā veidā bija garantēts, ka atšķaidīšanai lietotā ūdens chlōrsaistāmspēja ir visā serijā viena un tā pati. Sevišķi uzglabātā kanāļa ūdenī norisinās tik daudz prōcesu, ka viņa chlōrsaistāmspēja mainās ar katru dienu, un arī lietoto reaktīvu koncentrācija, kā minēts citā vietā, nav gluži pastāvīga.



Parasti pamatšķidumu un bieži arī galīgo šķidumu koncentrāciju pārbaudīju ar svāra analīzi, pie kam noteikšanas veidi bija šādi:

sulfātiōni	noteikti kā $BaSO_4$
kalcija iōni	" " $CaSO_4$ un $CaO$
magnēzija un fōsfātiōni	" " $Mg_2P_2O_7$
ferro- un ferriiōni	" " $Fe_2O_3$
mangānoiōni	" " $MnSO_4$
aluminija iōni	" " $Al_2O_3$
kramskābe	" " $SiO_2$

Ammōnija iōni noteikti, pārdestillējot un uztvepot tos tīrētā skābē.

Ar tilpuma analīzi noteicu

oglekļa dioksīdu acidimetriski pēc Tillmans'a u. Heublein'a	
bikarbonātiōnus	" " Grūnhut'a
nitritiōnus jōdometriski	" Trommsdorff'a
sulfidiōnus	" Dupasquier-Fresenius'a
skābekli	" Winkler'a
chlōriōnus sedimentriski	" Mohr'a.

Nitrātiōnu noteikšanu izdarīju gāzovolūmetriski pēc Schulze-Tiemann'a, reducējot tos ar kādu ferrosāli par NO.

Kaut gan pēdējā metode nav higiainā sevišķi populāra, tomēr arī šeit gribēt's uzsvērt tās lielo precīzītāti. Tā pēc šīs metodes 50 mg vietā atradu 50,43 mg, bet 15 mg vietā 14,95 mg. Dažu autoru aizrādījums, ka tā ir pārāk komplicēta, lai būtu lietojama higiainas laborātorijās, nav pamatots. Precīzītātes ziņā tā katrā ziņā pārsniedz pārējās parasti lietotās metodes. Vienīgā neērtība ir tā, ka jāietvaicē lielāks izmeklējamā ūdens daudzums, ja nitrātu izmeklējamā ūdenī nav daudz. Pārējās kontroles analīzes nevar modināt sevišķu interesi.

Svāra analīzes izdarīju, pieturoties galvenā kārtā pie Treadwell'a (1911) analītiskās ķīmijas mācības grāmatas, bet tilpumanalīzes pēc Ohlmüller'a un Spitta's (1931) ūdens higiainas rokas grāmatas.



## I. K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

Kā izejvielas saviem pētījumiem par neorganisko ionu ietekmi uz ūdens chlōrsaistāmspēju izvēlējās NaCl, KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+10H<sub>2</sub>O un K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, jo tie ir savienojumi, no kuņiem vismazāk sagaidāmas kādas reakcijas ar aktīvu chlōru, resp. hipochlōrītiem.

Norādījumi par chlōriõnu ietekmi uz ūdens chlōrsaistāmspēju ir ļoti trūcīgi un turklāt vēl pretrunīgi. Pēc Meadow'a un Hale (referēts pēc Bacha 1929) ūdeņi ar augstu chlōridu saturu izlieto nesalīdzināmi vairāk chlōra. Turpretim pēc Bauer'a, Noziczka's un Stüber'a (1928) brīvais chlōrs nereaģē ar ūdens chlōriidiem. Tāpat Pecker's atzīmē, ka chlōriidi (jēmti kalcijs chlōrida veidā) chlōrsaistāmspēju neietekmē (1918).

Natrija un kalija chlōridu šķīdumi augošā koncentrācijā deva šādus rezultātus, kas sakopoti 14. tabulā. Šķīdumu koncentrācija atzīmēta pēc chlōriõnu satura.

14. tabula.

Chlōriõnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Cl <sup>-</sup> mg/l	Na Cl		K Cl	
	Destillēts ūd.	Kanāja ūdens	Destillēts ūd.	Kanāja ūdens
0	2,2	51,3	2,3	55,6
10	2,2	51,2	2,2	55,5
100	2,0	51,6	2,6	55,6
1000	2,5	51,5	2,6	56,6

Iegūtie skaitļi rāda, ka nedz destillētā, nedz kanāja ūdeni chlōridu, resp. chlōriõnu saturs līdz pat 1000 mg litrā nespēj Froboese's chlōra skaitli ietekmēt. 1000 mg chlōra ir ekvivalenti 649 mg natrija un 1103 mg kalija. Tie visi ir tādi daudzumi, kas dabīgi sastopami tikai jūrā vai atkal minerālūdeņos, nevis saldūdeņos, bet taisni saldūdeņi jau galvenā kārtā nonāk higiainas institūtos izmeklēšanai.



Par sulfātiem ir atrodama šāda, turklāt grūti izprotama atzīme. Ornstein's (1928a) min sekošu gadījumu Marlinas pilsētas kanalizācijas praksē Amerikā. Šis pilsētas notekūdeņu chlōrsaistāmpēja bijusi 5,5 g/m<sup>3</sup>. Pēc tam, kad notekūdeņi bija uzjēmuši kādas akas ūdeni ar augstu sulfātu saturu, notekūdens chlōrsaistāmpēja pieauga līdz 12 g/m<sup>3</sup>. Akas ūdens chlōrsaistāmpēja bijusi — ar 300 g sulfātu kubikmetrā — tikai 2 g/m<sup>3</sup>. Nav atzīmēts, pēc kādas metodes chlōrsaistāmpēja noteikta, nedz arī doti kādi izskaidrojumi šai paradībai. Pecker's (1918) vēl atzīmē, ka sulfāti chlōrsaistāmpēju neietekmē.

Tas tika arī apstiprināts.

15. tabula.

Sulfātienu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

SO <sub>4</sub> <sup>''</sup> mg/l	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
	Destillēts ūd.	Kanāļa ūdens	Destillēts ūd.	Kanāļa ūdens
0	2,2	53,8	2,2	54,4
10	2,9	53,7	2,3	55,0
100	2,8	53,6	2,2	54,3
1000	2,0	52,9	3,0	54,7

Kā no tabulas redzams, sulfāti līdz 1000 mg/l chlōrsaistāmpēju tiešām neietekmē. Tas pats, pamatojoties uz 14. un 15. tabulu, jāsaka par natrija (līdz 650 mg/l) un kalija (līdz 1100 mg/l) iōniem.

Minētās 4 serijas rāda, ka visi pārējie iōni ir jemami viņu kombinācijās vai nu ar chlōra, resp. sulfāta iōniem, vai ar kalija, resp. natrija iōniem. Tas atļauj viņu īpatnējai ietekmei parādīties pilnā skaidrībā, citu iōnu klātbūtnes netraucētai.

II. Ca<sup>..</sup>

Par ūdens cietuma radītājiem (tā tad par kalciju kopā ar magnēziju) izteikti šādi diametrāli pretēji uzskati. Selter's un Hilgers's (1923) saka, ka blakus ūdens organisko vielu saturam chlōra saistīšanā piekrit loma arī ūdens cietumam (tāpat arī dzelzs savienojumiem).



Link's (1931) domā, ka ūdens cietuma radītāji (resp. trii minerālās sastāvdaļas) savas samērā niecīgās oksidācijas spējas dēļ chlōra diagrammu un līdz ar to arī, protams, ūdens chlōrsaistāmspēju ietekmē tikai nelielos apmēros. Turpretim Pecker's (1918) atzīmē, ka kalcijs (jemts chlōrida veidā) chlōrsaistāmspēju neietekmē. Skaitļus, kas illūstrētu viņu apgalvojumus, minētie autori nemin. Patiesībā kalcijs un magnēzija ietekmes stingri jāšķir. Kamēr kalcijs iōni izturas pret ūdens chlōrsaistāmspēju indiferenti, magnēzija iōni lielākos daudzumos to paaugstina. Tomēr šeit nav svarīgas magnēzija eventuālas spējas reducēt chlōru, bet gan pavisam citi apstākļi, par kuriem būs runa tālāk.

Kalcijs iōnu ietekmes noskaidrošanai lietoju  $\text{CaCl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$  un  $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ . Pēdējais radīja zināmas neērtības ar savu samērā mazo šķīstamību ūdenī, bet tā kā kalcijs iōni ļoti bieži iekļūst ūdenī no ģipsa vai anhidrita slāņiem, tad bija svarīgi noskaidrot tieši kalcijs sulfāta ietekmi. Viņa samērā mazā šķīstamība ūdenī piespieda modificēt parasti šini darba daļā ievēroto darba gaitu. Iepriekš pagatavoja piesātinātus kalcijs sulfāta šķīdumus destillētā un kanāļa ūdenī. Neizšķīdušo daļu nofiltrēja, un tādā kārtā pagatavotos šķīdumos kalcijs daudzums pārsniedza 500 mg litrā. Piesātinātos kalcijs sulfāta šķīdumus pakāpieniski atšķaidīja, pie kam destillētā ūdenī pagatavotā šķīduma atšķaidīšanai jēma destillētu ūdeni, bet kanāļa ūdenī pagatavotā to pašu filtrēto kanāļa ūdeni. Kalcijs daudzumu destillētā ūdenī noteica ar svāra analīzi kā  $\text{CaSO}_4$ , bet kanāļa ūdenī pēc pārējo ūdens sastāvdaļu atdalīšanas kā  $\text{CaO}$ .

16. tabula.

$\text{CaSO}_4$  ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Ca <sup>..</sup> mg/l	Destillēts ūd.	Ca <sup>..</sup> mg/l	Kanāļa ūdens
0	2,1	0	55,4
10	2,0	11	55,5
52	1,9	58	55,0
104	2,3	115	55,5
260	2,1	288	55,1
520	2,9	576	54,9

Lai pārbaudītu vēl lielākas kalcijs iōnu koncentrācijas ietekmi, jēmu kalcijs chlōridu.



17. tabula.

Kalcija iōnu ( $\text{CaCl}_2$ ) ietekme uz  
Froboese's chlōra skaitli.

Ca <sup>**</sup> mg/l	Destillēts ūdens	Kanāja ūdens
0	2,4	39,2
10	2,1	39,0
100	2,0	37,8
500	2,4	39,3
1000	2,1	38,9

Šīs tabulas skaitļi rāda, ka kalcija iōni pat tik augstā koncentrācijā, kā 1000 mg litrā, Froboese's chlōra skaitli neietekmē.

III. Mg<sup>\*\*</sup>

Tieši norādījumi par magnēzija iōnu ietekmi literātūrā gan drīz nemaz nav atrodami, vienīgi Pecker's (1918) atzīmē, ka magnēzijs ūdens chlōrsaistāmspēju neietekmē. Autoru norādījumi par ūdens cietumu, kuŗi tā tad aptver kā magnēziju, tā arī kalciju, ir jau minēti, apskatot kalciju. Magnēzija iōni, kā izrādījās, ietekmē lielākās koncentrācijās Froboese's chlōra skaitli, ievērojamā mērā to palielinādami. Pamatšķīduma pagatavošanai pa priekšu lietoju Kahlbaum'a firmas preparātu Magnesiumsulfat D. A. B. Pēdējais deva 18. tabulā sakopotos skaitļus.

Šīs pašas firmas preparāts Magnesiumchlorid D. Ap. V. vēl straujāk paaugstināja chlōrsaistāmspēju. Bija sagaidāms, ka magnēzija iōni, neatkarīgi no jemtās sāls veida, paaugstinās puslidz vienādā mērā Froboese's chlōra skaitli. Bet tā kā atkārtotie mēģinājumi deva arvienu tādus pašus rezultātus, tad sīkāki bija jāizpēta pašas izejvielas. Izrādījās, ka lietotajam magnēzija chlōridam piejaukts diezgan ievērojamos daudzumos amonija chlōrids. Vēlāk arī firma Schering-Kahlbaum pēc pieprasījuma apstiprināja, ka viņas ražotā preparātā Magnesiumchlorid D. Ap. V. regulāri esot klāt amonija zīmes. Ievērojot ļoti lielo ietekmi, kāds ir amonija sālim uz chlōr-



saistāmpēju, serija ar magnēzija chlōridu bija, protams, pilnīgi jāatmet. Bez tam radās zināmas šaubas arī par magnēzija sulfāta tīrību, un tāpēc pasūtīnāju no Merck'a firmas garantēti tīro Magnesium sulfuricum ( $MgSO_4+7H_2O$ ) pro analysi. Rezultāti sakopoti 19. tabulā.

18. tabula.

Magnēzija iōnu ( $Mg SO_4$  D. A. B.) ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Mg <sup>**</sup> mg/l	Destillēts ūdens	Kanāja ūdens
0	2,2	26,2
10	2,5	25,9
100	2,6	29,4
250	10,8	44,7
500	20,2	50,5
1000	27,3	51,4

No 18. un 19. tabulas redzams, ka starp abiem prēparātiem pastāv iedarbības ziņā uz chlōra skaitli zināma izšķirība. Visievērojamākā parādība ir tā, ka lietojot zemākās kvālitātes prēparātu, chlōra skaitlis destillētā ūdenī, ja magnēzija daudzums

19. tabula.

Magnēzija iōnu ( $MgSO_4$  pro analysi) ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Mg <sup>**</sup> mg/l	Destillēts ūdens	Kanāja ūdens
0	3,9	24,5
10	2,9	23,6
25	2,5	23,8
50	3,7	23,3
75	2,0	24,1
100	3,0	23,7
250	10,0	39,3
500	20,1	44,1
750	22,6	45,0
1000	22,4	44,1



ir starp 500 un 1000 mg litrā, joprojām strauji pieaug (no 20,2 līdz 27,3), kamēr lietojot analītiski tīro preparātu, šis pieaugums ir daudz niecīgāks. Pa daļai šo parādību varētu izskaidrot ar to, ka ņemot magnēziju lielākās koncentrācijās, arī ēvēntuālie piemaisījumi nonāk analizē lielākā daudzumā un līdz ar to ietekmē chlōrsaistāmspēju. Bez tam šeit vēl jāaizrāda, ka mēģinājumos ar magnēzija iōnem vispārim nācās novērot tik lielas svārstības vienas un tās pašas analīzu serijas paralēlos mēģinājumos, kādas citur reti varēja redzēt. No pēdējām divi tabulām redzams, ka lūzums ūdens chlōrsaistāmspējā iestājas, kad magnēzija daudzums litrā ir no 100 līdz 250 mg. Lai precīzāki noteiktu magnēzija minimālo koncentrāciju, kurā tas sāk parādīt savu ietekmi, sīkāki izsekoju destillētā ūdenī chlōra skaitļa maiņai šai intervālā.

20. tabula.

Magnēzija iōnu ( $MgSO_4$  pro analysi) ietekme uz Froboese's chlōra skaitli

Mg ** mg/l	Chlōra skaitlis
0	2,5
100	2,4
125	2,2
150	2,2
175	3,4
200	5,9
225	7,0
250	10,5

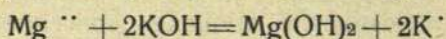
No šīs tabulas redzams, ka pieaugot magnēzija daudzumam līdz 200 mg litrā, ir noteikti saskatāma tā ietekme uz chlōra skaitli. Arī ar 175 mg/l chlōra skaitlis ir lielāks nekā zemākās magnēzija koncentrācijās, tomēr šinī gadījumā starpība nepārsniedz kļūdas robežu. Tā tad jādomā, ka magnēzija iōnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli parādās, pieaugot tā koncentrācijai no 175 līdz 200 mg litrā.

Šādos daudzumos magnēzijs sastopams, lai arī reti, dabiskos ūdeņos. Šādos ūdeņos chlōrsaistāmspēja būs, protams, paugstināta, bet šeit aktīvā chlōra redukcijā būs vainojama ne tikai ūdens organiskās vielas vien, bet arī magnēzija klātbūtne.

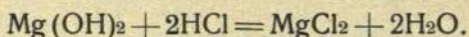


Vārot analizējamo šķidrumu, kuŗā ir magnēzija iōni, krit acīs šādas atšķirīgas parādības. Analizējamā šķidrumā, kuŗā ietilpst 50 mg magnēzija litrā, neilgi stāvot pēc Froboese's reaktīva pielikšanas parādās vieglas duļķes. Pēc 15 minūtēm vārišanas analizējamais šķidrums stipri opalescē. Šīs duļķes, pieaugot magnēzija koncentrācijai, arvienu vairojas un pieņem īstu nogulsņu veidu. Bez tam tās rodas tūlīt pēc reaktīva pielikšanas.

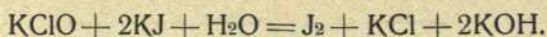
Šī parādība ir vienkārši izskaidrojama. Reaktīva kalija hidroksīds nogulsnē magnēzija iōnus kā magnēzija hidroksīdu:



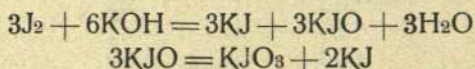
Vēlāk, ar sālsskābi paskābinot analizējamo šķidrumu, šīs nogulsnes ļoti viegli izšķīst:



Bez magnēzija hidroksīda rašanās krit acīs vēl kāda cita parādība, kas bija daudz grūtāki izskaidrojama. Parasti pēc viršanas un kalija jōdīda pielikšanas analizējamais šķidrums nokrāsojās viegli dzeltens, jo hipochlōrīti pa daļai oksidē kalija jōdīdu arī alkaliskā vidē:



Parasti šī dzeltenā krāsa pēc atdzesēšanas gandrīz pilnīgi izzūd. Brīvais jōds tad pāri hipojōdītiem pāriet jōdatos, kas ir bezkrāsaini:

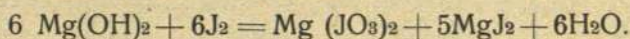


Magnēzija koncentrācijai sasniedzot 100 mg/l, analizējams šķidrums pēc viršanas, kalija jōdīda pielikšanas un atdzesēšanas nepaliek bezkrāsains, bet patur iedzelteno krāsu. Kad magnēzijs ir 125 mg litrā, šī krāsa ir jau ļoti skaidri redzama. Palielinot magnēzija daudzumu vēl vairāk, analizējamais šķidrums nokrāsojas arvienu intensīvāki, līdz kamēr, sasniedzot 1000 mg/l, pieņem un arī patur pēc atdzesēšanas tumši sarkanbrūnu krāsu. Analizējamais šķidrums, kur klāt daudz magnēzija, pie tam ož pēc jōda. Nogulsnes, kas radušās šādos gadījumos, ar savu izskatu un krāsu ļoti stipri atgādina svaigi nogulsnētu ferrihidroksīdu.

Pēc analizējamā šķidruma paskābināšanas nogulsnes viegli izšķīst, un turpmāk nekādas savādības nav vairs novērojamas. Tāpat pēc analizējamā šķidruma notitrēšanas kalija jōdīda oksidēšanās nav pātrināta — nepārtitrētais analizējamais šķidrums sāk atkal nokrāsoties zilā krāsā pēc apmēram 5–10 minūtēm.

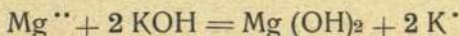


Izskaidrot šo fainomenu var Petraschen'ja (1927) pētījumi par magnēzija hidroksida izturēšanos jōdjōdkalija šķīdumā. Pēdēja rodas kaut kādi tuvāk vēl nepazīstamī magnēzija un jōda savienojumi tumši sarkanbrūnā krāsā. Tā ir tik intensīva, ka Petraschen'jam ir izdevies izstrādāt speciālu kvālitatīvu krāsu reakciju uz magnēziju. Petraschen'js domā, ka šeit galveno lomu varētu spēlēt magnēzija hipojōdīts —  $Mg(JO)_2$ . Agrāk Pawlow's un Gerassimow's (citēts pēc Petraschen'ja) iedomājušies šādu reakciju:



Petraschen'js atzīmē vēl, ka šīs nogulsnes rodas tikai noteiktā sārma koncentrācijā, ko varēju apstiprināt. Pavairojot sārma daudzumu, nogulsņu sarkanbrūnā krāsa i/zūd, un paliek pāri tikai normālās magnēzija hidroksida nogulsnes. Jōds, liekas, ir cieši saistīts nogulsnēs, jo tās, nōfiltrētas, izmazgātas un saskalotas ar chlōroformu, tur (chlōroformā) nešķīst. Tā kā reakcija starp magnēzija hidroksīdu un kalija jōdīdu var notikt tikai pēc analizējamā šķīduma viršanas, tad pašu chlōrsaistāmspēju šīs fainomens ietekmēt nevar.

Tālāk bija jāmeklē iemesli, kāpēc lielāki magnēzija daudzumi paaugstina ūdens chlōrsaistāmspēju. Izšķirīga šeit izrādījusies analizējamā šķīduma alkalitātes samazināšanās, kas norisinās pēc formulas



Alkalitātes samazināšanos var pierādīt šādā veidā. Parastā kārtā sagatavoto analizējamo šķīdumu pēc viršanas tūlīt atdzēsē, reducē hipochlōrītus ar dažiem pilieniem koncentrēta ūdeņraža peroksīda, ļauj magnēzija hidroksīdam pilnīgi nogulsnēties, dzīdro šķīdumu kvantitatīvi nōfiltrē, nogulsnes dēkantē vairākas reizes ar destillētu ūdeni, pārskalo uz filtru un izmazgā tāpat ar destillētu ūdeni. Pēc tam noteic acidimetriski sārma daudzumu filtrātā. Arī raudzēs bez magnēzija ievēroju šādu analīzes gaitu. Hipochlōrīti jāreducē, jo citādi to klātbūtnē titrēšana nav iespējama — tie ātrā laikā atkrāso indikātoru, to oksidējami. Froboese's reaktīva 20 cm<sup>3</sup> teorētiskos 34,016 mg hidroksilōnu vietā bija 33,85 mg. Parallelas titrācijās skaitļi stipri svārstījās. Rezultāti sakopoti 21. tabulā.

Magnēzija hidroksīda šķītamība ir ļoti niecīga, tāpēc, analizējamā šķīdumā pieaugot magnēzija iōnu koncentrācijai, samazinās tā alkalitāte. Jau Elmanowitsch's un Zaleski (1914) norādījuši, ka chlōrsaistāmpējas pareizai noteikšanai ir nepieciešami ievērot zināmu alkalitāti. Alkalitātei stipri samazinoties, bet it sevišķi analizējamam šķīdumam pieņemot skābu



21. tabula.

Magnēzija iōnu ietekme uz Froboese's reaktīva alkalitāti.

Mg <sup>++</sup> mg/l	Pielikti OH' mg	Nesaistīti palikuši OH' mg		
		I. serija	II. serija	Caurmērā
0	33,85	33,85	33,85	33,85
100	33,85	19,39	18,71	19,05
250	33,85	14,29	13,10	13,69
1000	33,85	9,52	7,31	8,41

reakciju, chlōra saistīšana, īpaši viršanas temperatūrā, pieaug ievērojamā mērā. Ka taisni pēdējam apstāklim ir izšķirīgā loma novērotā ūdens chlōrsaistāmspējas pieaugšanā, pierāda vēl šāds mēģinājums. Vairākās raudzēs noteica Froboese's chlōra skaitli lege artis, ievērojot visus noteikumus, un blakus tam pēc šādas modifikācijas, kur vienīga atkāpšanās no parastās analīzes gaitas bija tā, ka analizējamo šķidrumu pēc Froboese's reaktīva pielikšanas neuzvārtīja, bet atstāja 15 minūtes stāvēt.

22. tabula.

Temperatūras ietekme uz chlōra saistīšanu pēc Froboese's magnēzija klātbūtnē.

Mg <sup>++</sup> mg/l	Lege artis	Aukstumā
100	2,0	0,8
1000	25,0	0,8

No tabulas skaitļiem redzams, ka aukstumā un magnēzija daudzumam nepārsniedzot 100 mg litrā, tā tad tādā koncentrācijā, kas chlōra skaitli neietekmē, pirmkārt tiek saistīts mazāk chlōra nekā parastā analīzes gaitā un otrkārt, arī magnēzija koncentrācijai sasniedzot 1000 mg/l, aukstumā saistītā chlōra daudzums ir gandrīz tāds pats, kamēr lege artis noteiktais chlōra skaitlis ir vairāk kā desmitkārt palielināts un diezgan labi saskan arī ar 18. un 19. tabulas rezultātiem. Tā tad arī šis mēģinājums pie-



rāda, ka nevis reakcijās starp hipochlōrītiem un magnēziju ir meklējama pēdējā ietekme uz chlōra skaitli, bet gan vienīgi analizējamās raudzes alkalitātes samazināšanā.

Teorētiski varēja sagaidīt, ka mākslīgi palielinot alkalitāti analizējamā šķidrumā, izdosies augstākās magnēzija iōnu koncentrācijās nospīest chlōra skaitli uz leju, kas arī apstiprinājās. Pie raudzēm, pagatavotām no kanāja ūdens, bez Froboese's reaktīva piepilināju vēl 20 pilienus 10% kalija hidroksida (kas bija apmēram ēkvivalenti 16 cm<sup>3</sup> n/10 sālsskābes).

23. tabula.

Palielinātas alkalitātes ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Mg <sup>++</sup> mg/l	Chlōra skaitlis
0	25,1
100	25,3
250	26,4
500	48,1
1000	51,0

Ja salīdzina iegūtos datus ar 18. un 19. tabulu rezultātiem, redzam, ka šādos apstākļos magnēzija ietekme uz chlōra skaitli parādās vēlāk, kad tas sasniedzis augstāku koncentrāciju analizējamā šķidrumā. Acīm redzot, kad magnēzijs saistījies visu lieki pielikto sārmu, chlōra skaitļa pieaugšana iet normālā gaitā.

Sajemot kopā visus pētījumus par magnēzija ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli, jāsecina, ka novērojamo chlōrsaistāmspējas pieaugumu rada magnēzija hidroksida attīstīšanās analizējamā šķidrumā, kas stipri samazina tā alkalitāti un līdz ar to veicina stiprāku chlōra redukciju.

IV. Fe<sup>++</sup> un Fe<sup>+++</sup>.

Atzīmes par dzelzs ietekmi sastopamas literatūrā diezgan bieži. Daļa autoru tādos gadījumos nemaz neatzīmē dzelzs vērtību. Bet ferro- un ferridzēls ietekme uz ūdens chlōrsaistām-



spēju tomēr nav vienāda. Tikai pirmā, oksidēdamā par trīsvērtīgo dzelzi, reducē zināmu daļu aktīvā chlōra un līdz ar to paaugstina ūdens chlōrsaistāmpēju.

Vēl Bruns's (1912), lietojot savos pirmajos mēģinājumos chlōrkaļķi ūdens dezinfekcijai, varēja konstatēt, ka chlōrkaļķis oksidē ne tikai baktērijas un ūdens organiskās vielas vien, bet arī dzelzs (tāpat arī mangāna) savienojumus. Nikolai (1917 a) atzīmē lielāku chlōra patēriņu ūdenī ar ferrosālim. To pašu atzīmē Pecker's (1918) un Romwalter's (1927). Pēc Selter'a un Hilgers'a (1923) dzelzs savienojumi, kā oksidētās vielas, palielina chlōra patēriņu ūdens dezinfekcijā. Müller's (1928) ir atradis, ka ferrosāļu klātbūtne paaugstina pēc Bruns'a metodes noteikto chlōrsaistāmpēju, ja jēn kā iniciālo chlōru 2 mg. Hahn's, Schütz's un Pavlidés's (1928) norāda uz starpību starp div- un trīsvērtīgiem dzelzs savienojumiem, kādu viņi novērojuši ūdens dezinfekcijas mēģinājumos. Ferrosāļu klātbūtne viņi konstatēja lielāku aktīvā chlōra patēriņu, bet dezinfekcijas efektu tie neietekmēja. Besemann's (1928) runā par chlōra saistišanu ar dzelzi. Adler's (1929a) norāda, ka viņa ieteiktā ūdens dezinfekcijas metodē, kur ūdeni stipri pārchlōrē un chlōra pārakumu reducē ar aktīvo ogli, divvērtīgā dzelzs pāriet trīsvērtīgā. Austen's (1929) pētīja dzelzs ietekmi uz chlōrsaistāmpēju fēkālijām samaitātos ūdeņos un atrada, ka dzelzs to paaugstina. Viņš pat prōpōnē modificēt Froboese's metodi, ja ūdenim piejauktas neorganiskās dzelzs sālis. Šī modifikācija ir sīkāki atreferēta literātūras pārskatā.

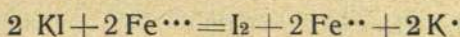
Barth's (1930) atrada, ka chlōrsaistāmpējas noteikšanas metodēs pēc Froboese's un Bruns'a ferrodzelzs patērē vairāk chlōra nekā trīsvērtīgā. Skaitļu materiāls nav viņa darbā citēts. Jāatzīmē, ka pamatšķidumu pagatavošanai viņš lietojis ferroammōnija sulfātu un ammōnija dzelzsalūnu div- un trīsvērtīgās dzelzs reprēzentēšanai. Šādu sāļu izvēle jāuzskata par ļoti neizdevīgu, jo abās ietilpst ammōnijs, kas savukārt ļoti stiprā mērā ietekmē ūdens chlōrsaistāmpēju.

Visinteresantākais ir Keiser'a (1929) darbs, kurā viņš speciāli pēta dzelzs ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli. Viņš nemin lietoto dzelzsāļu vērtību, bet salīdzinot viņa rezultātus ar šeit iegūtajiem, jāsecina, ka tās varēja būt tikai ferrosālis. Paaugstinot pakāpieniski dzelzs koncentrāciju Elbes upes ūdenī no 0 līdz 30 mg/l, pieauga arī Froboese's chlōra skaitlis no 24,11 līdz 37,58. Aiz šiem iemesliem chlōra skaitļa noteikšana, pēc viņa domām, ir bez nozīmes grunts ūdeņos, kur dzelzs dažreiz ir ļoti daudz. Šo chlōra skaitļa pieaugšanu Keiser's izskaidro šādējādi: „Šī parādība ir agrāk novērota un norāda, ka lielāks dzelzs daudzums — varbūt tas notiek kā kāda katalitiska prōcesa sekas — ietekmē oksidācijas norisi, un tas gala



rezultātā dod nedaudz palielinātus skaitļus; ūdeņos ar augstu dzelzs koncentrāciju šī parādība sevišķi krīt acīs". Beigās Keiser's secina, ka starp ūdens dzelzs saturu un chlōra skaitli nepārprotamu (eindeutig) sakarību konstatēt nevar.

Sistēmatiski pētīt dzelzs sāļu ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli, pašā sākumā krita acīs izšķirība starp ferro- un ferriiōniem. Pirmie tiešām paaugstina chlōra skaitli, turpretim otrie izturas gluži citādi. Tomēr tas neceļas vis no ūdens chlōrsaistāmspējas samazināšanās, bet gan no kādas blakus reakcijas. Titrējot ūdens raudzes augstākā ferrisāļu koncentrācija (apmēram ar 10 mg Fe<sup>+++</sup> litrā) krīt acīs, ka analizējamais šķidrums pēc titrācijas ļoti ātri un strauji nokrāsojas atkal zils, kas norāda uz kalija jōdida oksidāciju analizējamā šķidrumā par elementāro jōdu. Šī parādība bez tam ļoti stiprā mērā traucē precīzu titrāciju. Titrācijas gala punktu gandrīz nemaz nav iespējams pareizi noteikt. Tikko notitrētais analizējamais šķidrums tūlīt atkal nokrāsojas zils, un tā tas var atkārtoties ļoti daudzreiz no vietas. Šādu jōdīdu oksidāciju rada trīsvērtīgās dzelzs iōni:



Lai cīnītos ar dzelzs ietekmi, Austen's, kā jau minēts, ieteica speciālu Froboese's metodes modifikāciju. Tomēr šai modifikācijā saskatāmi divi vārigi punkti, kas padara visu chlōra skaitļa noteikšanu illūzōrisku. Pirmkārt, šeit tilpuma mērīšanā lieto mērcilindrus, kas, protams, samazina chlōra skaitļa precizitāti stiprā mērā. Otrkārt, analizē tiek ievests kalija permangānāts, kas dod pa daļai mangānoiōnus, bet tie, kā tas būs vēlāk redzams, ļoti stipri ietekmē chlōra skaitli. Tāpēc bija jāmeklē citi ceļi. Par visērtāko un labāko līdzekli, kā aizkavēt vai vismaz stiprā mērā palēnināt minēto blakus reakciju, izrādījās fōsfātiōnu ievēšana analizē. Kā zināms, ferrifōsfāts ūdens šķīdumos ir ļoti vāji savos iōnos disociēta sāls. Pēc dažādiem priekšmēģinājumiem izvēlējās 25% fōsforskābi. No tās jem 5 cm<sup>3</sup> un pielej klāt katrai izvāritai un atdzesētai analizējamai raudzei priekš paskābināšanas ar sālsskābi. Iepriekš bija jāpārbauda, vai fōsforskābe pati par sevi netraucē kaut kādā veidā analīzes gaitu. Tomēr traucējumi nebija novērojami. Tā, piemēram, destillēta ūdens chlōrsaistāmspēja, noteikta parastā kārtā bez fōsforskābes pielikšanas, bija 2,3, bet ar fōsforskābi tā šinī pašā ūdenī bija 2,4. Diference ir tā tad gluži niecīga.

Cik stiprā mērā ferriiōni var oksidēt kalija jōdīdu, fōsfātiōniem neesot klāt, rāda šāds mēģinājums. 100 cm<sup>3</sup> analizējamam ūdenim ar 30 mg ferriiōnu litrā pielej 10 cm<sup>3</sup> 8% sālsskābes, 10 cm<sup>3</sup> destillēta ūdens, kalija jōdīda un stērķeļu



šķīdumu. Otrā serijā destillēta ūdens vietā jēmu 10 cm<sup>3</sup> 25% fōsforskābes. Šādā veidā sagatavotos analizējamos šķīdumus taisni pēc 5 minūtēm salīdzināju, pie kam bija novērojama liela atšķirība. Raudzes ar fōsforskābi pēc 5 minūtēm bija nokrāsojušās vāji zilā krāsā, bet raudzes bez fōsforskābes tanī pašā laikā intensīvi brūnā krāsā. Arī pēc titrēšanas bija redzama ļoti liela starpība.

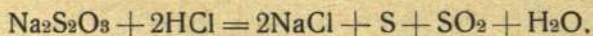
24. tabula.

Fōsforskābes ietekme uz kalija jōdida oksidāciju  
no ferriōnu puses

100 cm<sup>3</sup> ar 30 mg Fe<sup>+++</sup>/l + 10 cm<sup>3</sup>  
HCl 8% + KI + stērķeļu šķīdums.

	n/50 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> cm <sup>3</sup>	Aprēķināts kā chlōra skaitlis
Ar H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	0,06	0,4
Bez H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	1,43	9,8

Fōsforskābes nozīme ir redzama arī šādos skaitļos: kanāja ūdenī ar 30 mg Fe<sup>+++</sup>/l chlōrsaistāmspēja fōsforskābes klātbūtnē bija 39,0, bet bez — 34,7. Pēdējās raudzes tika titrētas lēnā tempā, kas atbilst normālai titrācijas gaitai. Stipri paātrinot titrācijas gaitu, minēto diferenci izdodas samazināt ļoti ievērojamā mērā, bet šādos apstākļos jābilstas, ka varētu norisināties blakus reakcija starp sālsskābi un natrija tiosulfātu:



Arī no tiri mēchaniskā redzes stāvokļa pārāk strauja titrācija nav atļaujama, jo tad reaktīvs no biretes bieži nenotek kārtīgi, pat atsevišķi pilieni var palikt karājoties uz biretes sienām.

Trīsvērtīgas dzelzs ietekmi uz ūdens chlōrsaistāmspēju pārbaudīju FeCl<sub>3</sub> un Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>+9H<sub>2</sub>O šķīdumos. Rezultāti sakopotī nākamā tabulā.



25. tabula.

Ferriiõnu ietekme uz Froboese's chlõra skaitli.

Fe ... mg/l.	FeCl <sub>3</sub>		Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	
	Destillēts ūd.	Kanāļa ūd.	Destillēts ūdens	Kanāļa ūdens
0	2,8	47,1	2,3	38,0
1	2,5	46,7	2,1	37,6
5	2,3	47,3	1,4	37,9
10	2,5	46,9	2,7	39,3
30	2,3	46,8	2,4	39,0

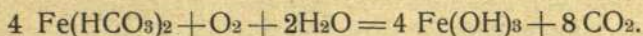
Sākot ar 5 mg ferriiõnu litrā, analizējamo šķidrumu vārot, parādās vieglas sarkanbrūnas nogulsnes:



Nogulsnes, pieaugot dzelzs koncentrācijai ūdenī, protams, arī pavairojas. Lielākās dzelzs koncentrācijās analizējamā ūdenī tūlīt pēc reaktīva pielikšanas rodas stipra opalescence. Analizējamo šķidrumu uzvārot, opalescence izzūd, un dzelzs izkrit nogulšņu veidā.

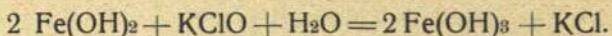
Trīsvērtīgā dzelzs, tā tad, koncentrācijās zem 30 mg litrā Froboese's chlõra skaitli neietekmē. Augstākās koncentrācijās ferridzēls ir tikai ļoti reti sastopama.

Dabā tikko no zemes izplūdušos ūdeņos dzelzs galvenā kārtā ir tikai divvērtīgā formā, kā ferrohidrokarbonāts:  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ . Šādā ūdenī pēc izplūšanas ļoti viegli iekļūst gaisa skābeklis un oksidē divvērtīgo dzelzi par trīsvērtīgo, kas tad parasti izkrit hidroksīda veidā:



Svaigi smeltos ūdeņos, kuŗos šis oksidācijas prõcess nav nogājis līdz galam, var turpretim sagaidīt chlõrsaistāmspējas pieaugšanu, jo tad ferriiõnu oksidāciju izdarītu reaktīva hipochlõrīti. Pieliekot analizējamam ūdenim Froboese's reaktīvu, pēdējā sārms nogulsnē ferriiõnus kā ferrohidroksīdu. To un, jādōmā, pa daļai arī ferriiõnus pirms viņu nogulsnešanas oksidē aktīvais chlõrs.





Tādā veidā vienai daļai jemtā hipochlōrita jāiet zudumā, un rezultātā var sagaidīt chlōrsaistāmspējas pieaugšanu, kuŗai jābūt jo lielākai, jo vairāk ferroiōnu ir bijis analizējamā ūdenī. Mēģinājumi, izdarīti ar  $\text{FeSO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$  pro analysi, pierādīja, ka tas tiešām tā notiek. Tā kā ferroiōnu oksidācija notiek ne tikai dabiskos ūdeņos, bet sagaidāma arī maksliģi pagatavotos, ja tikai tur ir elementārais skābeklis, tad bija jācensās pēc iespējas aizkavēt skābekļa iekļūšanu ferrosulfāta pamatšķidumā un viņa tālākos atšķaidījumos. Tāpat bija jāizvairās no skābekļa iekļūšanas analizējamā šķidrumā pa titrācijas laiku. Pamatšķiduma pagatavošanai jemto destillēto ūdeni un tāpat arī atšķaidīšanai lietoto destillēto, kā arī kanāļa ūdeni vāriju 15—20 minūtes četras divlitru kolbās un pēc atdzišanas pārlēju to ar sifonu 5 litru lielā pudelē ar apakšējo tubu. Augšējais tubus tika aizbāzts ar izurbtu gummijas aizbāzni, caur kuŗu bija izlaista stikla caurule. Pedējā bija tālāk pievienota ar gummijas šļūteni gāzes skaļoņei ar koncentrētu, pēc *Tr e a d w e l l*'a (1911) pagatavotu alkalisku pirogallola šķidumu. Apakšējais tubus bija tāpat aizbāzts ar caururbtu aizbāzni. Cauri aizbāzņim izlaistai stikla caurulei bija uzmaukta garāka gummijas šļūtene. Visas aparātūras gummijas caurules bija saspīestas ar *M o h r*'a spailītēm. Pa apakšējā tubus caurulei pieslēgto gummijas šļūteni bija iespējams, noņemot visas spailītes, nolaist, resp. uzsūkt ar pipeti ūdeni, kas tādējādi bija puslidz pasargāts no skābekļa piekļūšanas lielākos daudzumos. Caur litra kolbām, kuŗās pagatavoja pamatšķidumu, kā arī dažādos ferrosulfāta atšķaidījumus, iepriekš apmēram 5 minūtes ilgi laidu no *K i p p*'a aparāta oglekļa dioksīda straumi. Tāpat sagatavoju kolbas, kuŗās notika ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšana.

Lai pēc viršanas pasargātu šo kolbu saturu no skābekļa piekļūšanas, aizbāzu tās ar labi pieguļošu korķa aizbāzni, kuŗā bija izurbti 3 caurumi. Caur tiem bija izlaistas 3 stikla caurules. Viena no tām, kas sniedzās līdz kolbas dibenam, bija savienota pāri divām *D r e c h s e l*'a pudelēm ar *K i p p*'a aparātu, no kuŗa pa titrācijas laiku tika laista oglekļa dioksīda straume. Pa otro cauruli, kas sniedzās zem aizbāzņa tikai apmēram 2—3 cm, bija ielaists kolbā biretes gāls. Pedējo vajadzēja pagarināt, piekausējot biretei 14 cm garu stikla cauruli ar izvilktu galu. Tādējādi bija panākts, ka viss titrējāmais šķidums droši nokļuva kolbā un nepalika karājoties stikla caurulē. Pa trešo cauruli no *K i p p*'a aparāta plūstošais oglekļa dioksīds varēja izkļūt no kolbas laukā.

Vēl jāatzīmē, ka kanāļa ūdens bija jāvēra divi reizes. Pēc pirmās vārišanas, protams, izkrita ūdens kalcija karbonāts,



ferrihidroksids un citi savienojumi, kas samērā viegli no minētās 5 litru pudeles varēja iekļūt pa tās apakšējo tubu noņemamā ūdenī. Tāpēc pēc pirmās vārīšanas kanāla ūdeni filtrēju. Otrreiz uzvārīts, tas palika dzidrs. Šādiem drošības līdzekļiem centos izsargāties no skābekļa ietekmes uz ferrodzelzi. Arī divvērtīgās dzelzs serijas viscauri lietoju fōsforskābi.

Skaitļu materiāls par ferroiōnu ietekmi sakopots 26. tabulā.

26. tabula.

Ferroiōnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Fe <sup>++</sup> mg/l	Destillēts ūdens	Kriņāja ūdens
0	3,2	37,2
1	3,4	—
2	—	38,1
5	5,6	—
10	7,7	43,2
20	—	46,7
30	15,9	—
60	—	61,6

Ferrosāļu atšķaidītie šķidrumi ir gandrīz bezkrāsaini, pretēji ferrisāļu šķidrumiem. Tomēr ārējās parādības analīzes gaitā abos gadījumos ir līdzīgas. Arī šeit analizējamo šķidrumu vārot, izdalās un nogulsņējas ferrihidroksids. Kamēr analizējamam ūdenim ar ferrisāļiem ir jau pašam par sevi dzeltena krāsa, ferrosāļu gadījumos šī krāsa rodas tikai pēc Froboese's reaktīva pielikšanas. Kad litrā ir 10 mg ferroiōnu, jau pirmie reaktīva pilieni rada dzeltenu krāsu, tāpat ir novērojama analizējamā šķidruma opalescence. Šīs dzeltenās krāsas rašanās rāda, ka aktīvais chlōrs uzsāk tūlīt pēc pielikšanas oksidēt ferrodzelzi. Parallelos mēģinājumos — līdzīgi mēģinājumiem ar magnēziju — centos noskaidrot, kāda ietekme ir viršanas procesam uz divvēr-



tigas dzelzs oksidāciju — vienā serijā ūdens chlōrsaistāmspēju lege artis, otrās serijas raudzes turpretim nevāriju, bet saistīto chlōra daudzumu tur noteicu pēc 15 minūšu ilgās stāvēšanas.

27. tabula.

Temperātūras ietekme uz chlōra saistīšanu pēc Froboese's ferrodzelzs klātbūtnē.

Fe <sup>++</sup> mg/l	Lege artis	Aukstumā
0	1,5	0,1
10	4,5	1,9
30	14,0	12,4

No šīs tabulas redzams, ka viršanas prōcesam uz ferrodzelzs oksidāciju ir tikai pakārtota loma.

Sajemot kopā visu māteriālu par dzelzs ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli, var konstatēt, ka trīsvērtīgā dzelzs to neietekmē, bet gan divvērtīgā dzelzs, turklāt, kā to varēja sagaidīt, atkarīgi no šīs dzelzs daudzuma izmeklējamā ūdenī. Šī ietekme parādās chlōra skaitļa paaugstināšanā. Tas pieaug puslīdz paralēli ferroīonu koncentrācijas pieaugumam ūdenī. Šī parādība rodas no Froboese's reaktīva hipochlōritu redukcijas, kas savukārt atkarajas no ferrosāļu oksidācijas par ferrisālim. Tāpēc maz ticams izliekas jau minētais Keiser'a uzskats, ka dzelzssālis lielākā koncentrācijā, palielinādamas Froboese's chlōra skaitli, darbojoties uz oksidācijas prōcesu kā katalizatori.

V. Mn<sup>++</sup>.

Mangāns sastopams ūdenī tikai mangānoīonu veidā. Pēc ilgākas stāvēšanas mangāns gan var dažreiz pa daļai izkrist nogulšņu veidā, kas sastāv no augstāku vērtību savienojumiem. Bet, kā jau teikts, praktiska nozīme ir tikai divvērtīgajiem savienojumiem; tāpēc pētot mangāna ietekmi uz ūdens chlōrsaistāmspēju, aprobežojos ar pēdējiem vien. Par mangāna ietekmi literātūrā atrodams gauži maz atzīmju. Tikai Bruns's (1912), runādams par ūdens dezinfekciju ar chlōrkalķi, norāda arī uz zināmām negatīvām parādībām sakarā ar mangāna klātbūtni. Starp citu, chlōrētā ūdenī mazgāta veļa pieņem iedzeltenu



krāsu. Pēc Bruns'a domām šai parādībā vainojama mangāna piejaukums ūdenim, jo chlorkaļķis, oksidēdams ne tikai ūdens baktērijas un organiskās vielas, bet arī dzelzs un mangāna savienojumus, veicina tādā kārtā mangāna oksidu izdalīšanos.

Mangāna ietekmi pētīju ar  $MnCl_2 + 4H_2O$  un  $MnSO_4 + 4H_2O$  šķīdumiem. Kā jau varēja sagaidīt, abas sāļis, jemtas ģkvivalentos daudzumos, dod pilnīgi līdzīgas ainas, bet bez tam šeit krit acīs kāda cita parādība, ko nekad nevarēja novērot, izmeklējot citus ionus. Proti, mangāns augošā koncentrācijā ietekmē Froboese's chlōra skaitli ļoti nevienādi, pie kam ir nepārprotami saredzama tā ietekmes atkarība no ūdens tīrības grada. Teikto vislabāki illūstrē 28. tabula.

28. tabula.

Mangānoionu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Mn <sup>++</sup> mg/l	Mn Cl <sub>2</sub>		Mn SO <sub>4</sub>	
	Destillēts ūd.	Ķanāļa ūd.	Destillēts ūd.	Ķanāļa ūd.
0	2,4	31,7	2,1	29,6
0,5	2,5	33,6	2,1	31,1
1	2,3	33,5	2,2	31,2
5	1,5	34,0	1,2	31,2
10	0,3	36,6	0,8	33,3
20	— 3,4	35,5	— 2,7	31,9
30	— 6,2	32,2	— 5,3	28,9
50	—	—	— 9,8	24,1

Augšējā tabulā ir redzams, ka mangāns destillētā ūdenī samazina chlōra skaitli. Augstākās mangāna koncentrācijās (apmēram 10 mg/l) šī samazināšana var iet tik tālu, ka atrod apmēram to pašu aktīvā chlōra daudzumu, kas ar Froboese's reaktīvu analizējamam ūdenim pielikts. Vēl augstākās koncen-



trācijās (20 mg mangāna litrā un vairāk) atrod pat vairāk aktīvā chlōra nekā pielikts. Šādos gadījumos (tie atgadās arī mēģinājumos ar vienu citu iōnu) chlōra skaitlis, kuŗš reprēzentē starpību starp iniciālō un pēc viršanas pārpalikušo chlōru, ir apzīmēts kā negātīvs lielums. Šeit iniciālā chlōra daudzums ir ūķietami mazāks par pārpalikušo. Protams, ūo parādību rada nevis aktīvā chlōra palielināšanās analizējamā ūķidrumā, kas visparim būtu grūti iedomājama lieta, bet gan citi apstākļi, kuŗi zemāk ir aplūkoti sīkāk.

Citādi lieta norisinās kanāļa ūdenī. Arī ūeit, kad mangānoiōnu koncentrācija sasniegusi apmēram 10 mg litrā, var novērot chlōrsaistāmspējas samazināšanos, kas iet puslīdz līdztekus chlōrsaistāmspējas pārmaiņām destillētā ūdenī. Turpretim zemākās mangāna koncentrācijās chlōra skaitlis pieaug, it īpaši strauji viszemākās koncentrācijās (ar 0,5 mg mangāna litrā).

Talak mēģināju noskaidrot, vai ūāda chlōra skaitļa palielināšanās ir arī pakļauta zināmāi likumībai. Tāpēc mangāna ietekmei uz chlōra skaitli izsekoju vēl Rīgas ūdensvada ūdeni, kas pazīstams kā ļoti tīrs dabīskis ūdens, un sevišķi netrā pil-sētas kanāļa ūdens raudzē.

29. tabula.

Mangānoiōnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli sevišķi tīrā dabiskā ūdenī un stipri netrā ūdenī.

Mn <sup>..</sup> mg/l	Ūdensvada ūdens		Kanāļa ūdens
	Mn Cl <sub>2</sub>	Mn SO <sub>4</sub>	Mn SO <sub>4</sub>
0	4,1	3,4	52,8
0,5	5,0	3,8	54,5
1	5,0	4,0	55,6
5	5,5	4,4	57,6
10	4,4	4,4	58,8
20	3,0	1,7	57,1
30	0,0	— 0,2	52,3
50	— 6,0	—	—



29. tabula rāda, ka abos ūdeņos nelieli mangāna daudzumi palielina chlōra skaitli. Chlōra skaitļa pieaugums ir sevišķi stiprs netīrajā ūdenī un samērā niecīgs, bet tomēr skaidri redzams Rīgas pilsētas ūdensvada ūdenī.

30. tabulā ir salīdzināti dažādu ūdeņu chlōra skaitļi ar to maksimālajiem pieaugumiem, kādus rada mangāna klātbūtne. Maksimālo pieaugumu parasti novēro, kad mangāna koncentrācija ir 10 mg litrā.

30. tabula.

Mangānoīonu ietekmes palielināšanās atkarībā no ūdens chlōrsaistāmspējas lieluma.

Froboeses's chlōra skaitlis ūdenī bez Mn	Visaugstākais novērotais chlōra skaitlis Mn klātbūtnē	Novērotā diference
52,8	58,8	6,0
31,7	36,6	4,9
29,6	33,3	3,7
24,4	26,7	2,3
4,1	5,5	1,4
3,4	4,4	1,0

Destillētā ūdenī, kā jau minēts, chlōra skaitļa pieaugums nemaz nav novērojams. Dabiskos ūdeņos turpretim redzams noteikts chlōra skaitļa pieaugums, kas ir jo lielāks, jo augstāka pati par sevi ir jemtā ūdens chlōrsaistāmspēja. Tomēr izlobīt matēmatiski precīzu sakarību starp pēdējo un tās pieauguma maksimumu neizdodas.

Par ārējām parādībām, kas novērojamas analīzes gaitā, jāsaaka sekošais. Vispirms, ir atzīmēti dati par serijām destillētā ūdenī:

Ar 0,5 mg mangāna litrā analizējamais šķidrums pēc viršanas pieņem viegli iedzeltenu krāsu.



1 mg/l — analizējamais šķidrums jau aukstumā pēc Froboese's reaktīva pielikšanas ir iedzeltens.

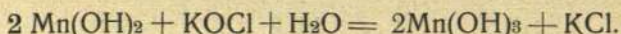
5 mg/l — analizējamā šķidrumā pa viršanas laiku izkrit brūnas nogulsnes, kas šķīst sālsskābē un kalija jodīda maisījumā, bet nešķīst sālsskābē vien.

10 mg/l — minētās nogulsnes rodas jau aukstumā.

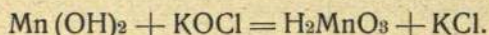
Turpretim mangāna klātbūtnē nebija novērojama paātrināta kalija jodīda oksidācija pēc titrācijas beigām, pat ne ar 50 mg satūra litrā.

Visas šīs parādības novērojamas pakāpieniski arī ūdensvada un kanāla ūdeņos, bet pēdējos tās iestājas vēlāk, tas ir augstākā mangāna koncentrācijā. Visas šīs ārējās parādības norāda, ka šeit ir darišana ar divvērtīga mangāna, resp. mangānohidroksīda oksidāciju par savienojumiem, kušos tas ir ar augstāku vērtību. Sagaidāms, ka šie savienojumi alkaliskā vidē būs vai nu hidroksīdi, vai baziskas sāļš.

Vispirms sagaidāma trīsvērtīgā mangāna hidroksīda rašanās pēc analogijas ar norisi, kas notiek, noteicot ūdenī skābekli pēc Winkler'a nātrija hidroksīda un manganochlōrīda klātbūtnē:

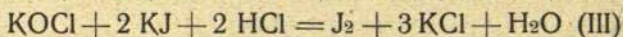
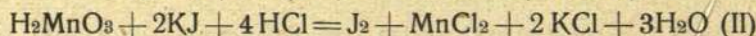
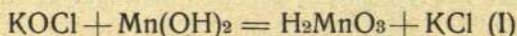


Bet šī reakcija nav vienīgā. Izkritušās nogulsnes nešķīst tīrā sālsskābē, bet šķīst ļoti viegli, ja pieliek vēl klāt kalija jodīdu. Tāpēc jādomā, ka vismaz pa daļai rodas četrvērtīgais  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ , resp.  $\text{MnO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , kas viegli šķīst sālsskābē kāda reducētāja klātbūtnē:



Vēl augstākās vērtībās mangāna savienojumi pieņem spilgti zaļu vai violetu krāsu, kas konkrētā gadījumā nav novērots. Skaidri noprotams, ka ūdens mangānosāļš reducē daļu hipochlōrītu par chlōrīdiem, paši oksidēdamies par  $\text{Mn}(\text{OH})_3$  un  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ .

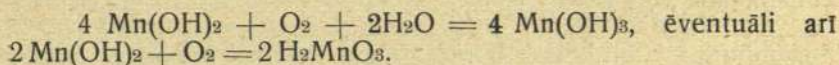
Salīdzinot pēdējā rašanās formulu (I) ar viņa (II), kā arī KOCl (III) redukcijas formulām KJ klātbūtnē, redzams, ka, pirmkārt, no vienas grammolekulas kalija hipochlōrīta rodas 1 grammolekula  $\text{H}_2\text{MnO}_3$ , un otrkārt, ka KOCl un  $\text{H}_2\text{MnO}_3$  kā oksidētāji ir ēkvivalenti pret KJ:





Tāpēc varēja sagaidīt, ka gala rezultātā mangāns ūdens chlōrsaistāmspēju neietekmēs, jo pēc analizējamā šķīduma viršanas un paskābināšanas  $H_2MnO_3$  ēkvivalentos daudzumos stājas tās kalija hipochlōrita daļas vietā, kuŗu reducēja mangānosavienojumi. Tas pats sakāms arī par trīsvertīgā  $Mn(OH)_3$  rašanos un redukciju.

Bet novērotā aina ir patiesībā citāda. Ja pagaidam neievēro chlōra skaitļa ļoti svārstīgo pieaugumu, ko rada mangānosālis nelielās koncentrācijās dabiskos ūdeņos, tad redzama noteikta un konstanta šī skaitļa samazināšanās. Šo samazināšanos pa daļai izskaidro tas apstāklis, ka chlōra skaitli mangānoīonu klātbūtnē noteic ar zemāku hipochlōritu koncentrāciju, kā parasti. Bet ievērojot reaktīva aktīvā chlōra koncentrācijas lielo ietekmi uz chlōra skaitli, tā absolūtajiem lielumiem šādos apstākļos jāsamazinās, un jāsamazinās jo vairāk, jo vairāk analizējamam ūdenim piejauktas mangānosālis, kas reducē kalija hipochlōritu. Tomēr tas nav vienīgais apstāklis, kas izskaidro chlōrsaistāmspējas samazināšanos. No nākamās tabulas (31) redzams, ka arī neuzvārtā analizējamā šķīdumā pieaugot mangāna koncentrācijai, samazinās reducētā chlōra daudzums, kas augstās mangāna koncentrācijās top pat negatīvs. Tāpēc jādomā vēl par citiem faktoriem, kas savukārt gala rezultātā veicina kalija jōdida oksidēšanos analizējamā šķīdumā un līdz ar to pabalsta chlōra skaitļa samazināšanos. Kā viens no šādiem faktoriem jāmin atmosfāiras skābeklis, kas arī var blakus hipochlōritiem oksidēt mangānosavienojumus alkaliskā vidē:



Šādā kārtā radušies hidroksidi pēc savas redukcijas ar kalija jōdīdu dod tāpat brīvu jōdu, kas tiek līdzī notitrēts. Pedējais tādā veidā pavairo notitrēto natrija tiosulfāta šķīdumu un līdz ar to samazina ūdens chlōrsaistāmspēju.

Vel jāizskaidro jau vairākkārt minētais chlōrsaistāmspējas sākuma pieaugums dabiskos ūdeņos. Šādu pieaugumu var ļoti saprast, ja iedomājas, ka šeit ir darišana ar katalītiskas dabas prōcesu. Ir zināms daudz reakciju, kur mangāns spēlē katalizātoru lomu. Ūdens higiainā pazīstama kāda cita šāda veida reakcija.

Lūhriģ's (1927 b) atrada, ka ūdens kalija permangānāta patēriņu var samazināt acīm redzamā mērā, filtrējot to caur filtru ar mangāna un skābekļa savienojumiem (tā



saucamām melnām smiltīm). Viņš pats vēl šaubījās par šīs parādības cēloņiem un pielaida 2 varbūtības — katalīzi un adsorbīciju.

Link's (1927) izteicies šīnī jautājumā daudz skaidrāki. Viņš uzsver, ka mangāna sālis darbojas kā skābekļa pārneseji. Salīdzinot vienkāršo un ar mangāna sālim apstrādāto filtru darbību, Link's varēja pilnīgi noteikti konstatēt, ka pēdējos ūdens organiskie netīrumi tiek vairāk un tālāk noārdīti nekā pirmā veida filtros. Šādu izskaidrojumu var attiecināt arī uz Froboese's chlōra skaitļa sākuma pieaugumu, kas novērojams ūdeņos ar mangāna piejaukumu. Kā jau agrāk atzīmēts, chlōrsaistāmspēju ievērojami ietekmē viršanas ilgums. Elmanowitsch's un Zaleski un Froboese ir izvēlējušies 10 minūšu ilgu viršanu, tomēr tas nenozīmē, ka visas organiskās vielas būtu šīnī laikā tiešām oksidētas. Šo pēdējo apstākli sevišķi uzsver abi pirmie autori. Līdzīgi, bet vēl pilnīgāki dati publicēti arī par kalija permangānāta patēriņu. Tā Horowitz-Wlassowa un A. un F. Goldenberg'i (1927) ir atraduši, ka Dņepras ūdens permangānāta patēriņš pieaug no 20,2 līdz 37,3 un 64,7, ja viršanas ilgumu pagarina līdz vienai, resp. divi stundām. Kādā citā ūdens serijā attiecīgie dati ir 24,0, 49,6 un 58,4.

Tāpēc jādomā, ka mangānoīoni ar savu klātbūtni paātrina un veicina organisko vielu oksidāciju, varbūt arī tādu vielu, kas citādi būtu palikušas analizē neoksidētas. Destillētā ūdenī, kur „organisko vielu“ piejaukums ir gluži niecīgs, arī mangānoīonu klātbūtnē nevar novērot ūdens chlōrsaistāmspējas pieaugumu. Turpretim šī pieauguma lielums dabiskos ūdeņos ir stipri atkarīgs, kā to rāda 30. tabula, no pašas ūdens chlōrsaistāmspējas, kas atkal savukārt ir atkarīga no organiskās dabas piemaisījumiem. Acis krīt, ka mangāna ietekme uz sākuma chlōra skaitļa pieaugumu parādās visstiprāk taisni tad, kad tas ir nelielā koncentrācijā. Sevišķi strauji pieaug chlōra skaitlis, kad mangāna koncentrācija 0,5 mg litrā, resp. 0,05 mg analīzējamā ūdenī. Bet viena no visraksturīgākām katalizatoru parādībām ir taisni tā, ka tie darbojas ļoti niecīgos daudzumos. Lielākiem mangāna daudzumiem klātesot, šai paaugstinātajai organisko vielu oksidēšanai stājas pretim, to šķietami apturēdami un samazinādami, tie faktori, par kuriem runa jau bija agrāk.

31. tabulā vēl salīdzināta temperatūras ietekme uz chlōra skaitli, līdzīgi, kā tas bija darīts ar magnēziju un ferrodzelzi.



31. tabula.

Temperatūras ietekme uz chlōra saistišanu pēc Froboese's mangānoiōnu klātbūtnē.

Mn <sup>••</sup> mg/l	Destillēts ūdens		Kanāļa ūdens	
	Lege artis	Aukstumā	Lege artis	Aukstumā
0	2,3	1,0	24,4	2,9
1	2,1	0,8	25,6	2,7
10	0,1	—1,2	26,7	2,3
30	—5,4	—6,9	21,5	—1,4

Tabulas skaitļi rāda, ka nevāritās raudzēs, arī ar kanāļa ūdeni pagatavotās, nav nomanāms chlōrsaistāmspējas sākuma pieaugums. Tā tad aukstumā ūdens organisko vielu katalitiska oksidācija nenotiek, turpretim faktori, kas samazina ūdens chlōrsaistāmspēju, kā liekas, darbojas puslīdz vienādi ir viršanas temperatūrā, ir aukstumā.

Sajemot kopā visu māteriālu par mangāna ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli, jāsecina, ka iespējams izšķirt šinī ietekmē 2 pretēji darbīgus faktoros. Pirmkārt, mangāns katalitiski veicina organisko vielu oksidēšanos, kas parādās chlōra skaitļa pieaugumā. Šis pieaugums ir atkarīgs no ūdens netīrumiem — no organisko vielu piemaisījumu daudzuma. Sevišķi tīrā (destillētā) ūdenī pieauguma var nebūt nemaz. Otrkārt, mangānoiōni, oksidējoties uz reaktīva hipochlōritu rēķina, samazina aktīvā chlōra koncentrāciju analizējamā šķidrumā un līdz ar to samazina ūdens chlōra skaitli; bez tam šai parādībā ir loma gaisa skābeklim. Lielākiem mangāna daudzumiem klātesot, šis faktors jem pārsvaru par pirmo un ievērojami samazina Froboese's chlōra skaitli. Sevišķi tīrā (destillētā) ūdenī šī otrā faktora darbība parādās tūlīt.

VI. Al<sup>•••</sup>.

Par alumīnija iōnu ietekmi literatūrā atzīmes nebija atrodamas. Par pamatsķīdumiem alumīnija ietekmes noskaidrošanai izvēlējās  $Al_2(SO_4)_3 + 18 H_2O$  un  $KAl(SO_4)_2 + 12 H_2O$  šķīdumus. Rezultāti sakopoti 32. tabulā.



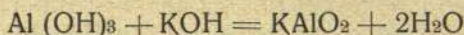
32. tabulā.

Aluminiņa iōnu jetekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Al <sup>...</sup> mg/l	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>		KAl(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	
	Destillēts ūdens	Kanāļa ūd.	Destillēts ūdens	Kanāļa ūd.
0	2,1	31,1	2,1	28,3
1	2,4	30,9	2,6	28,3
5	2,4	—	2,3	28,3
10	2,9	31,6	1,5	29,9
30	3,9	32,0	1,9	28,1

Tabula rāda, ka aluminiņa iōni līdz 30 mg/l Froboese's chlōra skaitli neietekmē. Tas ir tāds aluminiņa daudzums, kas sastopams tikai ļoti retos ūdeņos. Tāpēc var secināt, ka praktiski aluminiņa iōni Froboese's chlōra skaitli neietekmē.

Analizes ārējā gaitā bija novērojamas šādas parādības. Destillētā ūdeni ar 30 mg aluminiņa litrā parādās vieglas baltas nogulsnes, kas, analizējamo šķidrums saskalojot, atkal izšķīst. Šī parādība norāda uz aluminiņa iōna pāriešanu aluminātiōnā (AlO<sub>2</sub>' ) pāri aluminiņa hidroksidam:



Serijās ar kanāļa ūdeni aluminiņa sāļu hidrolize iestājas pirms Froboese's reaktīva pielikšanas. Hidrolize parādās, kad aluminiņa koncentrācija ir 10 mg litrā, un ir ļoti spilgti izteikta, kad koncentrācija sasniedz 30 mg/l. Šī norise ir analoģiska tam, kas notiek ūdens ātrfiltrēšanas prōcesā, kur ūdens nostādīnāšanu paātrina ar alūna izpārslošanu. Aluminiņa iōni šādos apstākļos pāriet pāri karbonātam hidroksidā. Froboese's reaktīvs pēdējo atkal izšķīdina.

Aluminātiōnu rašanās saistīta ar alkalitātes samazināšanos analizējamā šķidrums, tāpēc a priori bija sagaidāms, ka vēl augstākās koncentrācijās aluminijs, līdzīgi magnēzijam, tik tāju



samazinās analizējamā šķidruma alkalitāti, ka šis apstāklis savukārt ietekmēs chlōra skaitli. Tiešām, tas tā arī bija. Tāpat kā magnēzija gadījumā, izdevās ar alkalitātes palielināšanu, pieliekot klāt analizējamam šķidrumam koncentrētu kalija hidroksidu, samazināt chlōra skaitļa pieaugumu. 33. tabulā ir sakopoti dati, kas illūstrē sacīto. Par šo tabulu vēl jāpiezīmē, ka šīnī gadījumā kā izējšķidrums lietots piesātināts kalija alūna šķidrums, tapēc alumīnija iōnu koncentrācija nav iznākusi tieši apaļos skaitļos.

33. tabula.

Alumīnija iōnu ietekme augstākās koncentrācijās uz Froboese's skaitli destillētā udenī un tās ēliminēšana.

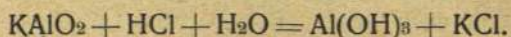
Al... mg/l	Froboese's chlōra skaitlis		
	20 cm <sup>3</sup> Froboese's reaktīva	20 cm <sup>3</sup> Fr. r. + 20 pilienu 10% KOH	20 cm <sup>3</sup> Fr. r. + 40 pilienu 10% KOH
0	3,0	—	—
79	3,1	—	—
158	7,7	3,2	—
317	97,1	10,5	5,2

Šī tabula pilnīgi apstiprināja abus iepriekš minētos pareģojumus. Par ārējām analīzes gaitas parādībām ir jāatzīmē, ka lege artis noteiktās raudzēs ar 158 mg alumīnija litrā ne viss izkritušais alumīnija hidroksīds atkal izšķīda. To varēja panākt tikai tad, ja jēma vēl 20 pilienus 10% kalija hidroksīda. Tādā gadījumā arī chlōra skaitlis samazinājās no 7,7 līdz 3,2, līdz ar to sasniegdams gandrīz to pašu lielumu, kas bija tīrā destillētā ūdenī. 317 mg/l koncentrācijā 20 pilienus vēl nepietika, ne viss alumīnija hidroksīds izšķīda, tomēr chlōra skaitlis samazinājās ļoti strauji — no 97,1 līdz 10,5. Jemot vēl 20 pilienus sārma klāt, chlōra skaitlis samazinājās līdz 5,2, pie kam visas izkritušās nogulsnes izšķīda pilnīgi.

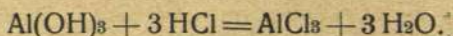
Alumīnija gadījumā analizējamā šķidruma alkalitātes samazināšanai ir grūtāki izsekot, nekā mēģinājumos ar magnēziju. Tur nogulsnēto hidroksīdu varēja nofiltrēt nost, turpretim šeit



tas šķīst sārma pārakumā. Titrējot ar  $n/10$  sālskābi analizējamo šķidrums metiloranžas klātbūtnē pēc tā hipochlorītu redukcijas ar dažiem pilieniem koncentrēta ūdeņraža peroksīda, var novērot, ka tuvojoties neitrālam punktam, analizējamais šķidrums duļķojas, it sevišķi titrācijas sākumā. Tas norāda, ka alumīnāti pāriet atkal hidroksidā:



Turpinot titrāciju, hidroksīds atkal izšķīst:



Notitrētais analizējamais šķidrums īsā laikā maina savu krāsu un pieņem atkal alkalisku reakciju. Šī parādība labi saprotama, ja ievēro abas augšējās formulas. Titrējot tālāk, pastāvīgi atkārtojas tas pats, līdz kamēr gala rezultātā iziet tikpat daudz sālskābes, cik bija vajadzīgs  $20 \text{ cm}^3$  Froboese's reaktīva neitrālizēšanai. Mēģinot noteikt alkalitātes pārmaiņu visvairāk koncentrētā raudzē (ar  $317 \text{ mg/l}$ ), atradu, ka analizējamā šķidruma reakcija pēc viršanas bija palikusi pat skāba attiecībā pret metiloranžu, kā arī pret fenolftaleīnu.

Sajemot visu kopā, jāsaprot, ka alumīnijs paaugstina Froboese's chlōra skaitli, tomēr šī parādība jūtama tikai tik lielās alumīnija koncentrācijās, kādas dabiskos ūdeņos nekad nav sastopamas. Tāpēc alumīniju var pieskaitīt tām ūdens sastāvdaļām, kas Froboese's chlōra skaitli neietekmē.

## VII. $\text{NH}_4^+$ .

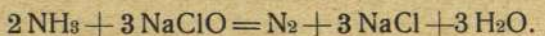
Norādījumu par amonīnija iōnu ietekmi uz ūdens chlōrsaistāmpēju ir samērā daudz. Jau 1903. gadā Schultz's norādīja, ka svaigos notekūdeņos atrodamas vielas, kas rēdūcē, resp. saista chlōru un — atkarībā no savas tuvās ķīmiskās radniecības ar oksidētājiem — piesātinās papriekšu ar chlōrkaļķi, un tikai pēc tam, kad tas ir noticis, pēdējais uzsāk notekūdeņu dezinfekciju. Pie šādām vielām Schultz's pieskaita arī amonjaku. Nikolai (1917a) atzīmē lielāku chlōra patēriņu ūdenī ar amonīnija piejaukumu. To pašu atraduši pēc Ulsamer'a (1926) Harold's un Ward's, bez tam viņiem ir kritis acis, ka amonjaks palielina chlōra baktēricīdo spēku (chlōraminu rašanās). Līdzīgus rezultātus sasniedzis Romwalter's (1927), kā arī Olszewski's (1928b), Bauer's, Noziczka un Stüber's (1928) un Engler's (1930). Turpretim Pecker's (1918) atzīst, ka amonīnijs, kā brīvā veidā,



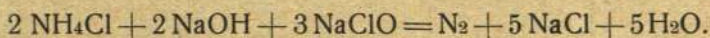
tā arī saistīts kā sāls, pretojas hipochlōritu disociācijai un brīvā chlōra redukcijai (fixation) no redūcētāju vielu puses. Viņš atrada, ka šādos apstākļos samazinās arī viņa chlōra indekss, un sniedz skaitļu māteriālu, kas viņa uzskatu apstiprina. Līdz šim minētos autorus galvenā kārtā ir interesējis šis paaugstinātais chlōra patēriņš no tīri praktiskā ūdens dezinfekcijas redzes stāvokļa, jo šādos gadījumos nākas modificēt ūdens chlōrēšanu, lai panāktu vēlamā dzeņamā, notek-, resp. peldbaseinu ūdens dezinfekciju. Kvantitatīvi šo jautājumu apstrādājis Keiser's (1929). Viņš mēģināja noskaidrot, kādā veidā atsaucas uz Froboese's chlōra skaitli ammōnjaka piejaukums ūdenim. Viņš pakāpieniski palielināja ammōnjaka daudzumu ūdensvada un upes ūdenī no 0 mg līdz 10 mg/l un atrada, ka pieaugot ammōnjaka koncentrācijai, stipri palielinās ūdens chlōrsaistāmspēja, resp. Froboese's chlōra skaitlis. Viņa secinājumi ir, ka starp ammōnjaka daudzumu ūdenī un ūdens chlōra skaitli nepārprotamu (eindeutig) sakarību atrast nevar. Pēc viņa domām nepastāv paralēlītātes starp chlōra skaitļa pieaugumu no vienas puses un ammōnjaka palielināšanos no otras puses; bet tāda paralēlītāte būtu nepieciešama korektūras faktora aprēķināšanai. Reakcija ūdenī nenorisinās pēc kādas vienkāršas (glatte) formulas.

Ši chlōrsaistāmspējas pieauguma izskaidrošanai ammōnija iōnu klātbūtnē daži autori savos darbos minējuši dažādas iespējamās reakcijas starp ammōniju un hipochlōritiem.

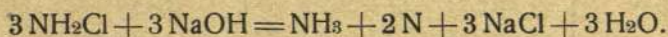
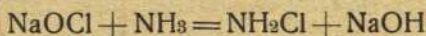
Nikolai (1917a) akceptē šādu Zamkova formulu:



Romwaltera (1927) nolīdzinājums ir zināmā mērā līdzīgs:



Pēc Olszewski (1928a) lieta nav tik vienkārša. Viņš izšķir divi fazes:



Bez tam viņš vēl atzīmē, ka bez monochlōramina rašanās, kas ir atkarīga no hidrolizes, galvenā kartā rodoties ļoti nepastāvīgais ammōnija hipochlōrits. Ulsamer's (1926) citē Harold'a un Ward'a rezultātus, kas ir atraduši, ka nedaudz



ammōnjaka ar hipochlōritiem dod chlōraminu ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), lielāki ammōnjaka daudzumi turpretim hidrazīnhidrochlōridu ( $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{HCl}$ ), ļoti lieli daudzumi dod ammōnija chlōridu ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).

Līdz šim apskatītie iōni iekļūst ūdenī, galvenā kārtā sūcoties pēdējam caur dažādiem zemes slāņiem. Turpretim ammōnija iōni nokļūst ūdenī galvenā kārtā ar dzīvnieku un cilvēka organismu, kā arī ar saimniecības, rūpniecības u. t. t. atkritumiem. Tie nonāk ūdenī kā dažādu organisko vielu saīršanas produkti, un līdz ar tiem, protams, ūdenī iekļūst arī citas organiskas — kā bezslāpekļainas, tā arī slāpekļainas — vielas, kuŗu slāpekļis vēl nav noārdīts līdz ammōnijam. Šo vielu slāpekli angļu un amerikāņu ūdens higiainiķi labprāt nosaka kā albuminoīdammōnjaku. Tāpēc visos ūdeņos, kuŗos ir atrodams ammōnijs, sagaidāms samērā daudz organisko vielu un līdz ar to arī augsta chlōrsaistāmāspēja. Bet, kā jau minēts, Keiser's pierādīja, ka arī ammōnijs pats par sevi, pielikts ūdenim neorganiskas sāls veidā, ļoti stiprā mērā paaugstina ūdens chlōrsaistāmāspēju līdz ar Froboese's chlōra skaitli.

Ammōnija iōnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli pārbaudīta šķīdumos ar  $\text{NH}_4\text{Cl}$  un  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .

34. tabula.

Ammōnija iōnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

$\text{NH}_4\text{NH}_4$ mg/l	$\text{NH}_4\text{Cl}$		$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	
	Destillēts ūd.	Kanāja ūdens	Destillēts ūd.	Kanāja ūdens
0	1,7	45,4	1,6	41,4
0,1	3,0	46,2	3,1	42,3
0,3	4,4	47,4	4,3	43,6
0,5	5,8	48,8	5,5	44,9
1,0	9,4	51,7	8,6	48,6
3,0	21,7	62,1	20,9	58,9
5,0	35,2	72,9	34,0	70,3
10,0	64,1	97,1	62,8	94,7
30,0	119,8	123,1	120,7	120,8



No šīs tabulas skaitļiem, bet it īpaši no skaitļu grafiskā attēlojuma, kas ir pievienots šī darba daļas beigām (2. attēls), ir labi redzams, ka — pretēji Keiser'a apgalvojumam — līdz ar augošu amonija ionu koncentrāciju parallēli (koncentrācijās līdz 10 mg NH<sub>4</sub>•/l) pieaug arī chlōra skaitlis. Cik stingra ir šī parallēlitāte, vislabāk rāda atsevišķo attēla likņu gandrīz ideālā gaita. Tikai ļoti augstās amonija koncentrācijās (20–30 mg/l) liknēm ir asi lūzumi, bet šai parādībai ir savi īpatnēji cēloņi, kas ir apskatīti zemāk.

Par pašas analīzes gaitā novērojamām parādībām jāsaka sekošais:

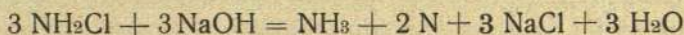
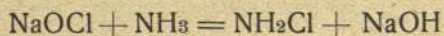
Kad koncentrācija ir līdz 5 mg amonija ionu litrā, nekas neparasts nav manāms.

Ar 10 mg NH<sub>4</sub>•/l pēc titrācijas novērojama mazliet paātrināta kalija jōdīda oksidēšanās, kas tomēr pašu titrāciju vēl netraucē.

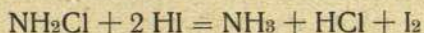
Ar 20 mg/l šī oksidācija ir ļoti strauja un stipra.

Ar 30 mg NH<sub>4</sub>•/l kalija jōdīda oksidācija notiek gandrīz momentāni, tā ka šinī gadījumā gandrīz nemaz nav iespējams pareizi noteikt titrācijas gala punktu. Pats analizējamais šķidrums ir pēc viršanas viegli iedzeltens.

Chlōra skaitļa straujā pieauguma iemesli amonija klātbūtnē, domājams, ir dažādas reakcijas starp pēdējo un aktīvo chlōru. Šīs reakcijas var būt ļoti dažādas, kā to rāda dažādu autoru nolīdzinājumi, kas minēti augstāk. Visticamāki izliekas Olszewski nolīdzinājumi:



Pirmā reakcijas fazē radītais monochlōramins otrā pa daļai dod elementāro slāpekli, pa daļai reģenerējas atkal par amonjaku, kas var darboties atkal uz analizējamā šķidruma hipochlōritiem. Pielaižot šādu amonjaka reģenerāciju, var labi saprast ļoti stipro amonija ionu ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli. Tāpat vienīgi ar monochlōramina, resp. tam tuvu dērvātu rašanos var izskaidrot ļoti spēcīgo kalija jōdīda oksidāciju, kas notiek pēc analizējamā šķidruma notitrēšanas lielāka amonija daudzuma klātbūtnē. Skābā vidē monochlōramins reaģē ar kalija jōdīdu šādā veidā:





Taisni aiz pēdēja iemesla izliekas maz ticami (vismaz apstākļos, kādos notiek Froboese's chlōra skaitļa noteikšana) Romwalter'a un Zamkow'a nolīdzinājumi, pēc kuriem kā gala prōdukti, reaģējot ammōnijam ar aktīvo chlōru savā starpā, rodas elementārais slāpekļis un chlōrīdi. Jāievēro vēl paša Olszewski aizrādītjums, ka bez viņa nolīdzinājumos minētām iespējām pastāvēt arī vēl citas. Lieta nav tik vienkārša, lai to varētu attēlot ar vienu reakciju vien.

Chlōrs reaģē ar ammōniju sevišķi strauji viršanas temperatūrā. Aukstumā iegūtie rezultāti rāda, ka arī tur notiek zināms hipochlōritu patēriņš, bet tas ir daudzkārt mazāks nekā normālas analīzes gaitā. Tāpat šeit trūkst stingrās likumības, ko novēro parastā kārtā izdarītā analīzē.

35. tabula.

Temperatūras ietekme uz chlōra saistīšanu pēc Froboese's ammōnija iōnu klātbūtnē.

NH <sub>4</sub> mg/l	Lege artis	Aukstumā
0	2,3	0,9
1	8,2	1,7
10	61,9	5,9
30	119,0	5,1

Ir kāda parādība, kas padara pētījumus par ammōnija ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli interesantus un svarīgus arī no cita redzes stāvokļa. Tie ir 2. attēla citādi ļoti taisno līniju lūzumi, kas parādās ļoti augstās ammōnija koncentrācijās. Šie lūzumi, protams, nenorāda vis, ka šādos apstākļos ammōnija reakcija ar aktīvo chlōru norisinātos citādi nekā zemākās ammōnija koncentrācijās. Tie tikai pastiprina reiz teikto, ka nosakot Froboese's chlōra skaitli, nedrīkst pārsniegt zināmu robežu, kas, kā to rādīja iepriekšējie mēģinājumi (11. tabula), atrodas pie 75—80 chlōra skaitļiem. Arī serijas ar ammōniju apstiprināja to pašu.

Tāpat arī šeit krita acis, cik refraktāras pret redukciju var būt aktīvā chlōra atliekas. Tāpēc pat ar 60 mg ammōnija iōnu litrā neizdodas reducēt visu aktīvo chlōru līdz chlōrīdiem.



Sajemot kopā visu par amonija iōņiem sacīto, jākonstatē, ka tie ļoti stipri ietekmē Froboese's chlōra skaitli, kas parādās ievērojamā šī skaitļa palielināšanā. Apmēram līdz 10 mg amonija litrā šis chlōra skaitļa pieaugums prōporcionāls amonija koncentrācijas pieaugumam. Par šīs parādības iemeslu jāuzskata dažādas reakcijas starp hipochlōritiem un amonija iōņiem, pie kam starp citu rodas arī monochlōramīns vai kāds cits no viņa dērivātiem.

### VIII. NO<sub>2</sub>'.

Nitriti, kas uzskatāmi par amonija oksidācijas prōduktiem, Froboese's chlōra skaitli ietekmē tieši pretējā virzienā.

Literātūrā norādījumi par viņu iedarbību ir samērā trūcīgi. Winkler's (1915) atzīmē, ka ar chlōrkaļķi apstrādātā ūdenī nitritu klātbūtne nav iespējama. Howard's (1926) citē Muer'a un Hale's pētījumus par ortotolidīna indikatora īpašībām. Tā darbību traucē ferrosālis un nitriti. Pēdējie tomēr brīvā chlōra klātbūtnē oksidējoties par nitrātiem un līdz ar to izzūd traucējums. Pecker's (1918) novērojis sava chlōra indeka palielināšanos nitritu klātbūtnē. Nikolai (1917a) atzīmē, ka nitriti traucē ūdens dezinfekciju ar chlōru. Hahn's, Schütz's un Pavlidés's (1928), nosakot ūdens chlōrsaistāmspēju pēc metodes, koņu var uzskatīt par modificētu Brun'sa metodi, ir atradūši, ka nelielās koncentrācijās (zem 0,4 mg. natrija nitrita litrā, resp. 0,2 mg NO<sub>2</sub>'/l) nitriti palielina saistītā chlōra daudzumu un ūdens chlōrsaistāmspēju, bet lielākās koncentrācijās daļa nitritu paliek neoksidēta un vēlāk atbrīvo jōdu. Šādos apstākļos būs, protams, novērojama ūdens chlōrsaistāmspējas samazināšanās. Barth's (1930) novēroja, ka Froboese's un Brun'sa metodēs nitritu klātbūtne ievērojami palielina chlōra patēriņu. Skaitļu materiāls viņa darbam nav pievienots.

Nitritu ietekmi pārbaudīju NaNO<sub>2</sub> un KNO<sub>2</sub> šķīdumos.



36. tabula.

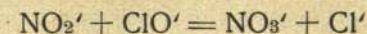
Nitritiņu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

NO <sub>2</sub> ' mg/l	Na NO <sub>2</sub>		K NO <sub>2</sub>	
	Destillēts ūd.	Kanāļa ūdens	Destillēts ūd.	Kanāļa ūdens
0	2,3	37,2	3,8	38,1
0,1	2,3	36,2	3,9	38,4
0,3	1,7	36,5	2,9	37,6
0,5	1,5	36,0	2,2	36,8
1,0	1,3	34,5	1,2	35,9
3,0	— 6,0	25,2	— 6,9	30,5
5,0	— 11,4	19,1	— 15,0	22,2
10,0	— 40,7	— 5,9	— 38,6	— 2,7

Pamatojoties uz augšējā tabulā iegūtiem datiem, nevar apgalvot, ka nitriti nelielās koncentrācijās paaugstinātu Froboese's chlōra skaitli. Neliels chlōra skaitļa pieaugums ir novērojams kalija nitrīta serijā, tomēr tas ir ļoti niecīgs un nepārsniedz pielaižamo kļūdas robežu. Bez tam vēl jāatzīmē, ka nitritiem, sevišķi augstākās koncentrācijās, paralēlos mēģinājumos tika konstatētas tik lielas svārstības, kādas gandrīz nemaz nebija novērojamas mēģinājumos ar pārējiem iōņiem. Vienīgi sulfidiōņiem šīs svārstības ir vēl lielākas. Atsevišķos gadījumos titrācijas rezultāti atšķirās par veselu cm<sup>8</sup> natrija tiosulfāta šķīduma, kas atbilst apmēram 7 chlōra skaitļiem.

Ārēji krit acīs analīzes gaitā samērā ātrā kalija jōdīda oksidācija, kas notiek augstākās nitritu koncentrācijās (5—10 mg/l).

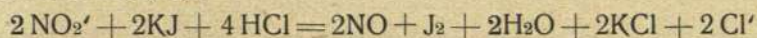
Sastopoties hipochlōritiem ar nitritiem, bija sagaidāma, kā to norādījuši Muer's un Hale, pēdējo oksidācija par nitrātiem:





Sados apstākļos sagaidāma stiprāka hipochlōritu redukcija un līdz ar to arī chlōrsaistāmspējas pieaugums. Arī vairāki citi autori norāda uz to pašu prōcesu, starp tiem arī Hahn's, Schütz's un Pavlidés's (1928), kuŗi konstatēja chlōrsaistāmspējas pieaugumu pēc modificētas Brun'sa metodes. Bet minētie autori bez tam varēja konstatēt arī pretējo parādību: sasnieguši zināmu koncentrāciju, nitrīti pazemina ūdens chlōrsaistāmspēju.

Froboese's metodē chlōrsaistāmspējas pieaugumu, kas bija sagaidāms sevišķi zemās nitrītu koncentrācijās, pilnīgi noteikti pierādīt nevarēja. Šo pieaugumu, jādōmā, aizsedz jau minētā, Hahn'a, Schütz'a un Pavlidés'a novērotā tālākā parādība, proti, ka daļa nitrītu var palikt analizējamā šķīdrumā neoksidējusies. Šī nitrītu daļa tad pēc viršanas un paskābināšanas oksidē kalija jōdīdu par jōdu, un pēdējais, protams, tiek līdzī notitrēts:



Tālāku kalija jōdīda oksidāciju varēja sagaidīt no nitrītiōnu redukcijas prōdukta — slāpekļa oksīda NO. Tas ārkārtīgi viegli oksidējas, pieklūstot gaisa skābeklim, par slāpekļa di — vai tetroksīdu NO<sub>2</sub>. NO<sub>2</sub> šķīstot dod slāpekļskābi un paskābi. Pēdējā var tad atkal oksidēt vienu daļu kalija jōdīda. Lai izvairītos no šī prōcesa, mēģinājumus ar nitrītiem atkārtōju oglekļa dioksīda straumē, lietojot to pašu kārtību un aparātūru, kas ir aprakstīta nodalījumā par ferroiōnu ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli. Tomēr arī tādā ceļā iegūtī rezultātī nedeva citādu ainu, vienīgi krita acīs, ka svārstības paralēlos mēģinājumos kļūst vēl lielākas.

Tāpat, kā mēģinājumos, ar citiem iōniem, kas ietekmē ūdens chlōrsaistāmspēju, arī šeit mēģināju noskaidrot viršanas prōcesa ietekmi.

### 37. tabula.

Temperātūras ietekme uz chlōra saistīšanu pēc Froboese's nitrītiōnu klātbūtnē.

NO <sub>2</sub> ' mg/l	Lege artis	Aukstumā
0	3,3	2,0
3	— 4,7	— 5,0
10	— 36,3	— 51,4



Aukstumā novērojama vēl tālāka chlōra skaitļa samazināšanās. Ja negrib šādu samazināšanos uzskatīt tikai par analīžu rezultātu svarstību sekām, kas nītrītiem ir tiešām visai lielas, tad jāiedomājas, ka aukstumā nītrītu oksidācija par nītrātiem ir niecīgāka nekā viršanas temperatūrā. Šādā gadījumā tālākas sekas ir lielāka neoksidēto nītrītu daudzuma uzkrāšanās analīzējamā šķīdumā, un šim apstāklim galu galā ir jāsamazina ūdens chlōrsaistāmpēja.

Kā redzams, nītrītu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli ir ļoti liela. Par īsto ietekmētāju jāatzīst tā nītrītu daļa, kas analizējamā šķīdumā paliek neoksidēta un vēlāk pēc tā paskābināšanas piedalās blakus hipochlōrītiem kalija jodīda oksidācijā.

### IX. $\text{NO}_3'$ .

Galīgais slāpekļvielu minerālizācijas prōduktis — slāpekļskābe — pretēji amonīnijam un slāpekļpaskābei neietekmē ūdens chlōrsaistāmpēju.

Līdzīgas domas līdz šim izteikuši kā Pecker's (1918), tā arī Bauer's, Noziczka un Stüber's (1928). Turpretim Barth's (1930) apgalvo kā nītrāti palielina ūdens chlōrsaistāmpēju, kas noteikta kā pēc Bruns'a, tā arī pēc Froboese's metodes. Skaitļu materiālu viņš savam darbam nepievieno un tikai saka, ka nītrātu ietekme uz chlōrsaistāmpēju neesot tik liela kā nītrītu ietekme.

Nītrātu ietekmes noskaidrošanai izvēlējos  $\text{NaNO}_3$  un  $\text{KNO}_3$  šķīdumus.

38. tabula.

$\text{NO}_3'$ mg/l	Na $\text{NO}_3$		K $\text{NO}_3$	
	Destillēts ūd.	Kanāja ūd.	Destillēts ūdens	Kanāja ūdens
0	2,8	27,3	2,4	47,7
5	2,9	28,1	2,1	47,6
10	2,8	26,9	2,1	—
30	2,9	26,7	2,2	47,1
100	2,5	27,9	2,1	47,2
300	2,8	27,5	1,7	46,4



Kaut kādas nenormālas parādības analīzes gaitā arī nebija novērojamas. Nitrāti tā tad, pretēji Barth'a uzskatam, pie-skaitāmi tiem joniem, kas Froboese's chlōra skaitli ne-ietekmē.

### X. $\text{HCO}_3'$ .

Par bikarbonātiōnu ietekmi uz chlōrsaistāmspēju literātūra izteikti diametrāli pretēji uzskati. Ūdens bikarbonāti pēc Bauer'a, Noziczka's un Stüber'a (1928) nereaģē ar aktīvu chlōru; turpretim Wette (1928) uzsvē, ka bikarbonāti aktīvo chlōru saistot.

Bikarbonātiōnu ietekmi uz chlōra skaitli pārbaudīju  $\text{NaHCO}_3$  šķīdumā.

39. tabula.

Bikarbonātiōnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

$\text{HCO}_3'$ mg/l	$\text{NaHCO}_3$	
	Destillēts ūdens	Kanāļa ūdens
0	2,1	22,8
10	1,9	23,4
100	1,6	22,4
500	2,4	22,3
1000	2,4	21,6

No tabulas redzams, ka bikarbonātiōni neietekmē Froboese's chlōra skaitli. Ārēji ar 1000 mg/l ir novērojama analīzes gaitā zināma nenormālība — pēc viršanas, kalija jōdida pielikšanas un atdzesēšanas analizējamais šķīdums ir viegli iedzeltens, kamēr normāli šī dzeltenā krāsa ir tikko manāma. Acīm redzot, lielāka bikarbonātu daudzuma klātbūtne aizkavē alkaliskā vidē oksidētā elementārā jōda pārēju hipojōditos un jōdatos. Šī parādība līdzinās tam, kas notiek, piemēram, jōdo-



metrijā, lietojot natrija tiosulfāta vietā arsēnpaskābi natrija bikarbonāta šķīdumā. Tāpat kanāļa ūdenī izdalījušies hidroksīdi lēnāki šķīst pēc analizējamā šķīduma paskābināšanas nekā parasti, kas — ievērojot ievērojamo alkalitātes palielināšanos analizējamā šķīdumā — ir viegli saprotams. Alkalitātes pieaugšanu noteicu ar  $n/10$  sālsskābi pēc hipochlorītu reducēšanās ar dažiem pilieniem ūdeņraža peroksīda. To noteicu kā raudzēs, kas bija normāli ilgi vāritas, tā arī tādās, kas nebija vāritas nemaz.

40. tabula.

Alkalitātes pieaugums F r o b o e s e's analizē natrija bikarbonāta klātbūtnē.

HCO <sub>3</sub> ' mg/l	cm <sup>3</sup> n/10 HCl	
	Nevāritās raudzēs	Vāritās raudzēs
0	19,80	19,86
1000	36,07	36,09

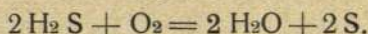
Tomēr, kā rezultāti rāda, visas atkāpšanās no normas nav spējušas galu galā F r o b o e s e's chlōra skaitli ietekmēt.

## XI. S''.

Sērūdeņraža saistišanās ar chlōru bija jau pazīstama vienam no pirmajiem ūdens dezinfekcijas jautājumu pētniekiem — L o d e'm (1895). Tāpat šo parādību min vēl citi autori. S c h u l t z's (1903) ir izpētījis, ka pūstošos notekūdeņos H<sub>2</sub>S aiz savas tuvās ķīmiskās radniecības ar oksidētājiem vispirms piesātinās ar chlōrkaļķi, un tikai pēc tam ūdenī var sākt parādīties chlōra dezinficētāja efekts. N i k o l a i (1917a) atzīmē to pašu. B a c h's (1925) apstiprina, ka aktīvā chlōra reakcija ar sērūdeņradi norisinās pirms visām pārējām iespējamām reakcijām. Viņš uzsver, ka taisni aiz šī iemesla chlōru samērā plaši lieto kā notekūdeņu dezodorētāju, arī gadījumos, kad nemaz necenšas samazināt ūdeņu baktēriālo flōru. Viss pieliktais chlōrs savienojas tūlīt ar galveno sliktās smakas cēloni notekūdeņos — ar sērūdeņradi, un tā var iztikt šādos gadījumos ar nelieliem chlōra daudzumiem. Līdzīgi izsakās vēl U l s a m e r's (1926).



Pētījumos par sulfidiōnu ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli kā izejvielu izvēlejos sērūdeņraža ūdeni, jo tādā veidā sulfidiōni dabiskos ūdeņos visbiežāk sastopami. Atšķaidīšanai lietoju novārtitu destillētu un kanāļa ūdeni, kas bija pārliets jau nodaļā par ferroiōniem aprakstītā pudelē ar diviem tubiem. Arī šinī gadījumā bija jācensās pēc iespējas izvairīties no katras gaisa skābekļa iekļūšanas sērūdeņraža atšķaidīšanai lietotos ūdeņos. Skābeklis ļoti viegli oksidē sērūdeņradi, tādējādi ēventuali samazinādams tā koncentrāciju:



Tāpēc arī šeit ievēroju visus aprakstītos piesardzības noteikumus. No koncentrētā sērūdeņraža ūdens jēmu ar pipeti zināmu kubikcentimetru skaitu un atšķaidīju litra mērkolbās ar novārtītiem ūdeņiem. Pa priekšu 200 cm<sup>3</sup>-os noteicu jōdometriski sulfidu koncentrāciju un tad tālāk Froboese's chlōra skaitli. Līdzīgi kā mēģinājumos ar nitrītiem un magnēziju varēja konstatēt ļoti ievērojamas svārstības parallēlās titrācijās. Bez tam krita acīs, ka sērūdeņraža koncentrācijas pieaugums negāja pilnīgi parallēli jemtajam kubikcentimetru skaitam, arī šeit bija manāmas jūtamas svārstības. Aiz šī iemesla serijās ar destillētu un kanāļa ūdeni nebija iespējams iegūt līdzīgas sērūdeņraža koncentrācijas, bet bija jāapmierinās ar tādu koncentrāciju, kāda katru reizi pagadījās.

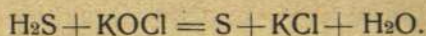
41. tabula.

Sulfidiōnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

S" mg/l	Destillēts ūd.	S" mg/l	Kanāļa ūdens
0	2,4	0	49,9
0,2	4,8	0,5	54,7
0,4	6,1	1,6	64,5
0,9	15,8	2,9	90,1
2,7	32,1	—	—



Ārēji analīzes gaitā krit acīs opalescence, kas parādās augstākās sērūdeņraža koncentrācijās un neizzūd pēc analizējamā šķidruma notitrēšanas. Šo opalescenci rada elementārais sērs, kas rodas no sulfidiātiem, tiem oksidējoties:



Līdzīgs process norisinās arī aukstumā, tikai šai gadījumā, salīdzinot ar analīzes normālo gaitu, hlora redukcija nav tik liela.

42. tabula.

Temperatūras ietekme uz hlora saistīšanu pēc Froboese's sulfidiātu klātbūtnē.

S <sup>o</sup> mg/l	Lege artis	Aukstumā
0	4,1	2,1
0,4	8,6	4,9
2,7	34,6	19,2

Sulfidiātu, resp. sērūdeņraža ietekme uz Froboese's hlora skaitli ir ļoti liela, tomēr jāievēro, ka H<sub>2</sub>S ir rēta parādība dabiskos ūdeņos, tāpēc prakses apstākļos sastapties ar to nākas reti.

XII. PO<sub>4</sub>'''.

Par fōsfātiātu ietekmi uz ūdens hlorsaistām spēju norādījumi literatūrā nav atrodamī. Šīs ietekmes noskaidrošanai jēmu primāro natrija ortofōsfātu NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O un sekundāro kalija ortofōsfātu K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>. Dabiskos ūdeņos fōsfātiātu sastopami tikai ļoti nelielās koncentrācijās. Tomēr ļāi pārliecinātos, ka lielie fōsfōrskābes daudzumi, kas lietoti dzelzs saļu klātbūtnes gadījumos, neietekmē gala titrāciju ar natrija tiosulfāta šķīdumu, noteicu Froboese's hlora skaitli ūdenī ar 1000 mg fōsfātiātu litrā. Destillētā ūdenī šāds fōsfātiātu daudzums, jēmts kā NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, deva hlora skaitli līdzīgu 1,7, kamēr tirā destillētā ūdenī šis skaitlis bija 1,4. K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> gadījumā abi skaitļi ir 2,9 un 3,3.



## 43. tabula.

Fōsfātiōnu ietekme uz Froboese's chlōra skaitli

PO <sub>4</sub> <sup>'''</sup> mg/l	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>		K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	
	Destillēts ūdens	Kanāļa ūdens	Destillēts ūdens	Kanāļa ūdens
0	1,4	25,8	3,3	43,7
10	2,3	25,7	2,9	43,2
100	1,6	24,1	2,9	40,2

Ja 1000 mg/l fōsfātu destillētā ūdenī neietekmēja Froboese's chlōra skaitli, tad vēl jo mazāk varēja par to domāt zemākās fōsfātiōnu koncentrācijās. Runājot par stiprāku chlōra skaitļa samazināšanos kanāļa ūdenī ar 100 mg PO<sub>4</sub><sup>'''</sup> litrā, jāsaaka, ka šeit parādās destillētā ūdens — kā abu fōsforskābo sāļu šķīdinātāja — ietekme, kas bija ļoti labi redzama arī 13. tabulā.

Analizēs ar kanāļa ūdeni krit acis viegla opalescence, kuŗa rodas pēc Froboese's reaktīva pielikšanas un par kuŗas cēloni jāuzskata kalcijs fōsfātu rašanās analizējamā šķīdumā no kanāļa ūdens kalcijs iōniem un klātpieliktiem fōsfātiem: kalcijs fōsfāti ir ļoti maz šķīstoši savienojumi alkaliskā vidē. Pēc analizējamā šķīduma paskābināšanas tie turpretim viegli izšķīst, un opalescence tad izzūd.

Bez tam NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> gadījumā pārbaudīju, vai analizējamā šķīduma alkalitāte nemainās no skābās fōsforskābās sāls pielikšanas. Ievērojot, ka šī sāls pret metiloranžu ir neutrāla un tikai pret fenolftaleīnu skāba, alkalitātes pazemināšanās nebija sagaidāma. Tā tas tiešām arī izrādījās. Raudzēs ar fōsfātiōnu koncentrāciju 0 mg un 1000 mg PO<sub>4</sub><sup>'''</sup>/l alkalitāti noteicu pēc viršanas, atdzesēšanas un hipochlōrītu redukcijas. Atradu, ka šādos apstākļos pirmā gadījumā izgāja caurmērā 19,76 cm<sup>9</sup> n/10 sālsskābes, bet otrā — 19,78 cm<sup>9</sup>.

Sajemot visu kopā, var teikt, ka fōsfāti Froboese's chlōra skaitli neietekmē.



### XIII. SiO<sub>2</sub> (SiO<sub>3</sub>''').

Par kramskābi vienīgi Pecker's (1918) atzīmējis, ka tā ūdens chlōrsaistāmspēju neietekmē.

Kramskābes ietekmes noskaidrošanai pagatavoju pamatšķīdumu no vistīrākā natrija silikāta šķīduma (Liquor natrii silicici pur.). Pamatšķīdumā silīcija dioksīda koncentrāciju noteicu gravimetriski. Tika iztvaicēti 100 cm<sup>3</sup> pamatšķīduma uz ūdens vannas un sausna aplieta četras reizes ar koncentrētu sālsskābi, lai pārvērstu visus silikātus nešķīstošā formā. Pēc tam sausnu aplēju un dēkantēju vairākkārt ar karstu paskābinātu ūdeni, lai izšķīdinātu un tā atdalītu dažādus ēventuālus piemaisījumus. Pēc tam parastā kārtā to savācu, izžāvēju, izkarsēju un nosvēru. Šādā veidā pagatavoto un noteikto pamatšķīdumu vēlāk atšķaidīju ar destillētu vai kanāļa ūdeni.

#### 44. tabula.

Kramskābes ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

Si O <sub>2</sub> mg/l	Destillēts ūdens	Kanāļa ūdens
0	3,6	23,6
5,0	2,5	24,2
10,0	3,7	24,0
25,3	3,6	23,9
50,5	3,0	24,1

Tā kā vispārīm domā, ka kramskābe atrodas ūdenī nevis iōnu veidā, bet gan kā metakramskābe H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, tad arī rezultātus aprēķināju kā šīs skābes anhidridu SiO<sub>2</sub>. Ja grib arī kramskābi aprēķināt kā silikātiōnu, kā SiO<sub>3</sub>''', tad atrastie rezultāti (mg SiO<sub>2</sub>/l) jāpareizina ar faktoru 1,265.

Kramskābes ietekme uz Froboese's chlōra skaitli, kā 44. tabula rāda, ir līdzīga nullei.

### XIV. O<sub>2</sub>.

Par skābekļa nozīmi līdz šim izteicies vienīgi Pecker's (1918). Viņš saka, ka caurvēdināšanas trūkums, radīdams šķi-



dumā redūcētāju atmosfairu, pabalstot chlōra absorbciju. Kad ūdeņi atsvabināti no gāzēm un sevišķi no skābekļa kā vakuumā, tā arī tos uzvārot, tad chlōra indekss tais palielinoties.

Ūdens uzņem skābekli no atmosfairas, krizdams caur to nokrišņu veidā, tāpat skābekli uzņem virsmas ūdeņi no gaisa difūzijas ceļā, Šais ūdeņos bez tam skābekli plašos apmēros pavairo zaļie ūdens augi ar savu asimilācijas prēcisu. Skābekļa daudzums ir stiprā mērā atkarīgs no ūdens temperatūras. Grunts ūdeņos skābekļa daudzums parasti ir mazs, vai pat skābekļa tur nav nemaz. Skābeklis tiek patērēts dažādo organisko vielu oksidācijā, un parasti skābeklim mazinoties, oglekļa dioksids pieaug. Lai noskaidrotu skābekļa ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli, mēģināju variēt tā koncentrāciju destillētā un kanāļa ūdenī, izlietojot laborātorijas ūdens strūklas sūkni, ar ko pūtu ūdenim cauri gaisa straumi. Ik pa 2 minūtēm, bet pašās beigās pēc 15 minūtēm, nojēmu raudzes skābekļa noteikšanai pēc Winkler'a. Ūdens bija ieliets jau vairākkārt minētā pieclitru pudelē ar apakšējo tubu. Gaiss, kas stājās ūdens vietā, tika iepriekš izlaists cauri alkaliskam pirogallola šķīdumam.

Apakšējā tubus caurulei bija uzmaukta garāka gummijas caurule, kuņas gals tika iebāzts pēc kārtas divās paškalibrētās apmēram 250 cm<sup>3</sup> lielās pudelēs līdz pudeles dibenam. Tad notecināju apm. līdzīgu tilpumu un pudeles saturu fiksēju tūlīt, pieliekot natrija hidroksida un mangānochlōrida šķīdumus.

Parallēli skābekļa raudzēm nojēmu ūdeni arī chlōra skaitļa noteikšanai. Savienojot 100 cm<sup>3</sup> pipeti ar pudeles apakšējā tubus gummijas šļūteni, izdevās bez nekādām grūtībām pipeti piepildīt. Pipetes saturā noteicu Froboese's chlōra skaitli parastā kārtā.

Rezultāti ir šādi:

45. tabula.

Skābekļa ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

O <sub>2</sub> mg/l	Destillēts ūdens	O <sub>2</sub> mg/l	Kanāļa ūdens
4,32	4,0	4,19	23,2
5,69	3,4	5,07	23,6
7,02	4,1	6,88	23,3
9,02	3,5	8,95	24,0



No daudzajām Winkler'a skābekļa noteikšanas metodes modifikācijām lietoju institūta „Preussische Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene“ ieteikto modifikāciju (H a a s e 1927). Varēju pārlicināties par tās nodertību. Kā ilustrāciju minēju sekošus skaitļus no kanāļa ūdens mēģinājumu serijas. Parallelās skābekļa noteikšanās iegūti šādi skaitļi: 4,18 un 4,21, tad 5,08 un 5,06 un beidzot 8,93 un 8,97 mg skābekļa litrā. Laboratorijas gaisa temperatūra bija ap 21°C; tāda tāni pašā laikā bija arī ūdens temperatūra. Šādos apstākļos pēdējā skābekļa koncentrācija reprēzentē jau ar skābekli pārsātinātus ūdeņus. Dabā pēdējie ir zināmos apstākļos sastopami, pie kam pārsātināšanas prōcents ir parasti ļoti nīecīgs. 21°C siltumā destillētā ūdenī šķīst pēc W i n k l e r'a 8,91 mg skābekļa litrā (O h l m ū l l e r's un S p i t t a 1931), turpretim raudzēs, kuņās bija 15 minūtes gaisa pūsts cauri, tika sasniegtas augstākas koncentrācijas (8,95, resp. 9,02). Šis pēdējās raudzes tāpēc uzskatāmas par pārsātinātām. Tomēr arī šādos apstākļos redzams, ka skābeklis F r o b o e s e's chlōra skaitli neietekmē.

## XV. CO<sub>2</sub>.

Par oglekļa dioksīdu literatūrā atrodams tikai ļoti maz datu. W e t t e (1928) atzīmē, ka tas samazinot ūdens chlōrsaistāmspēju, pie kam tomēr šī samazināšana tāni pašā laikā esot pa daļai atkarīga arī no ūdens karbonātu klātbūtnes. Kā zināms, vēlāk B e s e m a n n's (1928) šo W e t t e's uzskatu atspēkoja.

Oglekļa dioksīdu ieguvu K i p p'a aparātā no marmora un sālskābes. Oglekļa dioksīda straumi pēc skalošanas vairākās D r e c h s e l'a pudelēs ievadīju novāritā destillētā, resp. kanāļa ūdenī, kas bija ieliets pieclitru pudelē ar 2 tubiem. Oglekļa dioksīda noteikšanu izdarīju pēc T i l l m a n s'a un H e u b l e i n'a (O h l m ū l l e r's un S p i t t a 1931), jēmot 200 cm<sup>3</sup> ūdens un titrējot tos ar n/20 natrija hidroksīdu un lie-tojot kā indikātoru 1 cm<sup>3</sup> fenolftaleīnšķīduma [0,375 g (tekstā teikts 0,375 mg!) tira fenolftaleīna uz 1 l 95% etilalkohola]. Ūdeni — tāpat kā skābekļa mēģinājumos — ievadīju 200 cm<sup>3</sup> pipetē ar gummijas šļūtenes palīdzību. Paralleli oglekļa dioksīda analizēm noteicu ūdenī F r o b o e s e's chlōra skaitli.



46. tabula.

Oglekļa dioksida ietekme uz Froboese's chlōra skaitli.

CO <sub>2</sub> mg/l	Destillēts ūdens	CO <sub>2</sub> mg/l	Kanāja ūdens
0	4,0	0	21,6
7,0	4,0	166,1	22,5
39,8	3,3	—	—
91,0	3,0	—	—

Kā tabulas skaitļi rāda, oglekļa dioksids Froboese's chlōra skaitli neietekmē.

Sajemot vēl reiz kopā visu par neorganisko iōnu ietekmi uz Froboese's chlōra skaitli, jākonstatē, ka no parastiem ūdenī sastopamiem iōniem ir neapšaubāma ietekme magnēzija, divvērtīgas dzelzs, mangāno-, ammōnija, nitrīti- un sulfidiōniem.

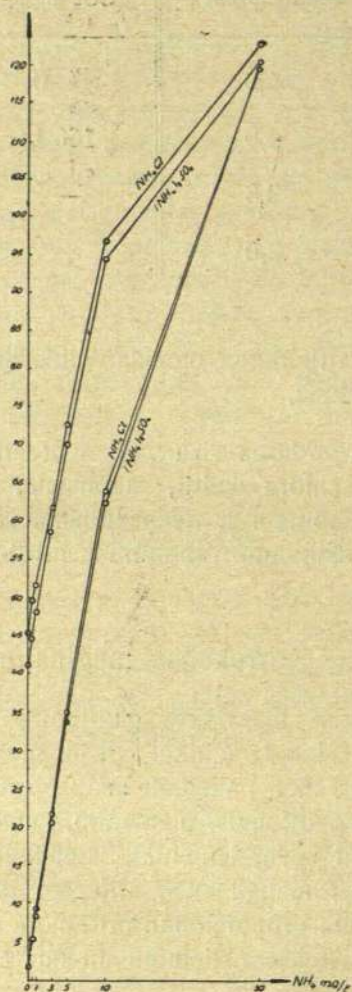
### XVI. Korrekcijas mēģinājums.

Kā ar šo ietekmi atsevišķos gadījumos var cīnīties, rādīja magnēzija piemērs. Lai iznīcinātu, resp. mazinātu šo iōnu ietekmi, šeit vajadzēja tikai palielināt analizējamā šķidruma sārma daudzumu. Dažos gadījumos, piemēram, ammōnija un nitrītu klātbūtnē, to ietekmi nevar iznīcināt. Bet ievērojot, ka gandrīz viscauri (izņēmums ir mangāns) ar attiecīgo iōnu koncentrācijas maiņu mainās puslīdz prōporcionāli arī chlōra skaitlis, iespējams aprēķināt šo iōnu ietekmes lielumu un līdz ar to arī korrigēt pašu chlōra skaitli.

Šādas korrekcijas aprēķināšanas mēģinājumam izvēlējās ammōniju, jo tā ietekme (koncentrācijās līdz 10 mg/l) uz Froboese's chlōra skaitli bija sevišķi vienmērīga. 2. attēlā, kurā ir sakopots skaitļu materiāls par tā ietekmi, labi redzams, ka Froboese's chlōra skaitļu līknes ne pārāk lielās ammōnija



koncentrācijās stipri tuvojas taisnēm. Tāpat krit acis, ka tās savā gaitā ir gandrīz paralēlas viena otrai un tā tad krusto ordinātu asi gandrīz zem viena un tā paša leņķa. Šī leņķa noteikšanai izvēlējos skaitļus no 34. tabulas, kas attēlo chlōra



2. attēls. Ammōnija iōnu ietekme uz F r o b o e s e's chlōra skaitli.

skaitļa pieaugumu destillētā ūdenī atkarībā no ammōnija iōnu ietekmes. Līknes tika rūpīgi uzzīmētas uz millimetru papīra un leņķi nolasti ar transportēra palīdzību. Rezultāti sakopoti 47. tabulā.

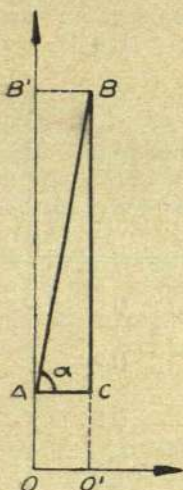


47. tabula.

NH <sub>4</sub> mg/l	NH <sub>4</sub> Cl	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
0	86° 36'	85° 42'
0,1	82° 06'	80° 30'
0,3	81° 03'	80° 30'
0,5	81° 06'	80° 30'
1,0	80° 21'	80° 33'
3,0	81° 24'	81° 00'
5,0	80° 00'	80° 18'
10,0		

Ja atmet pirmo tabulas skaitļu rindu, kas stipri atšķiras no pārējām, tad redzams, ka visi izmērtie leņķi svārstās tikai nelielos apmēros. Pirmā serija deva kā vidējo leņķi 81°00', bet otrā 80°33'. Abu seriju vidējais ir 80°46'.

3. attēls rāda, kādā veidā izdarāma chlōra skaitļa korekcija amonija klātbūtnes gadījumos. Uz koordinātu asīm atzīmē atrasto Froboese's chlōra skaitli kā ordinātu OB', bet



3. attēls. Amonija iōnu ietekmes ēliminēšana no Froboese's chlōra skaitļa.

tā paša ūdens amonija saturu kā abscisu  $oo'$ . Abi lielumi uz koordinātu asīm jāatzīmē, protams, vienādā mērogā. Caur dabūto punktu B velk taisni, kas veido ar abscisu ass pozitīvo virzienu leņķi  $\alpha = 80^\circ 46'$ .



Dabūtās taisnes un  $y$  ass krustpunkta ordināta  $OA$  ir chlōra skaitlis, kas būtu ūdenī, ja viņā nebūtu bijuši amonīja iōni.

Grafiskā pajēmiēna vietā var likt arī aprēķinus. Kā no 3. attēla redzams, taisnleņķa trīsstūrī  $ABC$  ir zināma katete  $AC$  un leņķis  $\alpha$ , kadēļ iespējams aprēķināt otro kateti, kas

48. tabula.

Ammōnija ietekmes ēliminēšana no Froboese's chlōra skaitļa.

Izme- klētais ūdens	Atrastais Froboese's chlōra skaitlis $OB'$	Ūdens amonīja daudzums mg/l $AC$	$6,1 \cdot AC$	Korrigētais chlōra skaitlis $OA = OB' - 6,1 \cdot AC$
Destillēts ūdens	2,0	0	0	2,0
	3,5	0,2	1,2	2,3
	6,5	0,6	3,7	2,8
	8,8	1,0	6,1	2,7
	14,5	2,0	12,2	2,3
	38,8	6,0	36,6	2,2
	63,3	10,0	61,0	2,3
	109,6	20,0	122	—
Kanāja ūdens	55,5	0	0	55,5
	57,4	0,2	1,2	56,2
	59,8	0,6	3,7	56,1
	62,4	1,0	6,1	56,3
	68,2	2,0	12,2	56,0
	87,2	6,0	36,6	50,6
	103,6	10,0	61,0	42,6



reprēzentē to chlōra skaitļa pieaugumu AB', kuŗu radījuši ammōnija iōni ūdenī. Atskaitot šo pieaugumu no atrastā ūdens chlōra skaitļa OB', iegūstam chlōra skaitli OA, ko ūdenī rada visas pārējās ūdens sastāvdaļas. Aprēķināšanas gaita ir šāda:

$$BC = AB' = AC. \operatorname{tg} \alpha = AC. \operatorname{tg} 80^{\circ}46' = AC. 6,1 \text{ un}$$

$$OA = OB' - AB' = OB' - 6,1. AC.$$

Uzstādītais teorētiskais secinājums bija jāpārbauda arī praktiski. Destillētā un kanāļa ūdenī pakāpieniski palielināju ammōnija daudzumu un blakus tam katru reizi noteicu arī chlōra skaitli. Atrastos chlōra skaitļus pēc tam pēc augšējās formulas korrigēju; dati sakopoti 48. tabulā.

Kā tabulas skaitļi rāda, saskaņa starp aprēķināto un īsto ūdens chlōra skaitli ir ļoti laba. Destillētā ūdens serijā korrigētais chlōra skaitlis stipri tuvojas tā paša destillētā ūdens chlōra skaitlim bez ammōnija piejaukuma. Tas pats jāsaka par kanāļa ūdeni ar ne pārāk augstu ammōnija piemaisījumu. Zemākās ammōnija koncentrācijās (līdz 2 mg/l) korrigētie chlōra skaitļi ļoti labi saskan kā savā starpā, tā arī ar mēģinājumā lietotā izejūdens chlōra skaitli. Ar 6 mg/l korekcija dod stipri atšķirīgus rezultātus. Tomēr šeit nav vainojama ammōnija koncentrācija kā tāda, jo destillētā ūdenī korekcijas aprēķini dod pieņemamus rezultātus vēl ar 10 mg ammōnija koncentrāciju litrā. Šo parādību rada vienīgi izejūdens augstais chlōra skaitlis.

Kā 11. tabulā sakopotie dati liecina, netīros ūdeņos, kur pakāpieniski paaugstina organisko vielu daudzumu, iestājas apmēram ar 80 chlōra skaitļiem zināma novirzīšanās no citādi prōporcionālā chlōra skaitļa pieauguma. Līnija, kas reprēzentē šo pieaugumu, novirzās uz abscisu ass pusi. Līdz ar to, protams, korekcijas aprēķiniem ir jādod mazāki chlōra skaitļi, nekā tiem vajadzētu atkarībā no ammōnija koncentrācijas būt. Tā kā dabīškos ūdeņos parasti ammonijs ir sastopams tikai miligramma desmitās daļās un arī chlōra skaitlis šādos ūdeņos mēdz būt ne pārāk augsts, tad korekcijas aprēķinu traucējumi sagaidāmi tikai retos gadījumos.

Līdzīgā kārtā iespējams izstrādāt korekcijas arī pārējo Froboese's chlōra skaitļa ietekmētāju iōnu klātbūtnes gadījumiem un tādā veidā noteikt ūdens chlōrsaistāmību, kas būtu atkarīga tikai no ūdens organisko vielu daudzuma. Tā kā, pretēji ammōnija serijai, pārējo ietekmētāju iōnu klātbūtnē parālēlos mēģinājumos novēro ļoti lielas svārstības, tad šeit nevarētu apmierināties ar divi vai nedaudzām serijām vien. Leņķu aprēķini būtu kaut cik tuvi īstenībai tikai tad, ja tie



balstītos uz ļoti plaša skaitļņu materiāla. Tani pašā laikā jāpatur prātā, ka arī pēc korekcijas sagaidāmi stipri svārstīgi un nesaskanīgi rezultāti, jo šo iōnu klātbūtne bieži vien padara titrāciju un līdz ar to arī chlōra skaitļa noteikšanu stipri neprēcīzu.

Tāpēc neturpināju tālākos korekcijas mēģinājumus ēliminēt visu pārējo neorganisko iōnu ietekmi, jemot vēl sevišķi vērā, ka šādos apstākļos jāizdara pilna ūdens analīze. Tādā gadījumā, protams, chlōra skaitļa noteikšana, kas raksturotu tikai ūdens organisko vielu saturu, būtu saistīta ar tik lielu darbu, ka tā neatmaksātos. Bez tam pilnā ūdens analīze pati par sevi dod daudz dziļāku ieskatu ūdens īpašībās, nekā to varētu sagādāt kuŗa katra no tā saucamām ūdens organisko vielu noteikšanas metodēm.

Ievērojot visus šini darba nodalījumā iegūtos rezultātus, jāsecina, ka Froboese's chlōra skaitļa noteikšana atsevišķās ūdens raudzēs dod samērā maz. Tā neraksturo īsto organisko vielu piemaisījumu ūdenī un patieso ūdens netīrības gradu. Froboese's chlōra skaitļa absolūtais lielums var būt atkarīgs no ļoti daudziem faktoriem, kuŗiem ar ūdens organisko vielu piemaisījumu nav nekāda sakara. Šo faktoru ietekmi pa ļabai daļai iespējams izslēgt ar dažādiem aprēķiniem vai arī metožu modifikācijām, bet visas šāda veida korekcijas neatmaksājas aiz tā īemesla vien, ka arī dažādas organiskas vielas ļoti nevienādi ietekmē ūdens chlōrsaistām spēju. Ar chlōra skaitļa palīdzību, bez ļaubām, nav iespējams noteikt un aprēķināt organisko vielu daudzumu svaru vienībās, kā daži autori īeteikuši to aprēķināt pēc ūdens kalija permangānāta patēriņa lieluma. Visbiežākī atrasto kalija permangānāta patēriņu, aprēķinātu mg/l, reizina ar 5 (Lehmann's 1901) vai 5,25 (Koenig's pēc Klut'a 1922) un īedomājas, ka atrastais skaitlis ir organisko vielu daudzums milligrammos vienā litrā. Lielākā daļa autoru neatzīst sādu organisko vielu aprēķināšanas veidu, jo arī kalija permangānāts, līdzīgi aktīva chlōra prēparātiem, oksidē dažādas organiskas vielas ļoti nevienādi (Schmidt's 1929). Šādu aprēķinus Froboese's metodē gan neviens nav īeteicis, un tie būtu katrā ziņā aiz minētiem īemesliem a priori noraidāmi.

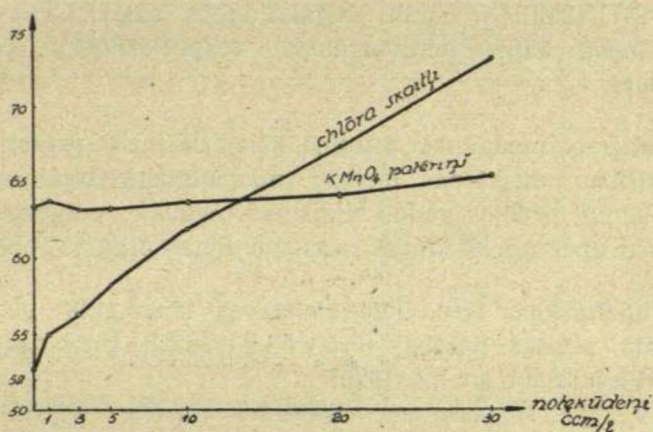
## 5. Froboese's chlōra skaitļa nozīme praksē.

Ūdens chlōrsaistām spējas noteikšanai piemīt, salīdzinot ar kalija permangānāta patēriņu, nenoliedzama priekšrocība. Hipochlōrīti reagē ar olbaltumvielām un dažādiem citiem organiskiem slāpekļa savienojumiem, kā to uzsver vesela rinda autoru, daudz straujāki un intensīvāki nekā kalija permangānāts.

Ka tas tā tiešām ir, ļoti ļabi liecina šāds mēģinājums. Daugavas ūdenim pakāpieniski piejaucu Rīgas pilsētas notekūdeņus, kas bagāti slāpekļa savienojumiem, un blakus tam no-



teicu Froboese's chlōra skaitli un kalija permangānāta patēriņu. Dati sakopoti 49. tabulā un attēloti grafiski (4. attēls).



4. attēls. Froboese's chlōra skaitļa un kalija permangānāta patēriņa pieaugums atkarībā no notekūdeņu daudzuma upes ūdenī.

49. tabula.

Notekūdeņu daudzums cm <sup>3</sup> /l	Froboese's chlōra skaitlis	KMnO <sub>4</sub> patēriņš	Skābekļa patēriņš	P-C skaitlis (1:X) X
0	52,8	63,4	16,0	3,30
1	55,0	63,6	16,1	3,42
3	56,4	63,2	16,0	3,52
5	58,4	63,3	16,0	3,65
10	62,1	63,7	16,1	3,86
20	67,5	64,3	16,4	4,22
30	73,4	65,7	16,6	4,42



Bez Froboese's chlōra skaitļa un kalija permangānāta aprēķināts arī skābekļa patēriņš (Sauerstoffverbrauch) un Reinhold'a P-C skaitlis, kas raksturo skābekļa patēriņa attiecību pret Froboese's chlōra skaitli. Pēdējas ailas skaitļi rāda, ka tiešām P-C skaitlis ir daudz jūtīgāks ūdens samaitāšanas indikators nekā kalija permangānāta, resp. skābekļa patēriņš viens pats.

Kalija permangānāta patēriņa, kā arī dažu citu parasti lietoto ūdens tīrības noteikšanas metožu mazjūtīgums bija sajūtams sevišķi sāpīgi pēdējos gados Higiainas institūta pētījumos par Daugavas upes ūdens ķīmisko sastāvu Rīgas pilsētas robežās.

Higiainiskiem apstākļiem Daugavas lejas galā pēc kaļa piegriezta sevišķa vērība (Pāvels 1927, Fehrmann's 1927, Mühlensch 1929).

1924. gadā Rīgas pilsētas dome piejēma noteikumu, ka līdz 1935. gada beigām pakāpieniski jāpieslēdz sistēmātiskai kanalizācijai visi apbūvētie gruntsgabali kanalizētās ielās. Tā tad bija sagaidāms stiprs notekūdeņu daudzuma pieaugums. Līdz tam laikam Rīgas pilsēta varēja iztikt gandrīz pilnīgi bez nekādas speciālas notekūdeņu pārstrādāšanas. Notekūdeņus no visām līdz šim sistēmātiskai kanalizācijai pieslēgtām pilsētas daļām uz Daugavas labā krasta abas sūkņu stacijas pārpumpē uz eksportostu, kur ēlevatoru rajonā tie ieplūst Daugavā. Pašās sūkņu stacijās notekūdeņi tiek nedaudz nostādināti, kā arī ar režģiem atbrīvoti no rupjākām peldvielām. Tādā veidā aiztur ne vairāk kā 10% pūšanas spējīgo vielu. Pārdaugava tikai ļoti nelielos apmēros pieslēgta sistēmātiskai kanalizācijai, un pēdējās kollektors novada notekūdeņus Daugavā pie pontontilta. Bez tam uz kreisā Daugavas krasta ietek Daugavā vairāki drenāžu vadu un baseinu izteces, no kuņām lielākais novada savus ūdeņus Ilguciema licī. Līdz 1924. gadam Rīgas notekūdeņu ieplūdināšana Daugavā nekādas manāmas nebūšanas nebija radījusi. To sastāvs stipri svārstās. 49. tabulā ir atzīmēti galvenā Daugavas labā krasta kollektora notekūdeņu sastāvdaļu minimumi un maksimumi, kas novēroti veselā rindā notekūdeņu analīžu. Analizēti, kā parasts, filtrēti notekūdeņi.



50. tabula.

Galvenā Rīgas kollektora notekūdeņu sastāvdaļu novērotie minimumi un maksimumi (mg/l).

Sastāvdaļas	Minimumi	Maksimumi
Sausna . . . . .	577	1728
Sausna pēc dedzināšanas . . . . .	311	935
Zaude " " . . . . .	209	793
Peldvielas . . . . .	268	717
Peldvielas pēc dedzināšanas . . . . .	59	352
Peldvielu zaude pēc dedzināšanas . . . . .	209	315
Kopējais slāpeklis . . . . .	53,5	81,1
Ammōnija slāpeklis . . . . .	23,8	59,6
Organiskais slāpeklis . . . . .	15,6	30,6
Nitrātu un nitrītu slāpeklis . . . . .	0	zīmes
Chlōridi . . . . .	75	281
KMnO <sub>4</sub> patēriņš . . . . .	172	751
H <sub>2</sub> S attīstīšanās . . . . .	vāja	ļoti stipra

Dažādu sastāvdaļu koncentrācijas, kā redzams, stipri svārstās, un dažbrīd Rīgas notekūdeņi tuvojas pēc sava sastāva ļoti koncentrētam notekūdeņu tipam. Ja līdz tam laikam, kā jau teikts, Rīgas notekūdeņu novietošana Daugavas ūdenī nebija radījusi jūtamas neērtības, tad nebija nekādu garantiju, ka šādas neērtības neizcelsies pēc 1924. g. domes lēmuma, kad notekūdeņu daudzumam bija pastāvīgi jāpieaug. Ap to laiku arī mūsu rūpniecība strauji uzplauka, un daļa jaunatvērto fabriku un darbnīcu tāpat pieslēdzās sistēmātiskās kanalizācijas tīklam.

Tāpēc pilsētas kanalizācijas nozares vadītājs docents būv-inženiers R. Pāvels atzina par nepieciešamu jau priekš-



laikus noskaidrot apstākļus Daugavas lejas galā, noteikt Daugavas toreizējo paštīrīšanās spēju un līdz ar to noskaidrot, vai Daugava spētu uzņemt vēl lielākus notekūdeņu daudzumus un tos netraucēti sagremot un minerālizēt.

Lai to izdibinātu, bija jāizdara jo plaši un dažādi pētījumi (P ā v e l s 1927): jāizdara Daugavas ūdens un pilsētu notekūdeņu ķīmiskā un baktērioloģiskā analīze, jānoteic ūdens planktona un nektona sastāvs un daudzums, jāizpēta upes dūņu sastāvs un to organismi, jānoskaidro pāļu, bulverķu u. t. t. apaugumu daba un sastāvs, kā arī jānovēro zivju izturēšanās atsevišķos upes rajonos, ar vienu vārdu sakot, bija jāizdara vispusīga ķīmiska, baktērioloģiska un bioloģiska ūdens analīze. Šādus jautājumus noskaidro dažās valstīs speciāli institūti, kā piemēram Berlīnē Preussische Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene.

Lai varētu mūsu apstākļos pilnā mērā atrisināt šo jautājumu kompleksu, docents P ā v e l s uzaicināja palīgā vairākus zinātniskus institūtus, kas sadalīja darbus savā starpā. Higiainas institūtam nodeva Rīgas pilsētas notekūdeņu un Daugavas ūdens ķīmiski higiainiskās analīzes.

Darbus uzsāka plašākā apjomā 1927. gadā. Ūdens raudzes jēma parasti zemāk minētos punktos (P ā v e l s 1927). Lai dabūtu pārskatu par pilnīgi tīru, pilsētas neietekmēta Daugavas ūdens īpašībām, pirmais punkts bija jāizvēlas ārpus pilsētas robežām, aiz Kvadrāta fabrikas, apmēram 6,8 km attālumā no dzelzceļa tiltiem. Šeit Daugava ir apmēram 725 m plata; ūdens raudzes smēla upes vidū. Tad sekoja raudžu noņemšanas punkts pret dzelzceļa tiltiem, kur varēja sagaidīt ietekmi no Kojusalas liča un Kileveina grāvja netirajiem ūdeņiem; tad divi punkti pie Cementfabrikas, apmēram 1200 m leņpus galvenā kolektora iztekas eksportostā, katrs 100 m attālumā no abiem krastiem; tad pa vienam punktam Daugavas vidū pret Völermuižu (apmēram 3,3 km leņpus galvenā kolektora), Milgrāvja ieteku Daugavā (6,8 km), Bolderāju (10,0 km), starp jūras mōlu galiem un tad jūrā pie kaucošās bojās, apmēram 3,2 km attālumā no mōlu galiem. Tad vēl ūdens raudzes bieži ievāca pašā Milgrāvī un Sarkandaugavā. Visās vietās jēma ūdeni ķīmiski higiainiskai analīzei divās raudzēs — vienu 1,25 m dziļumā, otru 1 m virs dibena.

Higiainas institūts noteica notekūdeņu sastāvu pēc schēmas, kas redzama 50. tabulā. Daugavas ūdenī noteikti ammōnijs, nitrīti, nitrāti, chlōridi, skābeklis, tā piesātināšanas prōcents, tā zaude un dēficits (Sauerstoffdefizit) un kalija permangānāta patēriņš, pa starpām arī ūdens sausna un peldvielas un tō zaude pēc dedzināšanas. Visus šos darbus, ko izdārīja dažādos gada



laikos un ļoti dažādos atmosfairiskos apstākļos, var tagad uzskatīt par puslīdz nobeigtiem; viņu detaļēta publikācija ir paredzēta citā vietā.

Daugavas ūdens ķīmiskā analizē sevišķi krita acīs viena lieta — un proti, ka izņemot chlōridus, visas pārējās sastāvdaļas un īpašības Daugavas ūdenī svārstījās tikai ļoti niecīgos apmēros. Ne reti ļoti lielajās chlōridu svārstībās Daugavas ūdenī vainojama jūras ūdens ietekme. Zināmos, vēl tuvāki nenoskaidrotos apstākļos Daugavā ieplūst sāļais Rīgas jūras līča ūdens. Tas plūst pretēja virzienā no jūras uz pilsētu, un, būdams smagāks, sakrājas gar pašu upes dibenu. Dažreiz izdodas izsekot šai apakšējai straumei līdz pat dzelzceļa tiltiem, vienā gadījumā pat līdz Kvadrāta fabrikai.

Pārējo ūdens sastāvdaļu un īpašību svārstības parasti bija, kā jau minēts, ļoti niecīgas.

Pat pie Cementfabrikas, tā tad nedaudz vairāk par 1 km leļpus kollektora, notekūdeņu ietekme parastām ķīmiskām metodēm bieži nebija vairs pierādāma, un šeit ievāktās raudzes maz atšķirās no vistīrākajām Kvadrāta fabrikas rajonā smeltām raudzēm. Līdzīga parādība daudzkārt novērota. Jaunākā laikā šādi novērojumi izdarīti Oderē pie Breslavas (Lühriġ's 1924), Elbē pie Drezdenes (Fleck's 1925) un Hamburgas (Keiser's 1928 b) un Reinā pie Diseldorfas (Bachmann's un Fleischer's, 1925). Visos šos gadījumos notekūdeņu masa, salīdzinot ar upes masu, bijusi tik niecīga, ka tā gandrīz pilnīgi izzuda attiecīgās upes ūdeņos un parastām ķīmiski higiainiskām analizēm nebija vairs pierādāma. Ne reti samērā sekmīgākas šādos gadījumos bijušas bioloģiskās un baktērioloģiskās izmeklēšanas metodes.

Līdzīgi apstākļi, kā izrādījās, valda arī Daugavā. Daugavas ūdens masa ir tik liela, salīdzinot ar notekūdeņu masu, ka arī šeit ķīmiski higiainiskās metodes deva tikai ļoti maz airādījumu par notekūdeņu tālāko likteni Daugavā. Taisni šādos apstākļos, kur kalija permangānāta patēriņa noteikšana nedeva gandrīz nekā, varēja sagaidīt, ka ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšana varētu dot daudz noteiktākus norādījumus par notekūdeņu sadalīšanos Daugavā. Varēja cerēt, ka notekūdeņi, ievērojot viņu ļoti bagātīgo slāpekļvielu, kā arī ammōnija saturu, stipri paaugstinās Daugavas ūdens chlōrsaistāmspēju tānīs vietās, kur tie nokļūst.

Tā kā Daugavas ūdens ķīmiskā ziņā — kā to rādīja daudzkārtīgi novērojumi — ir ļoti vienmērīgs, tad chlōrsaistāmspējas pieaugšana atsevišķās Daugavas vietās noteikti norādītu uz ūdens samaitāšanu ar Rīgas notekūdeņiem.



Daugavas ūdens vienmērīgo sastāvu izskaidro šīs upes hidroloģija augšpus Rīgas, kur Doles salas rajonā ir vesela rinda krāču jeb, kā turienes iedzīvotāji tās sauc, kaulu. Doles sala sadala Daugavu divi daļās. Uz dienvidiem no salas atrodas tā saucamā Sausā Daugava, uz ziemeļiem Lielā Daugava. Abās atrodas vesela rinda krāču, un šo krāču sistēmu vēl vairāk sarežģī vairākas nelielas saliņas Lielajā Daugavā. Tur atrodas, no rietumiem uz austrumiem skatot, Āķu kauls, Nozma, Rumba, Baltais kauls, Bulenu un Stāvūžu kauls, Klīntiņi un Mārtiņkauls. Sausā Daugavā redzam Rātes kaulu (jeb vienkārši Krāci), Doles lejas un Doles augškaulu, Stērķelkaulu, Ķīnes, Vampes un Bērmindes kaulu. Uz austrumiem no Doles salas, jau vienotā Daugavā, atrodas Rēznes kauls.

Pāri visiem šiem kauliem jeb krācēm Daugavas ūdens tek stipri mutuļodams. Upes straume tiek daudzkārt uzvārdīta līdz pašam upes dibenam un viscauri samaisīta, pie kam ūdens, protams, piesātinās ar skābekli. Šim apstāklim ir liela nozīme upes ūdens tālākajā paštīrīšanās prācesā lejpus Rīgas. Pirmās tuvākās krāces atrodas tikai apmēram 2,9 km attālumā no pirmā punkta pie Kvadrāta fabrikas.

Cik vienmērīgs var būt Daugavas ūdens, rāda, piemēram, ķīmiskā ūdens analīze 1930. gada 4. novembrī. Toreiz noteicu Froboese's chlōra skaitli ūdens raudzēs, kas bija ievāktas Cementfabrikas un Eksportostas rajonā šķēršām pāri Daugavai. Izrādījās, ka Daugavas vidus daļā, apmēram 200 metru platā joslā chlōra skaitlis svārstījās tikai ļoti nelielos apmēros starp 51,0 un 51,9. Turpretim tuvojoties abiem krastiem, chlōra skaitlis pieauga un sasniedza labajā krastā 61,1 (51. tabula).

Lai pārbaudītu Froboese's chlōra skaitļa nodarību, nozīmī un priekšrocības prakses apstākļos, neizvēlējos vairs Daugavas garenisko, bet gan viņas šķērsprofilu vienā zināmā vietā. Gareniskais Daugavas profils, kas tika pētīts agrākos gados, ir apmēram 26 km garš. Šādā lielā attālumā eventuālu chlōra skaitļa svārstību izskaidrojums atsevišķos Daugavas punktos nebūtu vienkāršs un nepārliciecinātu, jo, kā jau agrāki aizrādīts, chlōra skaitļa noteikšana praksē tikai reti izdarīta, turklāt vēl pavisam citādos apstākļos. Jāņem vērā, ka Daugavā iekļūst Rīgas pilsētas robežās ne tikai notekūdeņi vien, bet tur ietek arī dabiskas pietekas, kā Milgrāvis, Bolderāja, Kileveina un Hapaka grāvji un dažas citas. Bez tam jāievēro, ka bieži apakšējos slāņos Daugavas ūdenim var būt piejaukts dažādā daudzumā arī jūras ūdens. Ka šādi ūdeņi zināmos apstākļos var ietekmēt Daugavas ūdens chlōrsaistāmspēju, to rāda 1930. gada 21. oktobrī iegūti chlōra skaitļi, kas Daugavā dažādās vietās, sākot ar Kvadrāta fabriku un beidzot ar jūras moliem, svārstījās starp 46,6 un 49,7. Milgrāvi tanī pašā laikā iegūtie



skaitļi bija 44,4 un 45,1, Sarkandaugavā tie sasniedza 72,0, turpretim jūras ūdenī, kas bija smelts pie kaucošās bojas 1 m virs jūras dibena, chlōra skaitlis bija tikai 18,3.

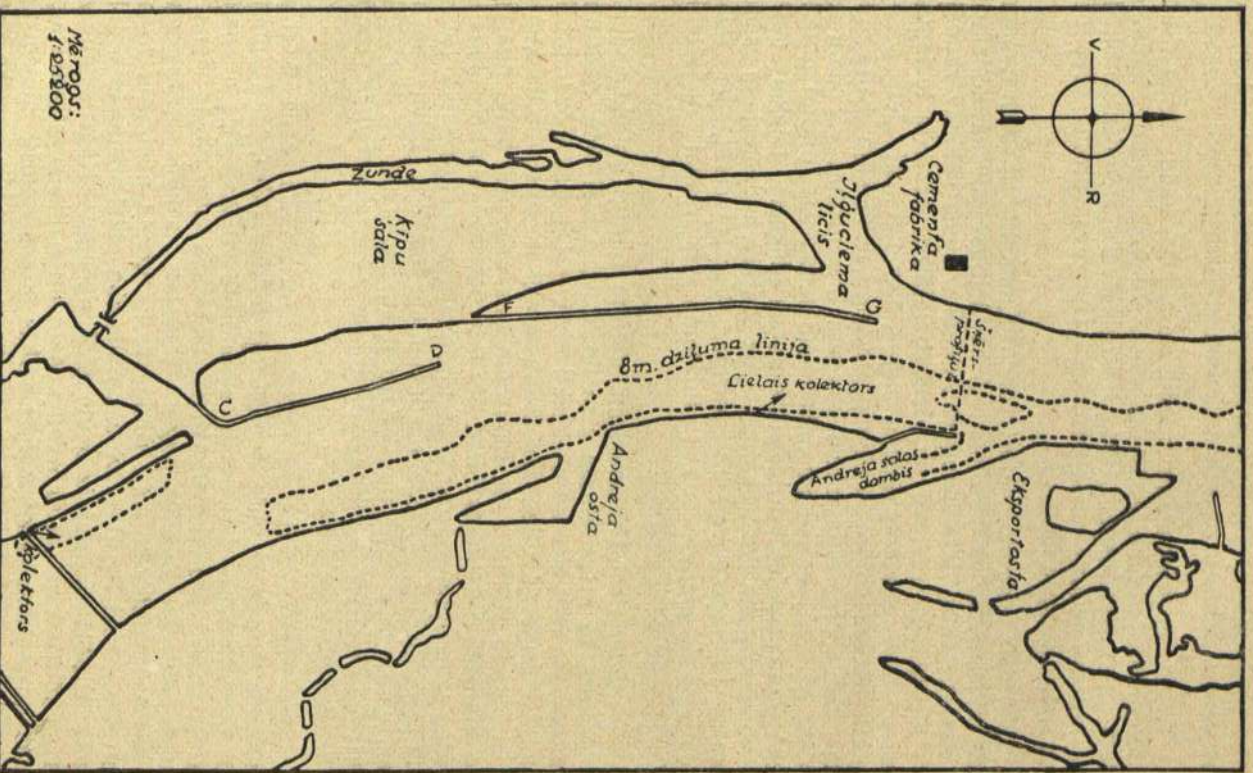
Tā kā iepriekš nemaz nebija nosakāms, kādā veidā šādu dažādu ūdeņu piejaukšanās Daugavas ūdenim varētu ietekmēt pēdējā chlōrsaistāmpēju, tad Froboese's metodes pārbaudīšanu nolēmu izdarīt nevis gareniskā Daugavas profilā, bet gan Daugavas šķērsprofilā.

Kā visizdevīgāko vietu izvēlējās Cementfabrikas un Eksportostas rajonu, mazliet pāri par 0,5 km lejpus galvenā kolektora (5. attēls). Šinī vietā Daugavas ūdens visumā vēl nav zaudējis savu vienmērīgo sastāvu un viengabalainību, bez tam te ieplūst Daugavā galvenās notekūdeņu masas, tāpēc taisni šeit varēja sagaidīt lielāku chlōra skaitļa pieaugumu nekā kuņā katrā citā vietā. Šai šķērsprofilā izvēlē bez tam bija nozīme vēl citam apstāklim. Līdz tam laikam nekādējādi neizdēvās pilnīgi noteikti izsekot Daugavā ieplūdušās notekūdens plūsmas tālākai gaitai pat kolektora tuvākā apkaimē. Aiz vairākiem iemesliem šādas plūsmas noteikšana bija ļoti svarīga. Varēja cerēt, ka taisni Froboese's metode būs šī jautājuma izšķiršanai noderīgāka par jeb kuņu citu metodi.

Lai ūdens raudžu smelšana notiktu pilnīgi noteiktās vietās, kā dziļuma, tā arī attāluma ziņā no krasta (tikai tādā gadījumā izraudzītos punktus varētu eksakti atzīmēt Daugavas šķērsprofilā plānā), nedrīkstēja ūdensievākšanu izdarīt no apstādināta kuģīša vai laivas, jo straume tos pamazām nes uz leju. Šeit bija jālieto hidrometrija precīzākiem darbiem ieteikts darba plāns — visādus izmērījumus izdarīt, pieturoties pie nostiprinātas trosas. Šādu komplikētu, ar lieliem izdevumiem saistītu ūdensievākšanas veidu bija iespējams izdarīt tikai, docentam R. P ā v e l a kungam ļoti laipni pretimnākot, kuņam es arī šinī vietā izsaku savu sirsnīgo pateicību.

Pati ūdens raudžu ievākšana norisinājās šāda kārtība. Apmēram Daugavas vidū noenkuroja lielāku laivu, kuņā novietojās 4 strādnieki. Laivā bija uzmontēta vinčas ierīce ar uztītu tērauda trosu. Pārējie brauciena dalībnieki novietojās vienā tā saucamā pilsētas Zundas kuģītī. Pēdējais sajēma trosas galu un pamazām vilka to pāri Daugavai uz krasta pusi, kur to nostiprināja. Tad trosu ar vinčas palīdzību atkal uztīna tik tālu, līdz tā izrādījās stingri izstiepta pāri pusupei. Kuģītis nu varēja apstāties kuņā katrā vēlamā vietā un palikt piestiprināts pie trosas turpat visu laiku, kamēr vilkās ūdens raudžu noņemšana un pārējie izmērījumi. Ik pa 10 m uz trosas bija sevišķa zīme, kas deva iespēju ļoti precīzi noteikt katras stacijas attālumu no krasta. Katrā stacijā noteica arī upes dziļumu, un tā kā





5. attēls. Izmeklējamā Daugavas rajona un viņa apkārtnes plāns.



visi ūdens smēļēji nojēma raudzes no noteikta dziļuma, tad bija iespējams katras raudzes noņemšanas punktu noteikti fiksēt uz šķērsprofila plāna. Pēc visu raudžu noņemšanas trosas galu atkabināja no krasta un ar vinču atkal uztina laivā. Pirmā braucienā, kad izmeklēja visu Daugavas šķērsprofilu, pēc trosas atkabināšanas un uztīšanas tās galu pārvilka no jauna uz otro krastu, kur to piestiprināja, pie kam laiva palika savā vecajā vietā. Trosas galu labajā krastā nostiprināja pie paša Andrēja ostas dambja gala, apmēram 665 m attālumā no liela kolektora iztekas Daugavā. Upes platums šinī vietā ir 420 m.

Techniski trosas piestiprināšana un viss pārējais darbs norisinājās diezgan gludi, jo brauciena personālam bija jau piedzīvojumi šāda veida darbos. Docents Pāvels jau agrāki bija mēģinājis noskaidrot notekūdeņu plūsmu Daugavā, noteicot ūdeni skābekļa daudzumu pēc Bach'a. Šī metode izdarāma ļoti vienkārši, ātri un uz vietas, pretēji pārējām parasti lietotām skābekļa noteikšanas metodēm. Lai arī šinī gadījumā nodrošinātu pilnīgi noteiktu atsevišķo raudžu noņemšanu, bija jāņem palīgā trosa. Šīs analīzes izdarīja paši kanalizācijas nozares darbinieki.

Vienā braucienā ziemā ūdens raudzes jēma no āliņģiem, pie kam attālumus no krasta izmērija ar slodžu mēru.

Ūdens raudžu noņemšanai lietoja Sigsbee ūdens smēlēju, tad Rīgā pēc Wittning'a modeļa konstruēto ūdens smēlēju, ko aprakstījis Putniņš (1929), kā arī Meyer'a pudeles. Iesmelto ūdeni pārlēja vienlītru stikla pudelēs ar ieslīpētu aizbāzni. Skābekļa noteikšanai lietoja paškalibrētas, apmēram 250—300 cm<sup>3</sup> lielās stikla pudeles. Vislielākās priekšrocības ir Rīgā konstruētajam ūdens smēļējam. To var ūdeni iegremdēt ļoti ātri, jo aparāta cilindriskā tvertne ir abos galos pilnīgi vaļā. Tā samērā lielais svars gandrīz tūlīt pēc iegremdēšanas dod aparātam stātenisku stāvokli. Sigsbee ūdens smēlēja tvertnes gali ir pa daļai aizsegti vākiem, kas atstāj tikai samērā ļoti šauras starpas starp cilindrisko tvertnes ķermeni un vākiem. Tāpēc Sigsbee aparāts jāgremdē ūdenī lēnām, lai viss ūdens stabs virs nodomatā dziļuma izietu aparātam cauri. Tikai tādā gadījumā ir garantija, kā ievāktais ūdens ir tiešām smelts nodomatā dziļumā. Bez tam šis aparāts ir diezgan viegls, un bez atsvara upes straume nes to lejup.

Lielas grūtības bija ziemā, kad gaisa temperatūra bija zem nulles. Ūdens smēlēju aizgriezņi tad ātri aizsalst ciet, un paši aparāti lietojami tikai pēc aizgriezņu atkausēšanas. Rīgas aparātam vēl tā nelaime, ka apledo stieņi, gar kuņiem slid tvertnes vāki. Rezultātā aparāta tvertne neslēdzas hermētiski ciet.



Visērtāka, visātrāka un visvieglāka ūdens raudžu noņemšana ir ar Meyer'a pudeli, bet šeit jāievēro, ka pudelē arvienu paliek zināmas, kaut gan ļoti niecīgas atliekas no iepriekšējās raudzes, kuņas tad piejaucas klāt nākošai. Jāatzīmē, ka skābekļa raudžu noņemšanai Meyer'a pudeles neder nemaz, jo ūdens šeit liesus jāpārlej no smēlēja skābekļa pudelēs. Šādas procedūras laikā ūdeni var ļoti viegli iekļūt gaisa skābeklis, vai arī ūdens var zaudēt zināmu daļu skābekļa, ja tas ir bijis ar skābekli pārsātināts. Blakus ūdens raudžu noņemšanai izmēriju upes dziļumu, gaisa temperatūru, ūdens temperatūru augšējos un apakšējos slāņos un ūdens caurredzamību. Pēdējo noteica ar Secchi platēm. Ūdens temperatūru noteica ar ļoti precīzajiem Richter'a un Wiese's apgāzamiem termometriem. Visi šie instrumenti un aparāti bija patināti no L. Ū. Hidrobioloģiskās stacijas.

Par dziļumiem, no kuņiem ūdens raudzes smeltas, jāsaka sekošais. Vispirms, izvēlējamies dziļumus 1,25 m zem ūdens virsmas un 1 m virs upes dibena. Visi agrākie Daugavas pētījumi izdarīti šādos dziļumos. Lai būtu iespējams saistīt šos speciālos pētījumus ar agrāk izdarītajiem, bija jāpatur šie dziļumi. Novērojumi rādīja, ka zemāk par 1 m virs upes dibena tiešām nevar iet, jo tad ūdens raudzēs ļoti viegli iekļūst dūņu daļiņas, kas, protams, stipri ietekmē ķīmiskās analīzes rezultātus. Tāpat nav atļaujams pieiet pārāk tuvu ūdens virsmai, jo tad raudzēs viegli varētu iekļūt dažādas peldvielas, ko bagātīgā mērā ieplūdinā Daugavā lielais kollektors. Zināmos apstākļos var Daugavā izsekot šai kollektora peldvielu joslai vairākus kilometrus lejup. Pūšot ļoti vājam vējam, kad Daugavas ūdens gluži viegli saviļņots, šī peldvielu josla var būt pilnīgi gluda, un tad tā ļoti labi atšķiras no tīra ūdens, kas tek gar šīs joslas abām malām. Šis fainomens ir labi izprotams, ja ievēro, ka ar notekūdeņiem ieplūst ļoti daudz tauku un eļļveidīgu vielu, kas uzpeld uz upes ūdens virsmas un tā neļauj ūdenim Daugavā viscauri viļņoties. Saprotams, ka kaut cik stiprākam vējam pūšot, šī josla vairs nav saskatāma.

Pārējie dziļumi bija atsevišķos braucienos dažādi.

Laboratorijā bez Froboese's chlōra skaitļa noteica vēl tādas sastāvdaļas un īpašības, kam parasti ir nozīme ūdens samaitāšanas jautājumā izšķiršanā, kā kalija permangānāta patēriņu (pēc K u b e l - T i e m a n n'a), skābekļa daudzumu, viņa daudzumu pēc 48 stundām, viņa piesātināšanas procentu  $\left(\frac{100 \cdot O_2}{O_2'}\right)$  un zaudi pēc W i n k l e r'a. Tad vēl pa vienai reizei noteica Nikolai chlōrsaistāmspēju un chlōridu saturu.

Zināmu secinājumu par ūdens tīrības, resp. netīrības gradu varētu dot vēl ūdens sausas, kā arī tās zaudes noteikšana pēc dedzināšanas. Tā kā eksaktai šo lielumu noteikšanai vajadzīgi



platīna trauki, tad no šīs operācijas bija jāatsakās. Institūta rīcībā ir tikai viena platīna bļodiņa, un ietvaicējot no katras analīzes tikai pa 100 cm<sup>3</sup>, sausas un zaudes noteikšana 30 raudzēs vilktos vismaz vienu mēnesi. Protams, šādā laikā ūdenī, ja arī to visu laiku uzglabātu uz ledus, jāiestājas dažādām ķīmiskām pārmaiņām, kas neatļautu salīdzināt visus sakoptos rezultātus.

## I. brauciens — 1930. g. 4. novembrī.

Brauciena personāls bija novietots uz pilsētas kuģīša „I“. Pavisam bija izvēlētas 8 stacijas, kuņu dislokācija redzama 51. tabulas paskaidrojumos. Katrā stacijā ūdens raudzes jēma 3 dziļumos — 1,25 m dziļumā zem ūdens virsmas, 1 m virs upes dibena un tad pašā upes pusdziļumā. Analīzes rezultāti ir sakopti 51. tabulā.

Chlōra skaitlis (3. aila). Salīdzinot atsevišķos chlōra skaitļus dažādos šķērsprofila punktos, krita acīs, ka šo skaitļu absolūtie lielumi stipri svārstījās, bet ka tanī pašā laikā šīs svārstības pārvaldīja zināma likumība. Daugavas vidū bija konstatējama josla, kurā Froboese's chlōra skaitlis gandrīz nemaz nemainījās. Šī josla iejēma gandrīz pusi upes šķērsriezuma. Šī apstākļa lielā nozīme ir jau agrāki izcelta, jo tikai tad var cerēt iegūt dziļāku ieskatu notekūdeņu izplūšanas veidā un tālākā gaitā upes ūdenī, ja notekūdeņi sastopas ar homogenu, sastāva ziņā vienmērīgu upes ūdens masu. Šīnī joslā chlōra skaitļi svārstījās starp 51,0 un 51,9, novērotās diferences bija, tā tad, ļoti nelielas un atļāva atzīt Daugavas ūdeni upes vidū gandrīz par pilnīgi vienmērīgu. Turpretim tuvojoties abiem krastiem, chlōra skaitļi, kā tas bija sagaidāms, pieauga, pie kam labajā krastā šīs pieaugums bija daudz lielāks (novērotais maksimums 61,1) nekā kreisajā (53,7). Šāds chlōra skaitļa pieaugums gar abiem Daugavas krastiem varēja būt tikai notekūdeņu ieplūšanas sekas Daugavā. No labā krasta ieplūdinā notekūdeņus lielais Rīgas kolektors, no kreisā Pārdaugavas kolektors. Tāpēc ir pilnīgi dabīgi, ka kreisā krasta tuvumā chlōra skaitļa pieaugums ir daudz mazāks nekā labajā upes pusē. Kreisā pusē ieplūdušo notekūdeņu masa ir daudzkārt mazāka, arī ceļš, kas bija notekūdeņiem jānoiet līdz izvēlētam Daugavas šķērsprofilam, bija daudz garāks.

Lai aina taptu vēl pārskatāmāka, tad labā krasta tuvumā (I, II, III un IV stacijā) iegūtie rezultāti attēloti grafiski (6. attēls). Uz attēla dziļumi pārskatāmības labād ir četrkārt palielināti, salīdzinot ar attālumiem no labā krasta. Uz profila attiecīgos punktus atzīmēti attiecīgie chlōra skaitļi. Tad starp katriem



51. tabula.

I. braucienā 1930. g. 4. novembrī

Stacija	Raudzes dziļums m	Froboese's chlōra skaitlis	Kalija permanganāta patēriņš	Skābeklis mg/l	Skābeklis pēc 48 <sup>h</sup> mg/l
1	2	3	4	5	6
I	1,25	58,6	69,0	10,98	8,96
"	4,5	58,8	68,6	10,83	9,02
"	8,0	61,1	69,0	10,69	8,08
II	1,25	58,1	68,5	10,76	8,53
"	4,3	54,2	67,7	10,90	9,17
"	7,6	57,8	68,5	10,73	8,97
III	1,25	51,0	66,7	10,97	10,04
"	4,4	52,9	67,0	10,88	8,96
"	7,8	55,5	68,3	10,76	9,35
IV	1,25	51,2	66,6	10,89	10,54
"	4,2	51,1	66,3	10,86	10,63
"	7,4	51,5	66,8	10,72	10,54
V	1,25	51,9	66,9	10,99	10,60
"	4,0	51,8	66,9	10,99	10,56
"	7,1	51,6	67,2	10,81	10,40
VI	1,25	51,9	66,4	10,81	10,47
"	4,0	51,7	66,7	10,80	10,51
"	7,1	51,7	67,1	10,84	10,75
VII	1,25	53,7	66,4		
"	3,9	53,4	66,4		
"	6,8	53,2	66,7		
VIII	1,25	53,2	66,1	10,50	9,67
"	4,0	52,3	66,3		
"	7,0	53,7	66,4	10,27	9,16

## Paskaidrojumi pie 51. tabulas.

I. stacija: raudžu ievākšanas laiks —  $10^{1/2}h$ ; attālums no labā krasta — 25 m; upes dziļums — 9,0 m; caurredzamība pēc Secchi — 0,60 m; ūdens temperatūra 1,25 m dziļumā  $8,00^{\circ}C$ , 4,5 m dziļumā  $7,90^{\circ}$ , 8,0 m dziļumā  $7,90^{\circ}$ ; gaisa temperatūra —  $9,4^{\circ}$ .

II. stacija: attiecīgie dati:  $11^{1/2}h$ ; 50 m; 8,6 m; 0,75 m; 1,25 m —  $8,00^{\circ}$ , 4,3 m —  $7,85^{\circ}$ , 7,6 m —  $7,75^{\circ}$ ;  $9,3^{\circ}$ .

III. stacija: attiecīgie dati:  $12h$ ; 75 m; 8,8 m; 0,85 m; 1,25 m —  $8,00^{\circ}$ , 4,4 m —  $7,80^{\circ}$ , 7,8 m —  $7,80^{\circ}$ ;  $9,2^{\circ}$ .

\*) Analīzes izdarītas Rīgas pilsētas Pasteur'a institūtā. (Direktors



ievākto raudžu analīzes rezultāti.

$\frac{100. O_2}{O_2}$	Skābekļa zaude	Chlōrsaistām- spēja pēc Nikolai	Kopējais dīglu skaits	Anaerobo dīglu skaits
7	8	9	10*)	11*)
92,97	2,02	10,81	15780	1485
91,47	1,81	10,92		
90,29	2,61	11,16	47300	4250
91,11	2,23	10,99	42150	4800
91,98	1,73	10,67		
90,32	1,76	10,81	41050	2650
92,83	0,93	9,98	8125	420
91,66	1,92	10,15		
90,65	1,41	9,94	22500	4100
91,98	0,35	9,94	6160	400
91,41	0,23	10,08		
90,23	0,18	9,94	3475	410
92,82	0,39	10,15	4150	565
92,59	0,43	10,12		
91,07	0,41	10,29	1660	280
91,30	0,34	10,33	960	70
91,14	0,29	10,19		
91,32	0,09	10,12	2050	335
		10,22	3805	240
		10,39		
		10,39	2750	335
88,91	0,83	10,46	9250	755
		9,94		
86,52	1,11	10,36	3435	210

IV. stacija: attiecīgie dati:  $12\frac{1}{2}h$ ; 100 m; 8,4 m; 1,05 m; 1,25 m —  $7,90^{\circ}$ , 4,0 m —  $7,75^{\circ}$ , 7,4 m —  $7,75^{\circ}$ ;  $9,0^{\circ}$ .

V. stacija: attiecīgie dati:  $14h$ ; 150 m; 8,1 m; 1,10 m; 1,25 m —  $7,90^{\circ}$ , 4,0 m —  $7,80^{\circ}$ , 7,1 m —  $7,80^{\circ}$ ;  $9,2^{\circ}$ .

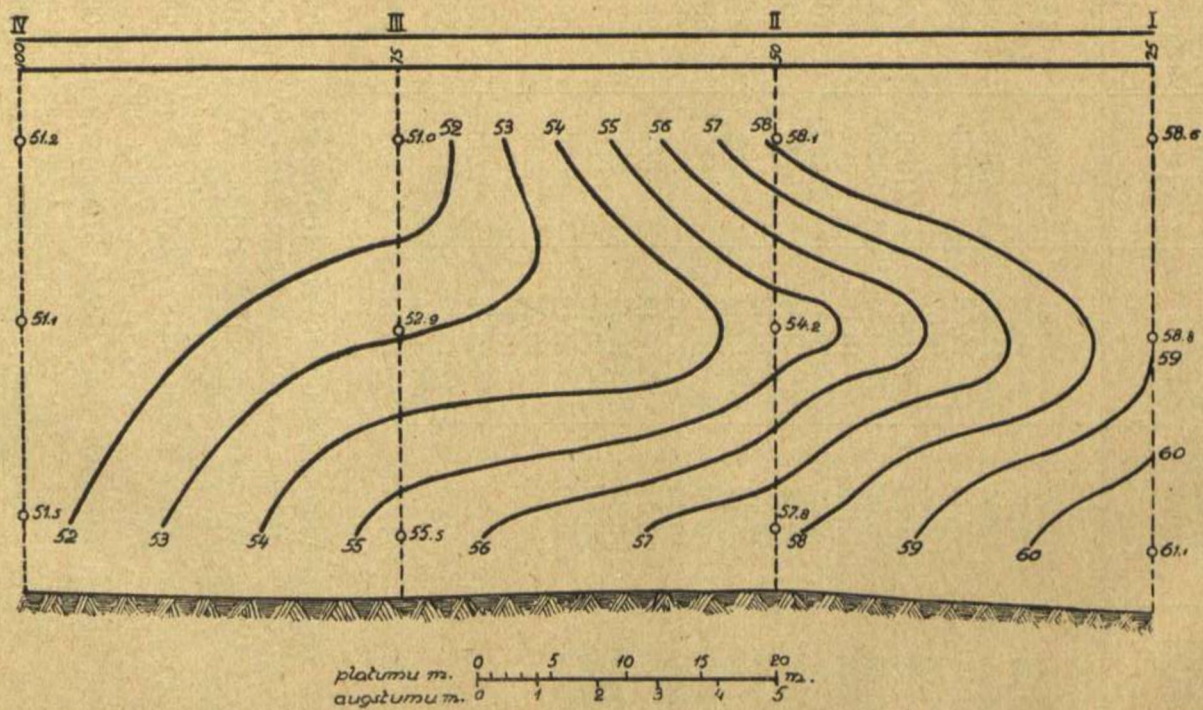
VI. stacija: attiecīgie dati:  $14\frac{1}{2}h$ ; 200 m; 8,1 m; 0,95 m; 1,25 m —  $7,90^{\circ}$ , 4,0 m —  $7,85^{\circ}$ , 7,1 m —  $7,80^{\circ}$ ;  $8,9^{\circ}$ .

VII. stacija: attiecīgie dati:  $16\frac{1}{2}h$ ; 370 m; 7,8 m; 1,00 m; 1,25 m —  $7,90^{\circ}$ , 3,9 m —  $7,75^{\circ}$ , 6,8 m —  $7,75^{\circ}$ ;  $8,6^{\circ}$ .

VIII. stacija: attiecīgie dati:  $17h$ ; 320 m; 8,0 m; 1,00 m; 1,25 m —  $8,00^{\circ}$ , 4,0 m —  $7,90^{\circ}$ , 7,0 m —  $7,80^{\circ}$ ;  $8,8^{\circ}$ .

prof. Dr. R. Adelheim's).





6. attēls. 1930. g. 4. novembrī izmeklēta Daugavas šķērsprofila izoachmu sistēma.



diviem kaimiņu punktiem kā horizontālā, tā vertikālā virzienā ar vienkāršu interpolāciju aprēķināti un uz profila atzīmēti visi pilnie chlōra skaitļi. Beidzot visi punkti ar vienādiem chlōra skaitļiem savienoti līnijām.

51. tabulas skaitļi un sevišķi 6. attēls rāda ļoti pārskātāmā veidā notekūdeņu sadalīšanos Daugavā Cementfabrikas un Eksportostas rajonā. Redzams, ka 4. novembrī notekūdeņi galvenā kārtā plūda gar upes labo krastu sevišķi gar tās dibenu. Notekūdeņu ietekme bija izzudusi Daugavas dziļajos slāņos starp 75 un 100 m no krasta. 75 m attālumā no labā krasta (III. stacijā) ūdens pusdziļumā bija daudz tīrāks nekā dibena tuvumā, bet 1,25 m dziļumā tas bija jau pilnīgi tīrs. Notekūdeņu ietekme šeit ūdens virsējās slāņos uz chlōra skaitļi vairs nebija novērojama. Bez tam uz attēla skaidri redzams, ka kāds spēks piespiež notekūdeņus pie krasta. To kodols tika atrasts I. stacijā (25 m no krasta) 1 m virs dibena. Vēl netirāks ūdens varēja būt ēventuāli starp I. staciju un pašu krastu. Notekūdeņu straume pēc ieplūšanas Daugavā iet šķietami pa ceļu, kuŗa turpinājums krusto krastmalu, resp. upes asi apmēram  $70^{\circ}$ — $80^{\circ}$  leņķī, bet jau 665 m zemāk izvēlētā šķērsprofilā notekūdeņi izrādījās novirzīti pilnīgi uz labā krasta pusi. Spēks, kas šādu novirzīšanu izdara, ir labi saprotams, ja ievēro Daugavas situācijas plānu. Daugava tek gar Latgales priekšpilsētu un gar Zaķusalu gandrīz taisnā virzienā. Iztecējusi cauri visiem 3 mūsu tiltiem, tās ūdens masām stājas ceļā Ķīpusala ar saviem abiem mōliem. Katra ta snā virzienā tekoša upes straume likumos tiek lauza un novirzīta uz otro upes krastu. Tas pats atkārtojas upes otrā krastā, un upes straume plūst tālāk, reflektēdamās no viena krasta uz otru, pie kam refleksijas pamazām samazinās. Konkrētā gadījumā visa Daugavas ūdens masa, kas tecējusi lielāku gabalu taisnā virzienā, uzdrāžas virsū stiprajiem Ķīpusalas mōliem CD un FG un reflektējas no tiem Eksportostas virzienā. Pa ceļam šis reflektētās ūdens masas ar lielu dzīvo spēku sastop no kollektora izplūstošos notekūdeņus. To masa ir daudz simtu reižu mazāka nekā Daugavas upes masa, un pēdējā, iespiežoties notekūdeņu straumei sānos, piespiež to jo viegli pie labā krasta. Turklāt nāk vēl klāt kāds cits faktors, kas ir pat eksperimentāli pierādīts. Ja k o b i (1930) sīkākī pārbaudīja 1926. g. Inženierkonstrukciju Pētīšanas institūta hidrotechnikas laborātorijas būvju silē dažādu prōjektēto Daugavas rēgulēšanas darbu ietekmi uz upes režimu. Apskatīja rajonu no Foku muižas līdz Andreja ostai, turpretim kollektora un Eksportostas rajons palika neizpētīts. Starp citu pārbaudīja straumes ietekmi arī tādos apstākļos, kas atbilda toreizējam stāvoklim, pie kam iegūtā aina bija šāda: „Upē augšpus tiltiem rodas piesērējumi. Duŗas acis no Lucavsalas attekas nākošā ūdens ietekme upes daļā pie muitas krasta, pie kam šī straume no-



virza galveno straumi pa labi, pamazinot izskalojumu pie dambja CD (Kīpsalā) un piesērējumus muitas rajonā". Šie apstākļi arī izskaidro, kāpēc šīnī rajonā agrākos gados 100 m attālumā no krasta jemtās ūdens raudzes ķīmiskā ziņā bieži līdzinājās pilnīgi tīrajam augšpus pilsētas smeltajam ūdenim.

6. attēlā uzzīmētās līnijas ir pēc savas būtības izolīnijas, tas ir līnijas, kas savieno punktus ar vienu un to pašu īpašību. Tāpēc likās lietderīgi dot šādām līnijām speciālu nosaukumu. Šādam nolūkam izvēlējās grieķu vārdus *ἴσος*, līdzīgs, vienāds, un *ὁ ἀβήμος*, netrūmi (Unreinigkeit jeder Art) un radiju jaunu nosaukumu — izoachma. Izoachmas tā tad nozīmē līnijas, kas savieno ūdenī punktus ar vienādu chlōrsaistīgu vielu daudzumu, izteiktu Froboese's chlōra skaitļos.

Ūdens chlōrsaistāmā spēja pēc Nikolai (9.aila). Blakus Froboese's chlōra skaitlim ūdens chlōrsaistāmā spēju noteica pēc Nikolai. Salīdzinot abus skaitļus, redzams, ka abus gadījumos novērojama zināma paralēlitāte. Visaugstākajam Froboese's chlōra skaitlim (61,1) atbilst visaugstākais Nikolai skaitlis (11,16), viszemākajam Froboese's skaitlim (51,0) stāv pretim Nikolai skaitlis 9,98, kas ir tikai ļoti nedaudz augstāks par viszemāko novēroto Nikolai skaitli (9,94). Tomēr ievērojot samērā ļoti nelielās diferences, ko dod Nikolai metode, notekūdeņu sadalīšanās aina iznāk daudz nenoteiktāka nekā pirmajā gadījumā. Iegūtie skaitļi tā nepārliecina, lai uz to pamata būtu iespējams izkonstruēt izoachmām analogisku izolīniju sistēmu. Tāpēc nākamajos braucienos Nikolai metodi vairs nelietoju.

Kalija permangānāta patēriņš (4.aila). Šī klasiskā ūdens organisko vielu noteikšanas metode visumā izrādījās šīnī gadījumā par samērā mazjūtīgu. Lielākās notekūdeņu koncentrācijās upes ūdenī, kā tas bija labā krasta tuvumā, arī kalija permangānāta patēriņš pieauga, ko skaidri rādīja visas I. un II. stacijas ūdens raudzes un III. stacijas dziļuma raudze. Šis pieaugums bija turklāt samērā līdzīgs chlōra skaitļa pieaugumam. Augstākam chlōra skaitlim (61,1) atbilst arī vislielākais kalija permangānāta patēriņš (69,0). Tāpat upes vidus daļā, kur chlōra skaitlis svārstījās ļoti nelielos apmēros, arī permangānāta patēriņš bija vienmērīgs (66,3—67,2). Turpretim ar tā palīdzību neizdevās pierādīt kreisā krasta tuvumā samērā nelielo ūdens samaitāšanu, ko radīja Pārdaugavas kollektora notekūdeņu ieplūšana Daugavā. Tas saprotams, ja ievēro tās atšķirības, kas ievērojamas starp maksimālo un minimālo kalija permangānāta patēriņu un chlōra skaitļiem. Absolūtos skaitļos rēķinot, diference ir pirmajā gadījumā 10,0, bet otrā tikai 3,7. Protams, ievērojot samērā nelielos notekūdeņu daudzumus, kas iekļūst Daugavā no kreisā krasta,



chlōra skaitlis ir tikai nedaudz paaugstināts (maksimums kreisā krastā ir 53,7 pret 51,0 vistīrākajā vietā Daugavas vidū), tomēr pieaugums ir pilnīgi noteikti saredzams visās VII. un VIII. stacijas raudzēs. Turpretim kalija permangānāta patēriņš šeit nespēja pierādīt notekūdeņu iekļūšanu Daugavā.

Visumā jāatzīst, ka pēdējā metode konkrētā gadījumā izrādījies mazāk jūtīga nekā chlōrsaistāmspējas noteikšana pēc F r o b o e s e's. Pamatojoties uz tās datiem, nav iespējams tik sīki raksturot Daugavas ūdens nevienādo samaitāšanu ar notekūdeņiem, kā to atļāva uz F r o b o e s e's chlōra skaitli dibinātās izoachmas.

S k ā b e k l i s (5. aila). Skābekļa saturs ir ļoti bieži lietots kā ūdens sabojāšanas indikators atklātās ūdens tvertnēs. Visdažādākās organiskas vielas oksidējas lielākā vai mazākā mērā, ātrākā vai lēnākā tempā uz ūdenī izšķīdušā elementārā skābekļa rēķina. Skābekļa redukcija ūdenī norisinās jo stiprāki un jo ātrāki, jo vairāk organisko vielu ir ūdenī, jo labilākas tās ir un jo īsāku laiku tās atradušās ūdenī. Taisni notekūdeņi sevišķi plašos apmēros saista ūdens skābekli, bieži samazinādami tā daudzumu līdz minimumam.

Skābekļa analīzes rezultāti rāda, ka konkrētā gadījumā skābekļa daudzuma noteikšanai nav bijis nozīmes, izšķirot jautājumu par Daugavas ūdens sabojāšanu ar Rīgas notekūdeņiem. Daugavas vidus daļā, kur, kā to pierādīja visas iepriekš aplūkotās metodes, tecēja vienmērīga tīra ūdens straume, skābekļa daudzums svārstījās starp 10,72 un 10,99 mg/l. Turpretim I. un II. stacijas raudzēs, kur notekūdeņu piemaisījums bija vislielākais, attiecīgie skaitļi svārstījās starp 10,69 un 10,98 mg/l. Kā redzams, skābekļa saturs vistīrākā un visnetīrākā daļā svārstījās gandrīz tās pašās robežās. No kreisā krasta bija iespējams ievākt tikai 2 raudzes, un šeit skābekļa saturs bija apmēram par 0,5 mg/l mazāks nekā citās vietās. Šeit, jādodomā, skābekļa saturu nav samazinājuši Pārdaugavas kollektora notekūdeņi vien, bet arī stagnējošie Ilguciema liča un Zundas ūdeņi, kuriem arī jāplūst gar kreiso Daugavas krastu. Skābekļa samazināšanās klusos upes līčos ar stagnējošiem ūdeņiem ir bieži novērojama parādība.

S k ā b e k ļ a p i e s ā t i n ā š a n a s p r ō c e n t s (7. aila). Blakus absolūtajam skābekļa daudzumam parasti mēdz atzīmēt atklāto ūdens tvertņu analīzēs arī tā piesātināšanas prōcentu. Jo vairāk organisko viegli oksidējamo vielu ir ūdenī un jo ilgāki tās tur atradušās, jo mazāk būs, protams, skābekļa. Tāpēc skābekļa piesātināšanas prōcentam bieži ir liela nozīme, jo tas skaidrāki nekā pats skābekļa daudzums rāda, cik katrā gadījumā patiesībā palicis pāri no iespējamā skābekļa daudzuma,



kas ir stiprā mērā atkarīgs no acumirkīgās ūdens temperatūras. Skābekļa piesātināšanas procenta vietā bieži lieto arī skābekļa deficītu (Sauerstoffdefizit). Skābekļa deficīts raksturo to skābekļa daļu milligrammos (vai arī kubikcentimetros), kuŗas trūkst izmeklējamā ūdenī no tā daudzuma, kas ir sastopams ar skābekli piesātinātā ūdenī ar to pašu temperatūru (Ohlmüller's un Spitta 1931).

Līdzīgi skābekļa daudzumam, Daugavā skābekļa piesātināšanas procents svārstījas zināmās robežās. Jā salīdzina atkal līdzīgā kārtā tā svārstības vistīrākā un visnetīrākā upes daļā, tad redzams, ka pirmā gadījumā šis procents svārstījas starp 90,38 un 93,11, turpretim otrā gadījumā starp 90,25 un 93,00, tā tad gandrīz tanīs pašās robežās. Kreisā krasta tuvumā, kur ūdens temperatūra bija gandrīz tāda pati kā citur, bet skābekļa daudzums zemāks, arī piesātināšanas procentam, protams, bija jābūt zemākam (86,40 un 88,68).

Skābeklis pēc 48<sup>h</sup> (6. aila). Skābekļa daudzuma un piesātināšanas procenta noteikšana, tā tad, nepalīdzēja noskaidrot notekūdeņu likteni Daugavā. Turpretim labākus rezultātus deva skābekļa daudzuma noteikšana 48 stundas pēc raudžu ievākšanas. Un tas ir arī viegli saprotams. Izvēlētais Daugavas šķērsprofils ir tik tuvu lielajam kollektoram, ka laika sprīdim, kuŗā notekūdeņi nonāk līdz profilam, jābūt īsam. Ievērojot, no vienas puses, Pāvēla (1927) atzīmēto normālo vidējo Daugavas straumes ātrumu (600 m stundā) un, no otras puses, šķērsprofila attālumu no kollektora iztekas (665 m.), var viegli aprēķināt, ka Daugavas ūdens nonēs notekūdeņus no lielā kollektora līdz profilam apmēram vienā stundā. Tik īsā laikā arī nevar sagaidīt sevišķi ievērojamu skābekļa daudzuma samazināšanos. Lieta kļūst citāda, ja, kā jau minēts, skābekli nosaka 48 stundas pēc raudžu ievākšanas. Raudzes ievācot, skābekļa pudelēs, protams, iekļūst arī tās notekūdeņu daļiņas, kas plūst caur noteikto staciju un noteikto dziļumu. 48 stundas ir diezgan īlgs laiks, lai nevienādā daudzumā ievāktās organiskās vielas — ja visi pārējie ārējie faktori līdzīgi — patērētu ūdens skābekli nevienādā mērā. Netīrākajās raudzēs skābekļa daudzums pēc 48 stundām sagaidāms zemāks nekā tīrajās.

Tā tas tiešām arī bija. Vistīrākajās Daugavas vidus daļas raudzēs skābekļa daudzums pēc 48 stundām svārstījas starp 10,04 un 10,75, turpretim visnetīrākajās raudzēs (I., II. un III. stacijā) starp 8,08 un 9,35 mg/l. Vietā, kur chlōra skaitlis bija visaugstākais (61,1), skābekļa daudzums pēc 48<sup>h</sup> bija viszemākais (8,08 mg/l). Tomēr šāda saskaņa starp chlōra skaitli un starp skābekļa daudzumu, noteiktu pēc 48 stundām, nebija viscauri novērojama (piemēram III. stacijas atsevišķās raudzēs).



**Skābekļa zaude** (Sauerstoffzehrung) (8. aila). Labākas pārskatāmības dēļ ūdens organisko vielu ietekmi uz ūdeni izšķīdušo skābekli bieži aprēķina kā skābekļa zaudi. Skābekļa zaude apzīmē diferenci skābekļa daudzumā uz vietas un pēc 48 stundu ilgas stāvēšanas fiksētās raudzēs. Jo netīrāks bijis ūdens, jo lielākai jābūt skābekļa zaudei. To tiešām varēja novērot I. braucienā ievāktās raudzēs: piemēram 1. un 2. stacijā, kur pārējās metodes norādīja uz stipri paaugstinātu organisko vielu piejaukumu ūdenī, skābekļa zaude bija no 1,73 līdz 2,61 mg/l, turpretim tīrajā Daugavas vidus joslā no 0,09 līdz 0,43 mg/l.

**Caurredzamība** (Durchsichtigkeit). Caurredzamība, kā redzams no 51. tabulas paskaidrojumiem, labā krasta tuvumā (I., II. un III. stacijā) ir zemāka nekā pārējās Daugavas daļās. No vienas puses tas ir tīri dabīgi, jo kolektora notekūdeņi nes sev līdzi daudz dažādu peldvielu, kas viegli var samazināt ūdens caurredzamību. No otras puses jāatzīmē, ka tās noteikšana ir tomēr ļoti subjektīva un atkarīga no novērotāja redzes spējas, viņa ievingrināšanās u. t. t. Kaut cik salīdzināmus rezultātus var dot tikai viena un tā paša novērotāja dati. Vēl vairāk samazina caurredzamības vērtību tas apstāklis, ka arī ārējiem faktoriem, kā dienas laikam, dabiskās apgaismošanas intensitātei u. t. t., ir ievērojama nozīme ūdens caurredzamības noteikšanā. Tāpat jāievēro, ka arī dažādi neorganiskas dabas piemaisījumi, piemēram upē ieplūdināti smalki māli, stipri ietekmē caurredzamību. Tāpēc tai nevar piešķirt pārāk lielu lomu.

**Temperatūra.** Ūdens temperatūra svārstījās visā šķersprofilā ļoti niecīgos apmēros — apmēram tikai par  $0,25^{\circ}$  — un nedeļa ne mazāko aizrādījumu par notekūdeņu plūsmas gaitu Daugavā.

**Dīglu skaits** (10. un 11. aila). Kopā ar ūdens raudzēm ķīmiskām analizēm pirmā braucienā ievāca raudzes arī Pasteur'a institūtam, kas noteica ūdenī kopējo un anaerobo dīglu skaitu. Baktērioloģiskie dati atbalstīja un apstiprināja ļoti spilgtā veidā to notekūdeņu sadalīšanās ainu Daugavā Cementfabrikas un Eksportostas rajonā, kas attēlota pamatojoties uz Froboese's chlōra skaitli. Tā kā vispār chlōra skaitļa noteikšana atklātu tvertņu ūdeņos ir tikai reti izdarīta, tad kā vērtīgs papildinājums likās šo datu citēšana arī šai vietā, blakus ķīmiskām analizēm. Pasteur'a institūta direktoram profesoram R. Adelheim'a kungam, arī šai vietā izsaku sirsnīgu pateicību par atļauju šos datus publicēt.

Ievāktās raudzes bija smeltas 1,25 m dziļumā zem ūdens virsmas un 1 m virs upes dibena. Netīrajā joslā labā krasta tuvumā (I. un II. stacijā, III. stacijas dziļuma raudzē) chlōra skait-



lis svārstījās starp 55,5 un 61,1, kopējais dīgļu skaits — starp 15780 un 47300 vienā kubikcentimetrā. Tīrajā Daugavas joslā (IV., V. un VI. stacijā un III. stacijas augšējā raudzē) chlōra skaitlis bija stipri zemāks un turklāt ļoti vienmērīgs (51,0—51,9), tāpat dīgļu skaits šeit izrādījās stipri samazināts (960—8125), un tas apstiprināja, ka tiešām notekūdeņu galvenā masa plūst gar pašu labo krastu. Gar kreiso krasta pusi (VII. un VIII. stacijā) novērojams zināms neliels dīgļu skaita pieaugums (2750—9250). Ļoti līdzīgu ainu deva arī anaerobie dīgli, kuņu skaits minētās 3 joslās bija šāds: pirmā — 1485 līdz 4800, otrā no 70 līdz 565 un trešā no 210 līdz 755 vienā kubikcentimetrā. Tā tad arī bakterioloģiska ūdens analīze pilnā mērā apstiprināja Froboese's chlōra skaitļa diskusijā attēloto notekūdeņu sadalīšanās ainu Daugavā.

Savelkot kopā visus pirmā braucienā ievāktā materiāla analīzes rezultātus un novērojumus, jāatzīst, ka no visām lietotām ķīmiski higiainiskām metodēm par visjūtīgāko ir izrādījusies Froboese's chlōra skaitļa noteikšana. Līdz ar to šī brauciena rezultāti deva noteikti pozitīvu atbildi uz šīs darba daļas sākumā izvirzīto jautājumu — vai ūdens samaitāšanas jautājumu izšķiršanā Froboese's chlōra skaitlis nesola zināmos apstākļos daudz vairāk nekā visas pārējās parasti lietotās metodes. Tāpat visumā tika izšķirts blakus jautājums par notekūdeņu sadalīšanos Daugavā Eksportostas rajonā lejpus kollektoriem.

Līdz ar to varēja uzskatīt arī šo pētījumu daļu par nobeigtu. Tā kā vēl bija palikuši nenoskaidroti daži sīkāki apstākļi, piemēram notekūdeņu sadalīšanās gar pašu labo krastu, starp pēdējo un I. staciju, tad uz šo pašu rajonu sarīkoja vēl otru braucienu. Šoreiz galveno vērību piegriezta apstākļiem labā krasta tuvumā, kur, kā to rādīja pirmā brauciena rezultāti, noplūst notekūdeņu galvenā masa.

## II. brauciens 1932. g. 11. janvārī.

Braucēji novietoja uz pilsētas kuģīša „H.“ Šoreiz izvēlējās pavisam 9 stacijas. Pirmās astoņas stacijas aptvēra šķērsprofila daļu līdz 100. metram, skaitot no labā krasta. IX. stacijā (apm. 250 m no labā krasta) raudžu noņemšanu izdarīja, nepiestiprinot kuģīti pie trosas. Pretējā gadījumā trosu būtu vajadzējis pārvilkt no laivas uz otro krastu, kas laika trūkuma dēļ vairs nebija iespējams. Bet tā kā pēdējā stacija bija izvēlēta nolūkā iegūt tīru Daugavas ūdeni, kurā nebūtu ieplūduši notekūdeņi nedz no labā, nedz no kreisā krasta, tad šīs stacijas ļoti noteikta un precīza fiksēšana nebija vajadzīga. Šeit nojēma vienu raudzi no upes pusdziļuma. Pārējās 8 stacijas ūdens raudzes nojēma šādā kārtā.



3 stacijās 5 dziļumos, vienā 4, divās 3 un divās 2 dziļumos. Vietās, kur I. brauciens rādīja lielāku izoachmu sablīvēšanos, pavairoja kā staciju skaitu, tā arī viņu atsevišķo dziļumu punktu skaitu. Taisni šādā raudžu noņemšanas kārtībā Froboese's chlōra skaitļa nozīmei vajadzēja parādīties sevišķi spilgti. Ūdeni otrā braucienā jēma no šādiem dziļumiem — 1,25, 2, 3 un 5 m zem ūdens virsmas, kā arī 1 m virs upes dibena. Pašu darba gaitu stipri kavēja — sevišķi pirmās stundās — vižņi, kas apgrūtināja raudžu noņemšanu un kuģiša piestiprināšanu pie trosas. Tomēr visas grūtības izdevās pārvārtēt un raudžu noņemšana bija tik pat noteikta un precīza kā pirmo reizi.

Otrā braucienā ievāktā raudžu analīzes rezultāti sakopoti 52. tabulā.

**Chlōra skaitlis** (3. aila). Šī brauciena rezultāti tāpat attēloti grafiski (7. attēls). Uzlūkojot šo attēlu, pirmā acumirkli izliekas, ka iegūtā izoachmu sistēma stipri atšķiras no iepriekšējās, būdama daudz komplicētāka un saraustītāka. Pēdējo parādību pa daļai izskaidro daudz biežākais novērošanas punktu tīkls. Ja, piemēram, atmetot I. un II. staciju, novērošanu uzsāk tikai III. stacijā, tad aina kļūst daudz vienkāršāka un stipri tuvojas pirmā braucienā iegūtiem rezultātiem. Šeit vēl atzīmējams, ka III. stacija atradās 30 m tālu no krasta, kas ir tikai nedaudz tālāki par iepriekšēja brauciena I. staciju.

Arī šoreiz krīt acīs ļoti stiprais spiediens, ar ko notekūdeņus piespiež pie labā krasta no Ķīpusalas reflektētā Daugavas straume. Vienīgā kardinālā atšķirība ir tā, ka spiediena maksimums neatrodas vis upes pusdziļumā, bet gan sevišķi spilgti izteikts augšējos upes slāņos. Sakarā ar to notekūdeņu apakšējie slāņi mazāk nobīdīti uz krasta pusi nekā augšējie. Aiz šī iemesla 100 m attālumā no krasta (VIII. stacija) dziļajā ūdens raudzē bija vēl samērā daudz notekūdeņu, kamēr iepriekšējā brauciena laikā šeit plūda tīrs ūdens bez jūtamiem notekūdeņu piemaisījumiem. Var iedomāties, ka šoreiz tīrs ūdens būs parādījies tikai apmēram starp 175 un 200 metriem no labā krasta, kā to rāda atsevišķu izoachmu virziena turpinājumi uz upes vidus pusi. Šādu aprēķinu pieļauj tas apstāklis, ka VIII. stacijā virsmas raudzē bija tikpat tīrs ūdens, kā IX. stacijā ievāktā kontroles raudzē. Pirmā gadījumā ūdens chlōra skaitlis ir 26,5, bet otrā — 26,3, tā tad gandrīz tas pats. Šādas Daugavas straumes spiediena novirzīšanās izskaidrojums nav vienkāršs. Šeit var būt nozīme dažādiem ārējiem faktoriem. No pretējā krasta reflektētais Daugavas straumes spiediens ir ļoti stiprā mērā atkarīgs no ūdens līmeņa Daugavā, no upes ūdens un notekūdeņu masas, caurteces ātruma, Daugavas raišuma vai pat atbodes un no citiem upes režīma faktoriem. Visu šādu faktoru



52. tabula.

II. braucienā 1932. g. 11. janvārī ievākto

Stacija	Raudzes dziļums m	Froboese's chlōra skaitlis	Kalija per- mangānāta patēriņš
1	2	3	4
I	1,25	30,3	39,1
"	2,0	29,7	37,6
"	3,0	29,2	37,6
"	5,0	29,0	37,5
"	7,5	30,4	37,8
II	1,25	32,5	39,9
"	2,0	32,5	39,8
"	3,0	31,7	39,6
"	5,0	32,6	40,9
"	7,5	32,8	40,7
III	1,25	31,5	39,5
"	3,0	30,6	39,7
IV	1,25	28,8	38,3
"	2,0	29,4	38,3
"	3,0	31,6	39,5
"	5,0	35,4	41,8
"	7,1	35,7	42,4
V	1,25	29,0	37,8
"	3,0	30,8	39,6
VI	1,25	28,3	38,0
"	2,2	30,8	39,3
"	3,0	33,6	41,2
"	7,4	35,4	42,5
VII	1,25	28,2	38,0
"	3,0	30,2	39,1
"	7,5	38,1	43,9
VIII	1,25	26,5	37,5
"	3,0	28,7	39,6
"	7,7	33,9	41,7
IX	3,8	26,3	38,4

## 52. tabulas paskaidrojumi.

I. stacija: raudžu ievākšanas laiks: — 11<sup>h</sup> attālums no labā krasta — 10 m; upes dziļums — 8,5 m; caurredzamība pēc Secchi — 0,80 m; ūdens temperatūra 1,25 m dziļumā 0,05°C, 7,5 m dziļumā 0,05°.

II. stacija: attiegtie dati: 13<sup>h</sup>; 20 m; 8,5 m; 0,85 m; 1,25 m — 0,10°, 7,5 m — 0,10°.



raudžu analizes rezultāti.

Skābeklis mg/l	Skābeklis pēc 48 <sup>h</sup> mg/l	100. O <sub>2</sub> O <sub>2</sub> '	Skābekļa zaude
5	6	7	8
13,02	11,48	89,48	1,54
12,96	12,36	89,07	0,60
13,10	12,07	90,03	1,03
12,82	11,34	88,11	1,48
12,86	10,85	88,39	2,01
12,98	11,67	89,33	1,31
13,11	11,29	90,23	1,82
12,96	10,94	89,19	2,02
12,86	10,37	88,51	2,49
12,88	10,29	88,64	2,59
12,83	11,05	88,18	1,78
13,03	10,45	89,55	2,58
12,86	11,82	88,39	1,04
13,16	11,81	90,45	1,35
13,08	11,42	90,02	1,66
12,94	10,96	89,30	1,98
13,17	10,45	91,14	2,72
13,28	11,92	91,27	1,36
13,28	11,27	91,27	2,01
13,36	11,96	91,95	1,40

III. stacija: attiecīgie dati: 13<sup>1/2</sup>h; 30 m; 8,2 m; 0,80 m;  
1,25 m — 0,05<sup>o</sup>, 7,2 m — 0,20<sup>o</sup>.

IV. stacija: attiecīgie dati: 14h; 40 m; 8,1 m; 0,80 m;  
1,25 m — 0,05<sup>o</sup>, 7,1 m — 0,30<sup>o</sup>.

V. stacija: attiecīgie dati: 14<sup>1/2</sup>h; 50 m; 8,6 m; 0,85 m;  
1,25 m — 0,05<sup>o</sup>, 7,6 m — 0,05<sup>o</sup>.

VI. stacija: attiecīgie dati: 15h; 60 m; 8,4 m; 0,85 m;  
1,25 m — 0,10<sup>o</sup>, 7,4 m — 0,25<sup>o</sup>.

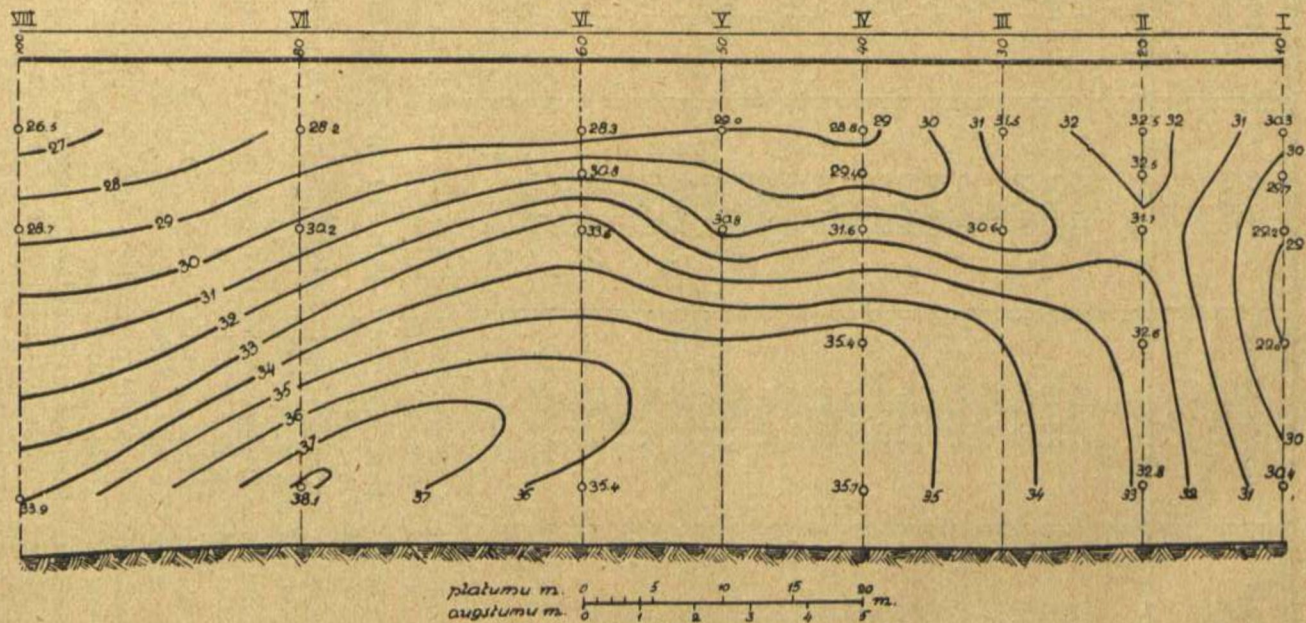
VII. stacija: attiecīgie dati: 15<sup>1/2</sup>h; 80 m; 8,5 m; 0,85 m;  
1,25 m — 0,05<sup>o</sup>, 7,5 m — 0,30<sup>o</sup>.

VIII. stacija: attiecīgie dati: 16h; 100 m; 8,7 m; 0,90 m;  
1,25 m — 0,00<sup>o</sup>, 7,7 m — 0,00<sup>o</sup>.

IX. stacija: attiecīgie dati: 16<sup>1/2</sup>h; apmēram 250 m, 7,7 m;  
0,85 m; 1,25 m — 0,00<sup>o</sup>, 6,7 m — 0,00<sup>o</sup>.

Gaisa temperatūra bija pl. 12 — 1,8<sup>o</sup>.





7. attēls. 1932. g. 11. janvārī izmeklētā Daugavas šķērsprofila izoachmu sistēma.



skaitliskā vērtība pa lielākai daļai nav zināma. Stakle (1931) sakopojis visus līdz šim publicētos diezgan trūcīgos novērojumus par Daugavas režīma faktoriem. Tomēr arī tie neatļauj atrisināt šo problēmu visā pilnībā.

Tagad vēl jāaplūko diezgan sarežģītā aina pie paša labā krasta, kādu atklāja I. un II. stacijas raudžu analīzes rezultāti. Iepriekšējā un tāpat šai braucienā III.—VIII. stacijās novērotās izoachmas gāja apmēram līdztekus. Tas norāda, ka notekūdeņu masa pēc izplūšanas no kolektora pamazām un puslīdz vienmērīgi izplatās uz visām pusēm un līdz ar to vienmērīgi atšķaidās Daugavas ūdenī. Turpretim šoreiz krasta tuvumā izoachmas norādīja uz zināmu straumes sašķelšanos jeb sazarojumu. Pirmkārt krit acīs ķīlveidīgais trīsstūris ar relatīvi paaugstinātu hlōra skaitli, kas izveidojies ap II. stacijas 1,25 un 2 m dziļuma punktiem. Otrkārt krit acīs, ka paša krasta tuvumā ūdens top tirāks, kā to skaidri pierāda 3 koncentriski ejošas izoachmas.

Pirmā parādība ir samērā viegli saprotama, ja patur prātā, kā vislielāko spiedienu uz notekūdeņu masu Daugava izdara taisni augšējos slāņos. Šādos apstākļos pielaižama varbūtība, ka šī spiediena ietekmē minētais trīsstūris bija atšķēlies no Daugavas ūdens un notekūdeņu maisījuma ar hlōra skaitli 32. Varbūt arī šāds 32. izoachmas pārrāvums ir tikai šķietams un starp abām šīs izoachmas daļām pastāv šaura saite jeb tilts, kas būtu meklējams starp II. un III. staciju (starp 20—30 m no labā krasta) apmēram 2 m dziļumā. Tādā gadījumā ar 32. izoachmu norobežotā ķīļa labā mala savienotos kaut kur pa kreisi no II. stacijas 3 m dziļuma punkta ar galveno tās pašas izoachmas vertikālo daļu, kuŗu ieslēdz I. un II. stacijas vertikāles. Ķīļa kreisā mala novirzītos lokveidīgi pa kreisi un savienotos ar galvenās 32. izoachmas horizontālo daļu kaut kur pa kreisi un uz leju no III. stacijas 3 m dziļuma punkta. Bez tam 31. izoachmas izveidotais maiss stipri saīsinātos. Šo jautājumu noteikti varēja izšķirt tikai šādas varbūtējas saites vietā smeltā ūdens raudze.

Grūtāki izskaidrot otro novēroto savādību — diezgan tīro ūdens plūsmu gar pašu krastu. Ir veselas trīs varbūtības, kas varētu šo parādību izskaidrot. Pirmkārt, iespējams, ka tirākais ūdens ar samērā zemu hlōra skaitli (apmēram līdz 29) nokļūst caur I. un II. stacijas vertikālēm pa augšējo neizpētīto 1,25 m biezo ūdens slāni līdz pašam krasta bulveķim un tad, atsīties pret to, nogrimst dibenā. Otrkārt, jādoma par virpuļu rašanos paša Andreja salas dambja galā, kur Daugavas straumē ieplūst Eksportostas baseina ūdeņi. Sastopoties šādos apstākļos



divi straumēm, ūdens masās ļoti viegli izceļas virpuļveidīgas kustības. Ja baseina ūdenī chlōra skaitlis būtu zemāks nekā šķērsprofilā un ja dambja galā tiešām rastos ūdens virpuļi, tad būtu sagaidāma baseina ūdens iekļūšana Daugavā gar pašu krastu. Lidz ar to chlōra skaitlis šeit samazinātos. Trešā varbūtība, kā izliekas, visticamākā, ir šāda: aiz lielā kolektora Daugavā ieplūst Rīgas pilsētas elektriskās stacijas dzesināmie ūdeņi. Var sagaidīt, ka līdzīgi tam, kā visas Daugavas straume novirza notekūdeņu straumi pēc tās ieplūšanas Daugavā uz labā krasta pusi, tā arī notekūdeņi savukārt novirza un piespiež šos tiros dzesināmos ūdeņus pie paša krasta, kur tad apmēram I. stacijas rajonā tiešām arī novērota ļoti rēgulāra chlōra skaitļa samazināšanās.

Kaut arī otrā braucienā novērotā aina atšķirās no iepriekšējās, tomēr chlōra skaitļa noteikšana deva iespēju arī šinī gadījumā pilnā mērā noskaidrot notekūdeņu sadalīšanos apstākļus Daugavā.

Vēl atliek teikt dažus vārdus par p ā r ē j ā m m e t o d ē m (4.—8. aillas). Apsl atot pirmā braucienā iegūtos rezultātus, radās iespēja atšķirt Daugavā 3 dažādas tirības joslas. Vistirākais ūdens plūda pa upes vidu, pa kreisi no tā atradās samērā maz sabojāta ūdens josla, pa labi ūdens bija stipri netirāks. Šinī gadījumā, kur izmeklēja tikai šķērsprofilu daļu, šādas dabīgas vertikālas joslas atšķirt nav iespējams. Drīzāk varētu būt runa par horizontālām joslām. Tomēr aina ir pārāk komplicēta, sevišķi krasta tuvumā, lai būtu iespējams atšķirt atsevišķas dabiskas joslas.

Ja salīdzina atsevišķās stacijās rezultātus, ko devuši viņu dažādo dziļumu raudzes, tad redzams, ka iegūtā aina nav vienkārša. Piemēram IV. stacijā, kur chlōra skaitlis pastāvīgi pieauga no augšas uz leju, arī kalija permangānāta patēriņš un skābekļa zaude tāpat rēgulāri pieauga, turpretim I. un II. stacijā trūka pilnīgas paralēlitātes starp šo trīs metožu rezultātiem. Tomēr vispārējais vilcienos starp šīm 3 metodēm bija novērojama neapšaubama paralēlitāte. Tā visās raudzēs ar kalija permangānāta patēriņa skaitli virs 40 (šādas raudzes bija pavisam astoņas) chlōra skaitlis bija arī viscauri stipri paaugstināts. Visas šīs raudzes smeltas upes daļā, kas norobežota ar 32. izoachmu. Bez tam vēl var atzīmēt, ka visaugstākam Froboese's chlōra skaitlim atbilda arī visaugstākais kalija permangānāta patēriņš. Paaugstināta skābekļa zaude virs 2 mg/l bija sastopama tāpat vienīgi ūdeņos ar chlōra skaitli 30 un virs tā. Šādas raudzes bija 7. Tomēr aina, ko rādījis kā kalija permangānāta patēriņš, tā arī skābekļa zaudes noteikšana, ir tik saraustīta, ka uz at-



rasto rezultātu pamata nav iespējams izkonstruēt izoauchmām analogu izolīniju sistēmu. Skābekļa saturs par sevi un tā piesātināšanas prācents nedeva arī šoreiz nekādus pieturpunktus par ūdens tīrības gradu.

**C a u r r e d z a m ī b a** bija gandrīz visur vienāda.

**Temperātūra.** Apakšējos slāņos temperātūra bija nedaudz augstāka nekā virsējos. Iespējams, ka augstāka temperātūra upes dibena tuvumā ir siltāko notekūdeņu piejaukšanas sekas. Toinēr novērotās temperatūras diferences ir nelielas, un tāpēc nav pilnīgas drošības par to izcelšanās veidu.

Visumā otrā brauciena rezultāti pilnā mērā apstiprināja **F r o b o e s e's** chlōra skaitļa noderību seriju izmeklējumos. Tā kā iegūtā Daugavas izoauchmu sistēma zināmos punktos atšķīrās no pirmās, tad tika izdarīts vēl trešais brauciens.

### III. brauciens — 1932. g. 18. martā.

Lai pārliecinātos, ka chlōrsaistāmspējas noteikšana pēc **F r o b o e s e's** Daugavā ir uzskatāma par vispiemērotāko metodi iepļūstošo notekūdeņu likteņa noskaidrošanai, nākamo braucieni izdarīja apstākļos, kas rādīkāli atšķīrās no agrākajiem. Ūdens raudzes nolēmu jemt ziemā, kad Daugavu sedza bieza ledus kārtā. Bija nodomāts raudzes ievākt kādās 8—9 stacijās, pagarinot šķērsprofila izmeklējamo daļu apmēram līdz 200 m attālumam no labā krasta. Abu iepriekšējo braucieni rezultāti pierādīja, ka notekūdeņu straume pēc izplūšanas nē lielā kolektora netiek arvienu vienlīdzīgi stipri nōvirzīta un piespiesta pie labā krasta. Kamēr pirmā braucienā 100 m attālumā no krasta notekūdeņu piejaukšanās nemaz vairs nebija manāma, tikmēr otrā braucienā šāda piejaukšanās bija jō spilgti izteikta. Diemžēl, šādu plānu neizdevās pilnā mērā realizēt. Dažas dienas iepriekš kāds ledlauzis bija uzlauzis Daugavā platu kuģu ceļu, jō bija jānovēd uz ostu kāds jūrā smagi cietis tvaikonis. Plaisas mala atradās 77 m no krasta, tur ūdens brauciena dienā nebija sasalis, un tai pārkļūt nebija iespējams. Tā kā pavasaris tuvojās, nebija lielu cerību, ka plaisa vispār atkal aizsals, bez tam nebija nekādu garantiju, ka šādi starpgadījumi nenorisināsies arī vēlāk. Tāpēc izšķītros apmierināties ar to šķērsprofila daļu, kas atradās starp krastu un plaisu ledū. Zināmas grūtības radās ar notekūdeņu nesamaitāta ūdens raudzes iegūšanu. Lai iegūtu absolūti tīru ūdeni, brauciena dalībnieki izbrauca automōbiļos līdz Kvadrāta fabrikai, kur tad apmēram upes vidū ar dzelzs stangām izkala āliņģi un nojēma ūdens raudzes. Pēc tam personāls atgriezās pilsētā un turpināja darbu savā parastā Daugavas šķērsprofilā. Darbs, no vienas puses, veicās ātrāki,



53. tabula.

III. braucienā 1932. g. 18. martā ievākto

Stacija	Raudzes dziļums m	Froboese's chlōra skaitlis	Kalija permangānāta patēriņš	Skābeklis mg/l
1	2	3	4	5
I	1,25	21,8	26,8	9,09
"	3,1	21,5	26,6	8,89
II	1,65	24,0	27,8	8,63
"	3,5	23,9	28,1	8,76
"	6,0	23,9	27,9	8,69
III	1,4	24,3	27,4	8,73
"	3,5	26,5	27,8	8,68
"	5,5	26,2	28,0	9,13
"	7,5	25,1	27,8	8,61
IV	1,45	23,2	27,7	8,78
"	3,5	23,9	27,7	8,69
"	5,5	27,7	29,1	8,78
"	7,5	25,3	27,7	8,13
V	1,45	21,8	26,7	8,76
"	3,5	22,2	26,9	8,74
"	5,5	26,2	28,7	8,78
"	7,5	26,6	27,4	8,74
VI	1,45	21,1	26,5	
"	3,25	21,8	27,4	8,75
"	5,1	25,3	29,1	8,73
"	7,0	32,9	31,8	

53. tabulas paskaidrojumi.

I. stacija: raudžu ievākšanas laiks —  $9^{1/2}h$ ; attālums no labā krasta apmēram 350 m; upes dziļums — 4,1 m; ledus segas biezums — 0,70 m; ūdens temperatūra 1,25 m dziļumā  $0,05^{\circ}C$ , 3,10 m dziļumā  $0,00^{\circ}$ .

II. stacija: attiecīgie dati:  $10^{1/2}h$ ; 5 m; 7,0 m; 0,40 m; 1,65 m —  $0,10^{\circ}$ , 6,0 m —  $0,10^{\circ}$ .

III. stacija: attiecīgie dati: —; 20 m; 8,5 m; 0,15 m; 1,40 m —  $0,10^{\circ}$ , 7,50 m —  $0,10^{\circ}$ .



raudžu analīzes rezultāti.

Skābeklis pēc 48 <sup>h</sup> mg/l	100 . O <sub>2</sub> O <sub>2</sub> '	Skābekļa zaude	Chlorīdi mg/l
6	7	8	9
8,44	62,47	0,65	10
7,92	61,01	0,97	10
7,16	59,39	1,47	16
7,58	60,29	1,18	16
7,54	59,81	1,15	17
7,63	60,08	1,10	16
7,11	59,74	1,57	15
7,77	62,83	1,36	15
7,26	59,26	1,35	1335
7,68	60,43	1,10	17
7,62	59,81	1,07	16
7,08	60,43	1,70	15
6,64	55,95	1,49	230
7,47	60,29	1,29	16
7,81	60,15	0,93	15
7,34	60,76	1,44	15
6,30	60,82	2,44	1130
7,75			16
7,58	60,22	1,17	17
6,99	60,08	1,74	16
			20

IV. stacija: attiecīgie dati: —; 40 m; 8,4 m; 0,20 m; 1,45 m — 0,10<sup>o</sup>, 7,50 m — 0,10<sup>o</sup>.

V. stacija: attiecīgie dati: —; 60 m; 8,5 m; 0,30 m; 1,45 m — 0,10<sup>o</sup>, 7,50 m — 0,50<sup>o</sup>.

VI. stacija: attiecīgie dati: 13<sup>h</sup>; 77 m; 8,0 m; 0,20 m; 1,45 m — 0,05<sup>o</sup>, 7,0 m — 0,30<sup>o</sup>.

Gaisa temperatūra rītā pie Kvadrāta fabrikas: ēnā — 7<sup>o</sup>C, saulē — 4<sup>o</sup>; plkst. 13 (VI. stacija): ēnā + 1<sup>o</sup>, saulē + 1,5<sup>o</sup>.



jo nebija jāpārvelk trosa, jāpārvieta kuģītis uz jaunu staciju u. t. t. No otras puses, darba apstākļi bija smagāki nekā parasti, jo visas manipulācijas, kā skābekļa pudeļu satura fiksēšana u. c., tāpat visi izmērījumi bija jāizdara turpat uz ledus. Profilā ūdeni jēma no 5 stacijām, pie kam pēdējā atradās pie pašas jau agrāk minētās plaisas — šeit āliņģi izkalt nebija vajadzīgs. Krastam vistuvākā II. stacijā, kur Daugava ir seklāka, raudzes ievāca no 3 dziļumiem, bet pārējās no četriem — 1,25 m zem ledus segas un 1 m virs upes dibena, kamēr abi pārējie punkti bija izvēlēti starp šiem divi dziļumiem puslīdz vienādā attālumā viens no otra. Analīzes rezultāti sako- poti 53. tabulā.

Chlōridi (9. aila). Iepriekšējos braucienos chlōridus kvantitatīvi nenoteica. Pirmā braucienā ievāktās raudzēs tas arī nebija iespējams, jo pietrūka ūdens — noteicot toreiz ūdenī chlōrsaistāmspēju pēc Nikolai, nepalika vairs pāri diezgan liels ūdens daudzums kvantitatīvai chlōridu noteikšanai. Bet tas arī nebija vajadzīgs, jo kvalitatīvā analīze rādīja, ka tāt reizē chlōridu daudzums ūdenī bija ļoti niecīgs, kā tas jau pa- rasti Daugavā mēdz būt. Arī otrā brauciena raudzēs chlōridu daudzums bija ļoti mazs un vienmērīgs. Pavisam citādu ainu rādīja trešā brauciena raudzes. Izrādījās, ka gar pašu Daugavas dibenu dziļākās vietās atradās jūras ūdens. Vispirms jau krita acis, ka nosakot vairākās dziļajās ūdens raudzēs Froboese's chlōra skaitli, analizējamā šķīdumā pa viršanas laiku radās biezas baltas nogulsnes, kas varēja būt tikai magnēzija un kal- cija hidroksīdi. Kvalitatīvā analīze rādīja, ka vairākām dziļuma raudzēm (III., IV. un V. stacija) bagātīgā mērā piejaukti chlōridi. Tāpēc visās raudzēs noteica chlōridu, resp. chlōrionu daudzumu pēc Mohr'a. Rezultāti iznāca šādi. Vismazākais chlōridu daudzums ūdenī bija pie Kvadrāta fabrikas — 10 mg/l. Pa- lielināts daudzums turpretim bija novērojams viscauri raudžu noņemšanas rajonā pie Ekspostostas, pie kam šis chlōridu pie- augums bija ārkārtīgi nevienāds. No 19 šini rajonā smeltām raudzēm 15 raudzēs chlōridu daudzums bija tikai ļoti nelielā mērā paaugstināts — tas svārstījās starp 15 un 17 mg/l. 1 raudzē bija jau 20 mg, bet 3 raudzēs to daudzums bija ārkārtīgi palielināts. Visas šīs 3 raudzes bija dibena tuvumā ievāktas. Acīm redzot, jūras ūdens bija ieplūdis Daugavā pret straumi un nonācis līdz pašai pilsētai. Turpretim līdz Kvadrāta fabrikai jūras ūdens nebija nonācis, un šeit abās dažādos dzi- ļumos ievāktās raudzēs bija viens un tas pats chlōridu daudzums.

Šāds jūras ūdens piejaukums radīja neparedzētus sarežģi- jumus analīžu, sevišķi chlōrsaistāmspējas analīzes rezultātu iz- vērtēšanā. Kā jau agrāki minēts, izoachmas var būt pilnā



mērā noderīgas ūdens samaitāšanas noskaidrošanas gadījumos tikai tad, ja upes ūdens, kas atšķaida netirumus, resp. notek-ūdeņus, ir visā savā masā vienmērīgs un ar apmēram vienu un to pašu chlōra skaitli. Kā jau agrāki reiz bija iespējams pārlicināties, chlōra skaitlis jūras ūdenī ir vairākkārt zemāks nekā Daugavā. Tāpēc ūdens raudzes ar kaut cik lielāku jūras ūdens piemaisījumu nevar salīdzināt — vismaz attiecībā uz chlōra skaitli — ar pārējām raudzēm, kuŗās ir tikai tīrais upes ūdens. Pirmajās, pat ja notekūdeņu koncentrācija tur ir lielāka, chlōra skaitlis var būt zemāks nekā pēdējās, kaut arī šeit notekūdeņu piejaukums būtu samērā mazs. Kā no šini braucienā iegūtās izoachmu sistēmas attēla (8. attēls) var spriest, visnetīrākai ūdens joslai jābūt III., bet it sevišķi IV. un V. stacijas dziļākos slāņos. Bet tur visur ir piejaukts jūras ūdens, un chlōra skaitlis šī dziļuma raudzēs ir zemāks nekā nākamajos seklākajos punktos. Tāpēc rezultātu novērtēšanā bija jāizslēdz visas upes dibena tuvumā ievāktās raudzes, kuŗās bija jūras ūdens piemaisījumi. Šādi punkti, kā jau minēts, bija pavisam trīs. Izlietot turpretim varēja II. un VI. stacijas dziļuma raudzes. Pēdējās raudzes chlōridu daudzums ir mazliet palielināts (20 mg/l), tomēr šis pieaugums ir tik niecīgs, ka to var arī neievērot. Lai precīzāk noteiktu jūras ūdens vertikālo izplatību, salīdzināju chlōridu daudzumu visos šķērsprofila dziļuma punktos.

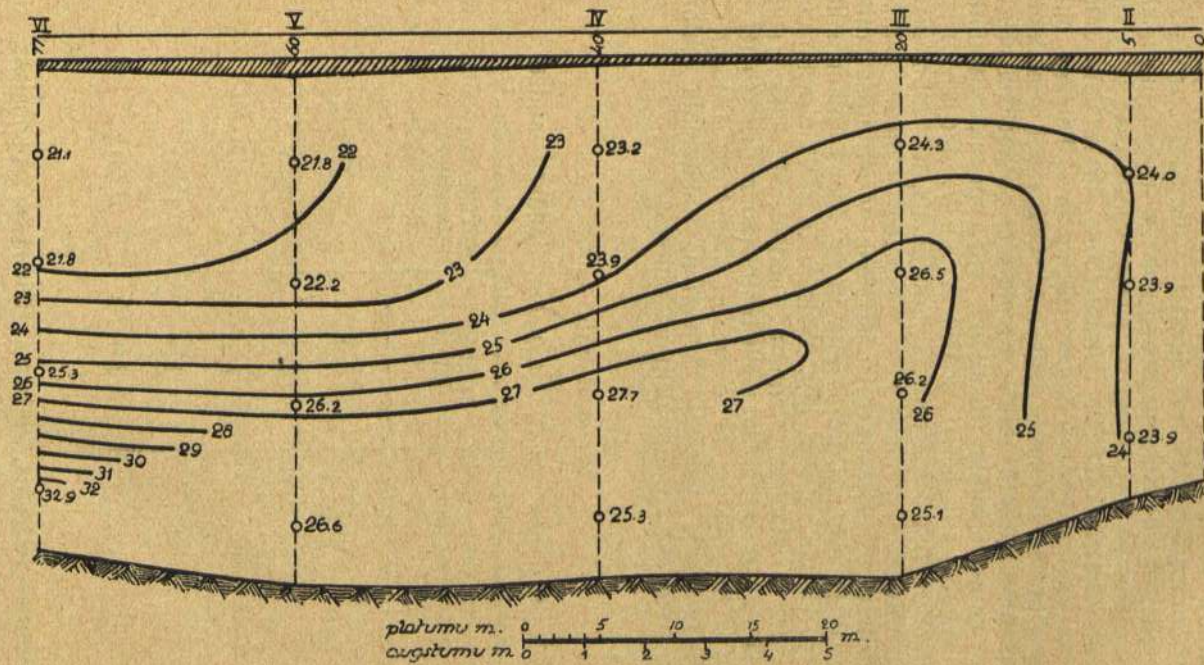
54. tabula.

Chlōridu daudzums III. brauciena dziļākās raudzēs.

Stacija	Raudzes dziļums m	Chlōridu daudzums mg/l
II.	6,0	17
III.	7,5	1335
IV.	7,5	230
V.	7,5	1130
VI.	7,0	20

No tabulas redzams, ka jūras ūdens ir piemaisīts tikai pašiem dziļākiem slāņiem, jo 6 m dziļumā tā klātbūtne vēl nemaz nav nomanāma, 7 m dziļumā viņa ietekme tikko parādās,





8. attēls. 1932. g. 18. martā izmeklētā Daugavas šķērsprofilā izoachmu sistēma.



bet 7,5 m dziļumā ir jau ļoti spilgti izteikta. Krit acīs arī tas, ka vienā un tajā pašā 7,5 m dziļumā chlōridu daudzums ļoti stipri svārstījās. Šādu lielu atšķirību chlōridu ziņā un līdz ar to arī jūras ūdens koncentrācijas ziņā varēja, no vienas puses, radīt jūras ūdens straumes sazarošanās jeb sašķelšanās, ceļā sastopot kādu šķērslī, kā piemēram kādu sēkli vai kaut ko citu tam līdzīgu. No otras puses, jāievēro, ka upes straume cenšas arvienu nonest ūdens smēlējus, kaut gan viņi samērā smagi, pa straumi uz leju. Tāpēc ir neizbēgamas kļūdas, vismaz par pāris centimetriem, ievāko raudžu dziļuma ziņā. 54. tabula atļauj taisīt vēl kādu svarīgu secinājumu — proti, jūras ūdens rāda ļoti niecīgu tieksmi sajaukties ar Daugavas ūdeni. Jūras ūdens izzuda pāris decimetru, varbūt tikai nedaudz centimetru biezā slānī starp 7,0 un 7,5 m dziļumiem. Šāda asa jūras ūdens norobežošanās no saldūdens, ko rada lielā starpība abu ūdeņu īpatnējā svarā, ir higiainā labi pazīstama parādība. Piemēram var minēt ļoti savādus ūdens apgādes apstākļus Ziemeļjūras piekrastē. Tur kāpās daudzās vietās atrodams labs dzeršanai derīgs saldūdens, kas vārda pilnā nozīmē peld virs smagā jūras ūdens.

Chlōra skaitlis (3. aila). Aiz minētiem iemesliem chlōra skaitļu izvērtēšanā un izoachmu sistēmas attēlošanā punkti ar jūras ūdens piemaisījumiem bija jāatstāj bez ievērtības. Bet tā kā jūras ūdens piemaisījums bija ļoti krasi norobežots un aizjēma tikai šauru joslu gar upes dibenu, tad iegūtā aina ir tomēr visumā pilnīgi skaidra. Attēlojot izoachmas, palika neizlietotas vienīgi III., IV. un V. stacijas dziļuma punkti.

Tāpat kā agrākās reizēs, izdevās konstatēt to lielo spiedienu, ar ko Daugavas ūdens masas novirza un piespiež labajam krastam no lielā kolektora izplūstošo notekūdeņu straumi. Spiediens bija sevišķi spilgti izteikts ūdens augšējos slāņos, kas stipri atgādināja otrā braucienā novēroto stāvokli.

Arī šoreiz bija konstatējama tīrāka ūdens straume nedaudz metru platā joslā gar pašu krastu. Tāpat arī notekūdeņu galvenā masa plūda gar upes dibenu, kā to pilnīgi skaidri rāda izoachmu nepilnīgais attēls. Sīkāka notekūdeņu kodola plūsmas noskaidrošana gan nebija iespējama. Vēl var atzīmēt, ka bija iespējams atšķirt šķērsprofila izmeklētā daļā arī tīrūdens rajonu. Šis rajons aizņem izoachmu sistēmas attēlā kreiso augšējo stūri (V. stacijas 1,45 m un VI. stacijas 1,45 un 3,25 m dziļuma punkti), kur chlōra skaitlis (21,1; 21,8) bija tāds pats, ja, vienā punktā pat mazliet zemāks nekā pie Kvadrāta fabrikas (kur chlōra skaitlis bija 21,8 un 21,5).

Tīrākas ūdens joslas konstatēšana pie paša krasta norādīja, ka šī parādība nav sporadiska. Vienā no agrākiem kopējumiem Daugavas braucieniem Andreja salas dambja skrāpējumos



bija atrasta lielākā daudzumā visai ievērojamās un uz pirmā acu uzmetiena atšķiramās gliemenes *Dreissenia polymorpha* (Pall.). Šo ievākumu toreiz nekonservēja un neuzglabāja. *Dreissenia* ir dzīvnieks, kas pieder pie Kolkwitz'a un Marsson'a oligosaprobu ūdens organismu grupas un kā tāds dzīvo tikai samērā ļoti tiros ūdeņos (Ohlmüller's un Spitta 1931). Tāpēc viņa atrašanās dzīvā stāvoklī varēja noderēt par pierādījumu, ka šāda tirāka ūdens josla ir pastāvīga, konstanta parādība. Pieplūstot notekūdeņiem kaut cik lielākā koncentrācijā līdz pašam krasta bulverķim, kaut arī uz īsu laika sprīdi, šai gliemeiņi būtu bijis jāiet bojā un viņas atrašanās dzīvā stāvoklī uz bulverķa nebūtu bijusi iespējama.

Tāpēc, lai galīgi noskaidrotu šo jautājumu, 1932. gada 30. septembrī izdarīja dambja bulverķa apauguma skrāpējumu. Nojēma kādus 20 paraugus apmēram no pēdējiem dambja 30 metriem. Tiešām, arī šoreiz izdevās atrast atkal vienu dzīvu un labi attīstītu *Dreissenia polymorpha* eksemplāru. Paraugus savienoja kopā un nosūtīju bioloģiskai analīzei, ko izdarīja L. Ū. Hidrobioloģiskās stacijas adjunkts, draugs V. Ozoliņš, par ko izsaku viņam arī šai vietā savu sirsnīgo pateicību. Bioloģiskā analīze rādīja, ka ievāktie organismi savā vairumā piederēja pie vidēji tiros ūdeņos sastopamās Kolkwitz'a un Marsson'a mesosaprobu grupas, turklāt vēl tās tirāko ūdeņu bēta-mesosaprobu apakšgrupas. Bet ievāktā materiālā netrūka arī tīrūdens organismu — oligosaprobiontu.

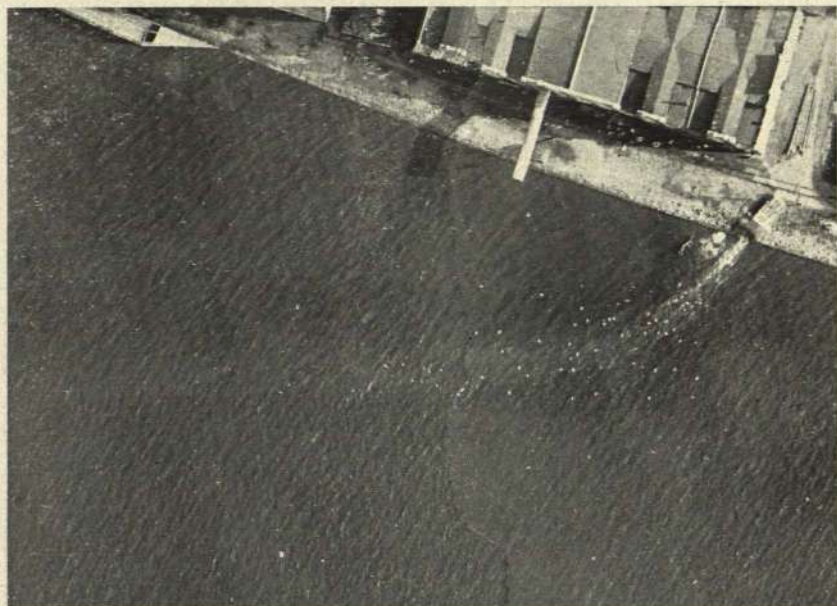
Šie rezultāti zināmā mērā pārsteidz. Izrādās, ka nepilnus 700 m leļpus lielā kollektora uz bulverķa attīstījusies fauna, kas savai attīstībai prasa ūdeni, ne pārāk bagātu organiskām vielām. Pat tipisku tīrūdens formu te netrūkst. Tāpēc nevar būt nekādu šaubu, ka vairākkārt minētā tirāka ūdens josla gar pašu labo krastu ir konstanta parādība. Par tās ēventuāliem cēloņiem bija runa otrā brauciena rezultātu apskatā.

Tālāk šo jautājumu centos noskaidrot vēl ar gaisa uzņēmumu palīdzību. Trīs 1932. gada 14. oktobrī izdarītie kollektora rajona slīpuzņēmumi (300 m augstumā) un viens seriļu stāvuzņēmums (500 m) deva iespēju izsekot zināmā attālumā notekūdeņu gaitai pēc to ieplūšanas Daugavā. Notekūdeņi, kas izplūda no kollektora apmēram zem 70° leņķa, tika nedaudz zemāk novirzīti uz labā krasta pusi. Notekūdeņu plūsmu norāda uz fotogrāfijām gan īpatnēja ūdens viļņošana, gan arī kaiju bari, kas barību meklēdami pastāvīgi aplido šo vietu (9. un 10. attēls). Apmēram 440 m attālumā šī plūsma izzuda. Šinī vietā, kā tas bija stāvuzņēmumā redzams, tā bija apmēram 125 m plata, pie kam starp to un pašu krastu palika tāpat apmēram 125 m plata josla ar nesaviļņotu, mierīgāki tekošu ūdeni.





9. attēls. 1932. g. 14. oktobrī izdarītais Rīgas galvenā kolektora iztekas gaisa slīpuzņēmums.



10. attēls. 1932. g. 14. oktobrī izdarītais Rīgas galvenā kolektora iztekas gaisa stāvuzņēmums.

(Novērotājs vītn. S a l m i ņ š, lidotājs J. B a l o d i s).



Apakšējā jūras ūdens josla traucēja tāpat arī pārejo metožu rezultātu izvērtēšanu.

Kalija permangānāta patēriņa noteikšana pēc Kubel-Tiemann'a jūras ūdenī ir jau sen atzīta par nepieļaujamu, jo šādos apstākļos iegūst pārāk augstus skaitļus. Visaugstākam hlōra skaitlim (ārpus jūras ūdens ietekmētās joslas) atbilda arī visaugstākais permangānāta patēriņš, un arī otrādi: viszemākam hlōra skaitlim stāvēja pretim viszemākais patēriņš. Pamatojoties uz kalija permangānāta patēriņu vien, tomēr nebija iespējams iegūt tik sīki detaļētu ainu, kādu deva Froboese's chlōra skaitlis, par notekūdeņu sadalīšanos Daugavā un ūdens samaitāšanu ar notekūdeņiem.

Skābekļa raudzes nojēma no visiem punktiem, izņemot VI. stacijas dziļuma punktu, kur pietrūka skābekļa pudeļu. Bez tam sabojājās tās pašas stacijas virsējā skābekļa raudze, kadēļ nebija vairs iespējas noteikt šini vietā skābekļa piesātināšanas prōcentu un tā zaudi. Pārpalikušās raudzes deva samērā ļoti maz. Nedz skābekļa daudzums ūdenī kā tāds, nedz tā zaude 48 stundu laikā nevarēja šini reizē konkurēt ar kalija permangānāta patēriņu, nerunājot nemaz par Froboese's chlōra skaitli. Vēl tikai jāatzīmē, ka piesātināšanas prōcents bija ievērojamā mērā, apmēram par vienu trešo daļu samazinājies, salīdzinot ar pirmo un otro braucieni. Šo parādību radīja nevis organisko vielu klātbūtne ūdenī sevišķi plašos apmēros, bet gan tas apstāklis, ka trešā brauciena laikā Daugavu klāja bieža ledus sega, kas pilnīgi noslēdza ūdeni no atmosfairas piekļūšanas. Šādos apstākļos zem ledus tiek veicināti dažādi redukcijas prōcesi (Nachtigall's 1929).

Caurredzamību šoreiz nenoteica, jo atkarībā no ledus biezuma apgaismošanas apstākļi āliņģos bija dažādi.

Temperātūra. Iespējams, ka šoreiz samērā siltākie notekūdeņi, plūzdami galvenā kārtā gar upes dibenu, ir paaugstinājuši temperātūru upes dziļākos slāņos. Novērotās diferences bija lielākas nekā agrākajos braucienos, un arī temperātūra bija tieši vietās ar augstu chlōra skaitli, resp. augstu kalija permangānāta patēriņu, augstāka nekā pārējās punktās.

Ari III. braucienā noskaidrojās nenoliedzamā priekšrocība, kas piemīt chlōra skaitļa noteikšanai, salīdzinot ar visām pārējām parastī lietotām metodēm. Aiz zināmiem iemesliem, kā jau minēts, bija iespējams ievākt raudzes tikai aprobežotā daudzumā samērā nelielā Dauga as šķērsprofila daļā, pie kam vēl ne visas varēja izlietot. Tomēr uz Froboese's chlōra



skaitļiem pamatotā izoachmu sistēma deva pilnīgi skaidru ainu par notekūdeņu sadalīšanos Daugavā izvēlētā šķērsprofilā.

Sajemot i sumā visu Daugavas braucienos iegūto māterialu kopā, jākonstatē, ka notekūdeņu plūsmas sadalīšanās Daugavas ūdenī Cementfabrikas un Eksportostas rajonā droši noteicama ar Froboese's chlōra skaitļa palīdzību. Nedz kalija permangānāta patēriņš, nedz skābekļa daudzums ūdenī, nedz tā piesātināšanas prōcents un zaude, nedz arī chlōrsaistāmspēja pēc Nikolai nevarēja dot tikpat pārskatāmu un pilnīgu ainu par lietas stāvokli šinī rajonā, kādu deva Froboese's chlōra skaitlis.

Līdz ar to pozitīvi izšķirts arī pirmais un galvenais šīs darba daļas jautājums: vai ar Froboese's metodi prakses apstākļos iespējams iegūt lietojamus rezultātus?

Froboese's metode ir nepārspējama visos tos apstākļos, kuŗi līdzīgi mūsu Rīgas apstākļiem un kur nākas izmeklēt dabiskās ūdens tvertnēs veselās serijas ūdens raudžu relatīvās tīrības, resp. netīrības grada noskaidrošanai šo tvertņu atsevišķās vietās. Šādos gadījumos uz nelielām starpībām organisko un it īpaši slāpekļvielu daudzuma ziņā Froboese's chlōra skaitlis prompti reaģē, turpretim pārējās metodes ļoti bieži šādas nelielas starpības nespēj atklāt. Tikai lielākiem šādu vielu daudzumiem nonākot ūdenī, arī parastā ūdens labvērtības noteikšanas metode — kalija permangānāta patēriņš sāk dot lietojamus rezultātus. Tas pats pa daļai sakāms par skābekļa zaudes noteikšanu.

Tā tad Froboese's metodes domēne ir seriju izmeklējumi atklātās ūdens tvertnēs. Turpretim samērā maz tā dod, kā to rādīja darba trešā un sevišķi ceturrtā daļa, atsevišķās sporadiskās higiainiskās ūdens analizēs, kad to bez organisko vielu piejaukuma viegli var ietekmēt dažī citi faktori.

### Secinājumi.

1. Ūdens samaitāšanas jautājumu izšķiršanā neder Bruns'a metode tās pārāk niecīgā iniciāla chlōra daudzuma un īsā iedarbības laika dēļ. Tās rezultāti bieži nonāk pretrunā ar visām pārējām metodēm.
2. Nikolai metode zināmos apstākļos dod labākus rezultātus. Tomēr arī tai pa daļai piemīt Bruns'a metodes negatīvas īpašības.



3. Froboese's un Elmanowitsch'a un Zaleski metodes dod ļoti saskanīgus rezultātus. Froboese's metodes priekšrocība ir tā, ka tās lietošana ir vienkāršāka un šīni metodē lietotos reaktīvus iespējams pagatavot no sevišķi tīrām izejvielām.
4. Froboese's metodē ļoti stingri jāievēro hipochlōritu koncentrācija reaktīva. Turpretim pieļaujama zināma atkāpšanās no autora ieteiktās reaktīva alkalitātes (līdz 20% apjomā).
5. Alfa-naftoflavonam kā indikātoram jōdometrijā nav nekādu priekšrocību, salīdzinot ar parasti lietoto stērķeļu šķīdumu.
6. Vienmērīgais Froboese's chlōra skaitļa pieaugums, ko rada pakāpieniska organisko vielu daudzuma palielināšana ūdenī, izzūd, lietojot mīzālielu ar apmēram 100, bet notekūdeņus — ar apmēram 80 chlōra skaitļiem. Tāpēc ūdeņus ar ļoti augstu chlōra skaitli nevar tieši salīdzināt ar ūdeņiem, kam chlōra skaitļi ir zemi.
7. Froboese's chlōra skaitli ietekmē ievērojamā mērā magnēzija, ferro-, mangāno-, ammōnija, nitrit- un sulfid-iōnu klātbūtne ūdenī. To paaugstina  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $NH_4^+$  un  $S^{2-}$ , bet pazemina  $NO_2^-$  iōni.  $Mn^{2+}$  iōni nelielā koncentrācijā paaugstina, bet lielākās koncentrācijās pazemina Froboese's chlōra skaitli.

lemesli šai parādībai ir šādi:

- a)  $Mg^{2+}$ . Analizējamā šķīdumā rodas  $Mg(OH)_2$ , kas stipri samazina tā alkalitāti un līdz ar to atvieglina aktīvā chlōra redukciju.
- b)  $Fe^{2+}$ . Daļa aktīvā chlōra iziet divvērtīgās dzelzs oksidācijai par trīsvērtīgo.
- c)  $Mn^{2+}$ . Šeit darbojas 2 pretēji faktori. Pirmkārt, mangāns katalitiski veicina organisko vielu oksidēšanos, kas parādās chlōra skaitļa pieaugumā. Šis pieaugums ir atkarīgs no ūdens netīrības — no organisko vielu daudzuma ūdenī. Otrkārt, mangāns oksidējoties reducē hipochlōritus un samazina aktīvā chlōra koncentrāciju, kam seko chlōra skaitļa samazināšanās. Bez tam nozīme vēl ir gaisa skābeklim. Lielākiem mangāna daudzumiem klātesot, otrs faktors jem pārsvaru par pirmo un ievērojamā mērā pazemina Froboese's chlōra skaitli.



- d)  $\text{NH}_4^+$ . Iemesls ļoti ievērojamai chlōra skaitļa pieaugšanai ir dažādas reakcijas starp hipochlōritiem un ammōniju; starp citu rodas monochlōramins vai kāds cits viņa tuvākais dērivāts.
- e)  $\text{NO}_2'$ . Par chlōra skaitļa samazināšanās ietekmētāju jāatzīst tā nītrītu daļa, kas paliek analizējamā šķidrumā neoksidēta un vēlāk pēc tās paskābināšanas piedalās līdz ar hipochlōritiem kalija jōdīda oksidācijā.
- f)  $\text{S}''$ . Daļa aktīvā chlōra iziet sulfidīonu oksidācijai par elementāro sēru.
8. Tā kā lielākā daļa minēto iōnu vairāk vai mazāk vienmērīgi samazina vai palielina chlōra skaitli, iespējams izdarīt zināmas grafiskas vai aprēķinu korrektūras un tādā kārtā ēlīminēt šo iōnu ietekmi uz chlōra skaitli. Konkrēti šis ceļš parādīts ammōnija iōnu gadījumā.
9. Novērojamas lielas svārstības  $\text{F r o b o e s e}$ 's chlōra skaitļa paralēlās noteikšanās, klātesot  $\text{Mg}^{**}$ ,  $\text{Fe}^{**}$ ,  $\text{NO}_2'$  un  $\text{S}''$  iōniem lielākā daudzumā.
10. Eksportostas un Cementfabrikas rajonā Daugavas vidus daļā plūst vairāk vai mazāk plata josla vienmērīga un, spriežot pēc  $\text{F r o b o e s e}$ 's chlōra skaitļa, apmēram tādas pašas tīrības pakāpes ūdens, kā augšpus pilsētas. Uz abu krastu pusēm netīrumu piemaisījumi Daugavā piejemas, kas ceļas no Rīgas notekūdeņu ieklūdināšanas.
11. Rīgas galvenā kolektora notekūdeņu masa pēc ieklūšanas Daugavā tiek novirzīta uz labā krasta pusi, ko izdara Daugavas ūdens straume. Pēdējā, atsitoties pret Ķīpusalu un tās mōliem, reflektējas uz labā krasta pusi un ceļā uz turieni iespīežas notekūdeņu masai sānos. Šādu notekūdeņu novirzīšanu stipri ietekmē upes režīma faktori.
12. Sastopoties tīram vienmērīga sastāva upes ūdenim ar notekūdeņiem, ir iespējams, nosakot atsevišķos šķērsprofilos  $\text{F r o b o e s e}$ 's chlōra skaitli, izsekot notekūdeņu izplūšanai pa upes ūdens masu. Notekūdeņu izplūšanu var attēlot arī grafiski, atsevišķos šķērsprofilos savienojot izolīnijām (īzoachmām) punktus ar vienādiem chlōra skaitļiem.
13. Skābekļa noteikšana Daugavas ūdenī pēc 48 stundām, kā arī skābekļa zaude, raksturo upes ūdens samaitāšanu daudz labāki nekā skābekļa saturs raudzes noņemšanas brīdī un skābekļa piesātināšanas prōcents.



14. Gar pašu Andreja salas dambja krastu (apmēram 0,5 km lejpus lielā kolektora) konstanti plūst samēra tirāka ūdens straume.
  15. Samērā maz var dot Froboese's chlōra skaitļa noteikšana atsevišķās ūdens raudzēs, kad to bez ūdens organiskām vielām var viegli ietekmēt daži citi faktori.
  16. Froboese's metodes domēne ir seriju izmeklējumi atklātās ūdens tvertnēs, kur tās vietā nevar stāties neviena cita no ieteiktām ūdens samaitāšanas noteikšanas metodēm.
-



## Literätūra.

(Saisinājumi pēc World List of Scientific Periodicals, Oxford Univers. Press.)

- Abbott, W. E.** — 1928. Estimation of Stable and Unstable Organic Matter in Sewage Polluted Liquids. Industrial and Engineering Chemistry. Vol. 20.
- Abegg, R. und Auerbach, F.** — 1913. Handbuch der anorganischen Chemie.
- Adler, R.** — 1929 a. Die Reinigung und Sterilisierung des Wassers durch Hochchlorierung. Gas- u. Wasserfach. Ig. 72.  
— 1929 b. Chlordiagramm-Methode. 1. Ber. d. N. V. Standart Water Mij, Amsterdam. Ref. Ohlmüller-Spitta 1931, p. 103.
- Antonowsky, A. I.** — 1912. Zur Frage der Desinfektion von Trinkwasser mittels minimalen Chlorkalklösungen. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 72.
- Austen, W.** — 1929. Die Bestimmung von Permanganatverbrauch und Chlorzahl in stark eisenhaltigen Wässern. Vom Wasser. Bd. 3.
- Bach, H.** — 1925. Chlorgas in der Abwasserreinigungstechnik. Tech. Gem.-Bl. Bl. Ig. 28.  
— 1929. Fortschritte auf dem Gebiete der chemischen Wasseruntersuchung in den Jahren 1924—1928. Vom Wasser. Bd. 3.  
— 1930. Beiträge zur Abwasseruntersuchung. Gesundheitsing. Ig. 53.
- Bach, H. und Gläser, K.** — 1927. Über die Bestimmung der Chlorzahl in Abwässern. Z. angew. Chem. Ig. 40.
- Bachmann, W. und Fleischer, L.** — 1925. Über die Veränderung des Rheinwassers durch die Düsseldorfer Abwässer. Gesundheitsing. Ig. 48.
- Baker, J. C.** — 1925. Chlorine in Sewage and Waste Disposal. Industrial and Engineering Chemistry. Vol. 17.  
— 1926. Use of Chlorine in the Treatment of Sewage. Surveyor, Lond. Vol. 69.
- Ballner, F.** — 1904. Weitere Beiträge zur Gewinnung von keimfreiem Trinkwasser durch Zusatz von Chlor und Brom. Arch. Hyg. Berl. Bd. 48.
- Barth, E.** — 1930. Chlorbindungsvermögen und Kaliumpermanganatverbrauch von Wasser und Abwasser. Arch. Hyg. Berl. Bd. 104.
- Bauer, K., Noziczka, F., Stüber, O.** — 1928. Über wirkliches freies und scheinbar freies wirksames Chlor in Lösungen und dessen Nachweis. Abhandlungen aus dem Gesamtgebiet der Hygiene. H. 1. Ref. Gesundheitsing. 1928. Ig. 51.
- Bayer, M.** — 1929. Wirtschaftliche Entwicklung und technische Fortschritte in den Hamburger Warmbadeanstalten. Tech. GemBl. Ig. 32.
- Behre, A., Christlieb, H., und Kongehl, M.** — 1930. Die Reinigung von Flusswasser auf Grund der Bestimmung von Permanganatverbrauch und Chlorzahl. Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel. Bd. 59.



- Beninde.** — 1924. Die voraussichtliche Entwicklung der Wasserversorgung in Deutschland in den nächsten Jahren und die hygienische Einstellung hierzu. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 103.
- Besemann.** — 1928. Das Chlorbindungsvermögen des Wassers. *Vom Wasser.* Bd. 2.
- Bobtelsky, M. und Kaplan, D.** — 1928. Über die Entfärbungsgeschwindigkeit von Kaliumpermanganat durch Oxalsäure und ihre Beeinflussung durch Lösungsgenossen. *Z. anorg. Chem.* Bd. 172.
- Braungard, K.** — 1928. Fortschritte in der Reinigung des Wassers für Wäschereizwecke. *Vom Wasser.* Bd. 2.
- Bredtschneider.** — 1924. Die Zersetzung der toten organischen Masse. *Gesundheitsing.* Ig. 47.
- Brüche, R. und Sattler, G.** — 1929. Das Pregelwasserwerk der Stadt Königsberg i. Pr. *Gas- u. Wasserfach.* Ig. 72.
- Bruns, H.** — 1912. Über die Desinfektion des Trinkwassers in Wasserleitungen durch Chlorkalk. *J. Gasbeleucht.* Ig. 55.
- 1922. Die Desinfektion des Trinkwassers in Wasserleitungen mit Chlor. *Gas- u. Wasserfach.* Ig. 65.
- 1928. Weitere Erfahrungen auf dem Gebiet der Chlorung des Trinkwassers. *Gas- u. Wasserfach.* Ig. 71.
- Bücher, C.** — 1928. Die Wiesbadener Wasserreinigungsanlagen in Schiersten am Rhein unter besonderer Berücksichtigung der in 1921 bis 1924 durchgeführten Um- und Ergänzungsbauten zur Erzeugung künstlichen Grundwassers. *Gas- u. Wasserfach.* Ig. 71.
- Burkhardt.** — 1928. Die Abwasserreinigung in Dresden. *Vom Wasser.* Bd. 2.
- Butcher, W.** — 1928. Biological Changes Brought About by Sewage Effluents in Small Streams. *Surveyor, Lond.* Vol. 74.
- Darányi, I. v.** — 1925. Die Anwesenheit von hydrophilen Kolloiden im Trinkwasser. *Deuts. med. Wschr.* Ig. 51.
- Davison, G. S.** — 1927. A Century and a Half of American Engineering. *Surveyor, Lond.* Vol. 71.
- Denk.** — 1930. Betriebsergebnisse des Pregelwasserwerks der Stadt Königsberg, Pr. *Gas- u. Wasserfach.* Ig. 73.
- Deutschland, G.** — 1917. Die Bestimmung der organischen Substanz bei Wasseruntersuchungen. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 84.
- Di Donna, A.** — 1907. Über die Bestimmung der organischen Stoffe im Meerwasser und in viel Chlorüre enthaltenden Wässern und über eine Modifikation der Kubel-Tiemann'schen Methode. *Z. anal. Chem.* Ig. 46.
- Diéner, F. et Etrillard, P.** — 1927. Action du chlore libre sur les microbes. *C. R. Acad. Sci. Paris.* Tome 185.
- 1929. Stérilisation des eaux par le chlore. *C. R. Acad. Sci. Paris.* Tome 188.
- Dietzel, R. und Schlemmer, F.** — 1928. Über die Desinfektionswirkung von p = Toluolsulfonchloramidnatrium, insbesondere von „Chloramin-Heyden“. *Arch. Pharm. Berl. und Ber. deuts. pharm. Ges.* Bd. 266/38.
- Dresel, E. G., Neuhaus und Stickl.** — 1931. Desinfektion einer zentralen Wasserleitung in einer Stadt mit 15.000 Einwohnern. *Gesundheitsing.* Ig. 54.



- Dresel, E. G. und Stickl, O.** — 1929. Infektion und Desinfektion einer städtischen Zentralwasserleitung. Gesundheitsing. Ig. 52.
- Ebeling, G.** — 1931. Einfluss der Abwasserchlorung auf Fischgewässer. Vom Wasser. Bd. 5.
- Ebeling, G. und Schröder, T.** — 1929. Über freies aktives Chlor im Wasser und seine Wirkung auf Fische und andere Wasserorganismen. Z. Fisch. Bd. 27.
- Egger, F.** — 1925. Erfahrungen bei der chemischen Überwachung einer mit Chlorgas arbeitenden Wasser-Entkeimungsanlage. Chemikerztg. Ig. 49.
- 1926. Vorschläge zur chemischen Überwachung bei Schnellfilter- und Entkeimungsanlagen, sowie vergleichende Untersuchungen über deren Wirkung. Wass. u. Gas. Ig. 16.
- 1928. Permanganatverbrauch, Chlorzahl und Chloraminzahl in der Wasser- und Abwasseranalyse. Vom Wasser. Bd. 2.
- Elmanowitsch, N. und Zaleski, I.** — 1914. Über die Bedeutung der Chlorkapazitätsbestimmungen bei der Qualitätsbewertung von Wasser. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 78.
- Engler.** — 1930. Mitteilungen über biologische Untersuchungen in den Stuttgarter Parkseen und deren Zusammenhang mit der Wasserversorgung. Gas- u. Wasserfach. Ig. 73.
- Engler, R.** — 1929. Erfahrungen beim Betrieb einer Versuchsanlage des Städtischen Wasserwerks Stuttgart zur Aufbereitung von huminhaltigem Oberflächenwasser. Vom Wasser. Bd. 3.
- Enslow, L. N.** — 1928. Odour Nuisances at Sewages Works: The Use of Chlorine. Surveyor, Lond. Vol. 73.
- Eyman, W.** — 1928. Freibäder. Gesundheitsing. Ig. 51.
- Fehrmann, E.** — 1927. Die Aufnahmefähigkeit des Dünawassers für die Abwässer der Stadt Riga. Latvijas Arstu Žurnāls.
- Ficker, M. und Kadisch, E.** — 1924. Über Calciumhypochlorit. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 102.
- Fleck.** — 1925. Verunreinigungen der Flüsse und ihre Verhütung. Tech. GemBl. Ig. 28.
- Flügge, C.** — 1923. Geleitwort zum 100. Bande. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 100.
- Foerderreuther.** — 1929. Der Rhein, sein Reinheitsgrad und seine Wasserführung. Gesundheitsing. Ig. 52.
- Folpmers, T.** — 1931. Neue Erfahrungen bei der Entkeimung von Wasser durch Chlor und Chlorverbindungen. Vom Wasser. Bd. 5.
- Fowler, G. I.** — 1923. Bio-Chemical Factors in Modern Methods of Water Purification. Surveyor, Lond. Vol. 64.
- Frankenburg, H. v.** — 1924. Die Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke der Stadt Riga. Wass. u. Gas. Ig. 15.
- Freund, J. und Andriskā, V.** — 1923. Über Ursache und Bekämpfung einer Typhusepidemie. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 97.



- Froboese, V.** — 1920. Über das Chlorbindungsvermögen von Wasser und Abwasser. Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamte. Bd. 52.
- 1929. Chlorbedarf und bakterizide Wirkung des Chlors bei der Trinkwassersterilisation. Gesundheitsing. Ig. 52.
- Fürth, Pflugbeil und Oertel.** — 1917. Die Typhusschutzimpfung in Ostende, das Beispiel der vollständigen Durchimpfung einer größeren Stadt und ihr günstiges Ergebniss. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 83.
- Fuller, G. W.** — 1924. Development of Water Purification. Surveyor, Lond. Vol. 65.
- Gartzweiler, L.** — 1922. Praktische Erfahrungen mit dem Chlorgassterilisationsverfahren. Gesundheitsing. Ig. 45.
- Gersbach, A.** — 1924. Über die Prüfung der Chlorierungsanlage des Frankfurter Hallenschwimmbades. Gesundheitsing. Ig. 47.
- Glaser, E.** — 1913. Über die Desinfektion von Fäkalien und städtischen Siewässern, die Behandlung der letzteren mit Nitraten, nebst Untersuchungen über die Zusammensetzung und Veränderungen des Kaliumgehalts der Wiener Hauptsammler. Arch. Hyg. Berl. Bd. 77.
- Gluud, W. und Riese, W.** — 1929. Notiz über die Oxydationszeit von Ferrohydroxyd und Schwefeleisen zu Ferrihydroxyd. Gas- u. Wasserfach. Ig. 72.
- Gmelin.** — 1927. Handbuch der anorganischen Chemie. 8 Auflage.
- Gothe, F.** — 1915. Über das Rheinsche Verfahren zur Trinkwassersterilisation im Felde. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 79.
- Grimm.** — 1912. Über die Desinfektion von Trinkwasser mit Chlorkalk. Mitt. PrüfAnst. Wasservers. Berl. Heft 16.
- Guillaumin, Ch. O. et Vienne.** — 1915. Sur les modifications apportées à la composition chimique des eaux d'alimentation par la javellisation. Moyen de reconnaître si une eau est javellisée. J. Pharm. Chim. Paris. 7-e Série. Tome 12.
- Haase, L. W.** — 1927. Zur Praxis der Sauerstoffuntersuchung in Trink- und Flusswasser. Gas- u. Wasserfach. Ig. 70.
- 1928. Über die Chlorung des Wassers. Gas- u. Wasserfach. Ig. 71.
- 1929. Über die Chlorung von Wasser II. Gas- u. Wasserfach. Ig. 72.
- Hahn, M., Schütz, F. und Pavlidés, S.** — 1928. Über den Chlorungseffekt im Trinkwasser. Die Verwendung von alpha-Naphthoflavon als Indicator auf freies Chlor. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 108.
- 1929. Erwiderung auf die vorstehende Bemerkungen von Horowitz-Wassowa. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 109.
- Haïri, E.** — 1913. Über den Einfluss der organischen Substanzen auf die Desinfektion des Trinkwassers mit Chlor. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 75.
- Harrison, L. B.** — 1926. Chlorophenol-like tastes in Bay City's filtered water supply. J. Amer. Wat. Wks. Ass. Vol. 15. Ref. Wass. u. Gas. 1926. Ig. 17.



- Haupt.** — 1927. Die Reinigung von Oberflächenwasser für die Trinkwasser- und Betriebswasserversorgung. Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel. Bd. 54.
- 1928. Fortschritte in der Reinigung von Oberflächenwasser. Vom Wasser. Bd. 2.
- Haupt, H.** — 1929. Einiges über die neuzeitliche Abwasserbeseitigung von Chicago. Gesundheitsing. Ig. 52.
- Heinze, G.** — 1926. Neuerungen auf dem Gebiete der Entkeimung und Geruchlosmachung von Wasser. Wass. u. Gas. Ig. 16.
- Hesse, E.** — 1919. Die Beurteilung des Wassers auf Grund der Keimzählung. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 88.
- Heyd, T.** — 1925. Allgemeines über Abwasserreinigung. Wass. u. Gas. Ig. 15.
- Hilgermann.** — 1927. Durch welche Massnahmen können wir Trinkwasser-verseuchungen verhüten. Wass. u. Gas. Ig. 17.
- Hilgers, W. E.** — 1928. Neuere Chlorpräparate zur Trinkwasserdesinfektion. Gesundheitsing. Ig. 51.
- Hilgers und Tietz, W.** — 1923. Über den Einfluss der Temperatur auf die Entkeimung von Trinkwasser durch Chlorgas. Gesundheitsing. Ig. 46.
- Holzapfel, A.** — 1929. Die Trennung von Nutz- und Trinkwasserversorgung in deutschen Städten. Tech. GemBl. Ig. 32.
- Horowitz-Wlassowa, L.** — 1926. Zur Frage der Abwasserreinigung mittels des „aktivierten Schlammes“. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 105.
- 1929. Bemerkungen zu der Arbeit von M. Hahn, F. Schütz und Spiro Pavlidés „Über den Chlorungseffekt im Trinkwasser“. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 109.
- Horowitz-Wlassowa, L. M. und Goldenberg, A. M. und F. M.** — 1927. Zur Frage der chemikosanitären Wasseruntersuchung in bezug auf organische Stoffe. Arch. Hyg. Berl. Bd. 98.
- Houston, A.** — 1922a. London Water Supply. Sir Alexander Houston's sixteenth Annual Report. Surveyor, Lond. Vol. 62.
- 1922b. Progress in Water Purification. Surveyor, Lond. Vol. 62.
- 1924. The Purification of Water Supplies. Surveyor, Lond. Vol. 66.
- Houston, A. and Stilgoe, H. E.** — 1928. The filtration and Treatment of Water for Domestic Purposes. Surveyor, Lond. Vol. 73.
- Howard, N. I.** — 1922a. Chlorination of Water Prior to Filtration. Surveyor, Lond. Vol. 62.
- 1922b. Water Treatment. Modern Practice in the Removal of Taste and Odour. Surveyor, Lond. Vol. 62.
- 1924. The Modified Pre-Chlorination Treatment at Toronto. Surveyor, Lond. Vol. 65.
- 1926. Progress in the Purification of Public Water Supplies. Surveyor, Lond. Vol. 69.



- Hünermann und Deiter.** — 1901. Über die Desinfection des Trinkwassers mit Natriumhypochlorit. Deuts. med. Wschr. Ig. 27.
- Iacobi, E.** — 1930. Daugavas Zaķu salas apkārtnes rēgulēšanas projekta pārbaudījums laboratorijā. Latvijas Universitātes raksti. Inženierzinātņu fakultātes serijs. Sējums 1.
- Ienne, L. L. and Welsford, H. R.** — 1931. Precautions Needed in the Ammonia-Chlorine Treatment of Swimming Pools. Industrial and Engineering Chemistry. Vol. 23.
- Ilzhöfer, H.** — 1928. Die Untersuchung der Hallenschwimmbäder. Gesundheitsing. Ig. 51.
- 1930. Zur Methodik der Flusswasseruntersuchung. Gesundheitsing. Ig. 53.
- Imhoff und Sierp.** — 1929. Filter aus aktiver Kohle zur Verbesserung des Geschmacks von gechlortem Trinkwasser. Gas- u. Wasserfach. Ig. 72.
- Iwanitzki, J.** — 1924. Wasserversorgung und Gesundheitspflege in Russland. Wass. u. Gas. Ig. 14.
- Kaess, A.** — 1931. Die Bestimmung der oxydablen Substanz im Wasser, Methodik und Beurteilung. Arch. Hyg. Berl. Bd. 107. Ref. Gas- u. Wasserfach. 1932. Ig. 75.
- Kammann, O.** — 1925. Entwicklung und Stand der Abwasserreinigung in England. Tech. GemBl. Ig. 28.
- Kapeller, G.** — 1926. Ein typisches Beispiel für die Selbstreinigung fließender Gewässer. Zeitschrift für Untersuchung der Lebensmittel. Bd. 51.
- Keiser, K.** — 1926. Vergleichende Untersuchungen über die Oxydierbarkeit des Wassers nach dem Verfahren von Kubel-Tiemann und die Bestimmung des Chlorbindungsvermögens. Gas- u. Wasserfach. Ig. 69.
- 1928 a. Beiträge zur Differenzierung der organischen Stoffe im Wasser. Arch. Hyg. Berl. Bd. 100.
- 1928 b. Beiträge zur Differenzierung der organischen Stoffe im Wasser. Tech. GemBl. Ig. 31.
- 1929. Weitere Beiträge zur Differenzierung der organischen Stoffe im Wasser. Das Chlorbindungsvermögen von Grundwässern. Tech. GemBl. Ig. 32.
- Kelting.** — 1927. Neuere Erfahrungen im Betrieb des Hamburger Elbwasserwerks. Gas- u. Wasserfach. Ig. 70.
- Kisskalt, K.** — 1928. Untersuchungen über die Verunreinigungen der Kieler Förde. Arch. Hyg. Berl. Bd. 99.
- Klepetar.** — 1930. Neue Versuche zur Reinigung von Trinkwasser auf chemischem Wege. Gesundheitsing. Ig. 53.
- Klie, W.** — 1924. Über das Vorkommen von *Viguerella coeca* in einem Hallenschwimmbad. Arch. Hydrobiol. Plankt. Bd. 15.
- Klingberg, O. und Schroedter, E.** — 1930. Erfahrungen mit Abwasserchlorierung an der Seeküste unter Berücksichtigung des Badebetriebes. Gesundheitsing. Ig. 53.



- Klut, H.** — 1922. Untersuchung des Wassers an Ort und Stelle. 4. Auflage.
- Koch, R.** — 1881. Über Desinfektion. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. 1.
- Koenig.** — 1929. Neuerungen auf dem Gebiet der chemischen Trinkwasserreinigung und Bericht über die jetzige Anwendung von aktiver Kohle und Erde. Gas- u. Wasserfach. Ig. 72.
- 1930. Die technische Umgestaltung des alten Magdeburger Wasserwerks an der Elbe. Gas- u. Wasserfach. Ig. 73.
- Koschmieder, H.** — 1927. Die Hygiene der Wasserversorgung. Gesundheitsing. Bd. 50.
- Krob, E. und Gruschka, T.** — 1930. Das neue, nach dem Hochchlorungsverfahren erbaute Elbegrundwasserwerk in Aussig. Gas- und Wasserfach. Ig. 73.
- Kroll, F.** — 1928. Neues über die Zusammensetzung und Reinigung der Abwässer. Vom Wasser. Bd. 2.
- Kuhn, P.** — 1927. Über die neueren Verfahren der Abwasserbeseitigung. Gesundheitsing. Bd. 50.
- Kunow.** — 1913. Die Gewinnung von keimfreiem Trinkwasser im Felde. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 75.
- Labutins, A.** — 1924. Ledus iešana un ar to saistītie Rīgas ostas izbūves jautājumi. Latvijas inženieru un tehniķu kongresa biroja tehniskais žurnāls. Gads 2.
- Lehmann, K. B.** — 1901. Die Methoden der Hygiene.
- Liese, W.** — 1928. Ergebnisse der Untersuchungen über die Verunreinigung der Kieler Förde in den Jahren 1926 und 1927. Arch. Hyg. Berl. Bd. 99.
- Link, E.** — 1926. Wasserreinigung und Wassermessung für Hebung der Wirtschaftlichkeit der Wasserwerke. Gas- u. Wasserfach. Ig. 69.
- 1927. Aufgaben auf dem Gebiet der Wasserversorgung. Gesundheitsing. Ig. 50.
- 1930. Die Wasserversorgung von Stuttgart und die Verwendung von aktiver Kohle. Gas- u. Wasserfach. Ig. 73.
- 1931. Erfahrungen auf dem Gebiet der Trinkwasserreinigung. Gas- u. Wasserfach. Ig. 74.
- Lode, A.** — 1895. Die Gewinnung von keimfreiem Trinkwasser durch Zusatz von Chlorkalk (Verfahren von M. Traube). Arch. Hyg. Berl. Bd. 24.
- 1899. Weitere Studien über die Sterilisierung des Wassers durch Zusatz von Chlorkalk. Hyg. Rdsch. Ig. 9.
- Lührig.** — 1927. Natürlicher und künstlicher schwarzer Sand als Entmanganungsmaterial für Wasser. Gas- u. Wasserfach. Ig. 70.
- Lührig, H.** — 1924. Über die Beschaffenheit des Wassers der Oder bei Breslau und einiger ihrer Nebenflüsse. Wass. u. Gas. Ig. 14.
- 1927 a. Beiträge zur Entfernung gelöster organischer Stoffe aus Trinkwasser und Gebrauchswasser. Gas- u. Wasserfach. Ig. 70.



- 1927 b. Über die Aufbereitung von verunreinigtem Wasser zu Trinkwasser mittels chemischer Zusätze. Wass. u. Gas. Ig. 17.
- Lutz, G.** — 1927. Prinzipielles zur Chlorgassterilisation des Trinkwassers. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 107.
- Macgregor, S. M.** — 1927. Water Supplies and Public Health. Sterilisation by Chlorine. Surveyor, Lond. Vol. 72.
- Mahr.** — 1926. Darstellung der Reinhaltung eines Flusses. Tech. GemBl. Ig. 29.
- 1929. Die zulässige Belastung eines Gewässers durch Stadtentwässerungen. Tech. GemBl. Ig. 32.
- 1930. Die zulässige Belastung eines Gewässers durch Abwasser. Tech. GemBl. Ig. 33.
- Massink, A.** — 1930. Die Beeinflussung der Säurestufe durch Chlorung des Wassers. Vom Wasser. Bd. 4.
- Merkel, E.** — 1928. Ein Beitrag zur Kenntnis der Abwasserchlorung. Vom Wasser. Bd. 2.
- Meyer, F.** — 1932. Entkeimung eines Sandfilters. Gas- u. Wasserfach. Ig. 75.
- Mieder, F.** — 1929. Neuzeitliche Abwasserbeseitigung in Amerika. Vom Wasser. Bd. 3.
- Mühlenbachs, V.** — 1929. Daugavas ūdens paštīrīšanās spēja pie Rīgas. Latvijas Ārstu Zurnāls.
- Müller, A.** — 1928. Über die Eignung der Chlorklösung „Aquapuro“ zur Trinkwasserentkeimung. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 108.
- Nachtigall, G.** — 1928. Erfahrungen bei der Chlorung von Oberflächenwasser bei niedrigen Temperaturen. Arch. Hyg. Berl. Bd. 100.
- 1929. Über die derzeitige Beschaffenheit des Hamburger Leitungswassers. Tech. GemBl. Ig. 32.
- Nasmith, G. G.** — 1928. Development in Sewage Treatment. Surveyor, Lond. Vol. 73.
- Neumann, B. und Hauck, F.** — 1926. Die Konstitution des Chlorkalks. Z. Elektrochem. Ig. 32.
- Nikolai, F.** — 1917 a. Über die Wasserversorgung mittels Zisternen. Arch. Hyg. Berl. Bd. 86.
- 1917 b. Zur Bestimmung der organischen Substanzen im Meerwasser. Arch. Hyg. Berl. Bd. 86.
- Nissen, F.** — 1890. Über die desinfizierende Eigenschaft des Chlorkalks. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 8.
- Noak.** — 1928. Neubau eines Schwimmbades im Truppenlager Altengrabow. Zbl. Bauverw. Ig. 48.
- O'Connor, E. A.** — 1927. The Composition of Bleaching Powder. J. Chem. Soc. Lond. Part II.
- Ohlmüller — Spitta.** — 1931. Untersuchung und Beurteilung des Wassers und des Abwassers. 5. Auflage (Neu bearbeitet von Olszewski, W. und Spitta, O.).



- Oker-Blom, M.** — 1913. Über die keimtötende Wirkung des ultravioletten Lichtes in klarem, getrübbtem und gefärbtem Wasser. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 74.
- Olszewski, W.** — 1923 a. Entsäuerung, Entmanganung und Entkeimung von Trinkwasser, sowie Entkeimung von Schwimmhallenwasser. *Ber. deuts. pharm. Ges.* Ig. 33.
- 1923 b. Feststellung von freiem Chlor und des Chlorbindungsvermögens im Trinkwasser. *Chemikerztg.* Ig. 47.
- 1926 a. Das neue Ammoniak-Chlorgas-Entkeimungsverfahren. *Pharm. Zentralh.* Ig. 67.
- 1926 b. Kaliumpermanganat, Chlorzahl und Chlorbindungsvermögen des Wassers. *Z. angew. Chem.* Bd. 39.
- 1926 c. Einige moderne Entkeimungs-, Entmanganungs- und Entsäuerungsverfahren für Trink- und Brauchwasser. *Z. angew. Chem.* Bd. 39.
- 1927. Das neue Ammoniak-Chlorgas-Entkeimungsverfahren. *Chemikerztg.* Ig. 51.
- 1928 a. Das Monochloramin-Verfahren zur Desinfektion von Schwimmbeckenwasser. *Chemikerztg.* Ig. 52.
- 1928 b. Badewasserreinigung. *Gesundheitsing.* Ig. 51.
- 1928 c. Neuere Erfahrungen bei der Desinfektion von Schwimmbeckenwasser. *Vom Wasser.* Bd. 2.
- 1930. Chlor-Silberung des Schwimmbeckenwassers in Verbindung mit Chlor-Kupferung. *Gesundheitsing.* Ig. 53.
- Olszewski, W. und Radestock, H.** — 1927. Feststellung von freiem Chlor im Trink- und Badewasser. *Pharm. Zentralh.* Ig. 68.
- Ornstein.** — 1928. Trinkwasserreinigung in Nord-Amerika, mit besonderer Berücksichtigung der Chlorung. *Gas- u. Wasserfach.* Ig. 71.
- Ornstein, G.** — 1926 a. Erfahrungen mit dem Chlorgasverfahren in der Wasser- und Abwasserbehandlung. *Z. angew. Chem.* Ig. 39.
- 1926 b. Das Chlorgas-Verfahren in Wasser- und Abwasser-Behandlung. *Wass. u. Gas.* Ig. 16.
- 1928 a. Chlorgas-Anwendung für Wasser- und Abwasser-Behandlung in Amerika. *Vom Wasser.* Bd. 2.
- 1928 b. Chlorgas-Anwendung. *Gesundheitsing.* Ig. 51.
- 1930. Chlorkombinationsverfahren. *Gesundheitsing.* Ig. 53.
- Ornstein, G. und Kroke, R.** — 1930. Chlorkupferung und Chlorsilberung in der Wasser- und Abwasserbehandlung. *Gesundheitsing.* Ig. 53.
- Ornstein, O.** — 1926. Über Desinfektionsmittel und die Abhängigkeit ihrer Wirkung von den Lösungsmitteln. Ein Beitrag zum Mechanismus der Desinfektion, zur Kombination von Desinfektionsmitteln und zur Methodik bei deren Prüfung. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 106.



- Pāvels, R.** — 1927. Daugava kā ūdens tvertne Rīgas notekūdeņu uzpēšanai. Techniskais Žurnāls.
- Pecker, H.** — 1918. L'indice de chlore des eaux. A. Discussion de la méthode de recherche. B. Sa valeur hydrologique: étude chimique et résultats analytiques. J. Pharm. Chim. Paris. 7-e Série. Tome 18.
- Petraschenj, W. I.** — 1927. Farbige Reaktion auf Magnesium. Z. anal. Chem. Bd. 71.
- Pfuhl, A.** — 1900. Über das Schumburg'sche Verfahren zur Wasserreinigung. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 33.
- Pick, H.** — 1929 a. Entchlörung von Trinkwasser durch aktive Kohle. Vom Wasser. Bd. 3.  
— 1929 b. Chlorung von Zuckerfabrikabwässern. Vom Wasser. Bd. 3.
- Plücker.** — 1911. Über die Desinfektion von Trinkwasser mit Chlor. J. Gasbeleucht. Ig. 54.
- Proskauer und Elsner.** — 1898. Über die hygienische Untersuchung des Kohlebreiverfahrens zur Reinigung von Abwässern auf der Klärstation in Potsdam. Vjschr. gerichtl. Med. Folge III. Bd. 16.
- Putniņš, R.** — 1929. Die hydrographischen Ergebnisse der lettischen Terminfahrt im Frühjahr 1928. Folia zoologica et hydrobiologica. Vol. 1.
- Rabs, V.** — 1901. Beiträge zur Trinkwasserdesinfektion mit Chlor. Hyg. Rdsch. Ig. 11.
- Regenstein.** — 1927. Beiträge zur Prüfung von Brunnenwasser auf eine Verunreinigung mit Leuchtgas. Chemikerztg. Ig. 51.
- Reichle und Weldert.** — 1924. Bericht über die versuchsweise Anwendung von Chlorgas in der Kläranlage von Köpenick. Gesundheitsing. Ig. 47.
- Reinhold, F.** — 1929. Fehlerquellen bei der Bestimmung der organischen Substanz im Abwasser nach Kubel-Tiemann. Tech. GemBl. Ig. 32.
- Remy, E.** — 1927. Das Verhalten aktiver Chlorpräparate gegenüber organischer Materie. Biochem. Z. Bd. 180.
- Rhein, M.** — 1914. Ein neues Verfahren zur chemischen Trinkwassersterilisation im Felde. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 78.
- Rohland, P.** — 1915. Die Klärung, Reinigung und Desinfektion der städtischen und Fabrikabwässer. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 80.
- Romwalter, A.** — 1927. Die bakterizide Wirkung des Chlors im Wasser. Gas- u. Wasserfach. Ig. 70.
- Ruys, I. D.** — 1915. Ein betriebsicheres Verfahren zur Behandlung von Wasser für Trinkzwecke mit Hypochloriten. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 79.
- Sartorius, F. und Ottemeyer, W.** — 1929. Die Entfernung störender Substanzen im Trinkwasser durch aktive und inaktive Kohle. Gesundheitsing. Bd. 52.  
— 1930. Die Entfernung störender Substanz im Trinkwasser. Gesundheitsing. Ig. 53.
- Sattler, G. und Brüche, R.** — 1931. Die Wasserreinigungsanlage der Stadt Königsberg (Pr.). Gas- u. Wasserfach. Ig. 74.



- Schaeffer, H.-F.** — 1925. L'emmagasinement de l'eau de boisson considéré comme moyen d'épuration. *Revue d'hygiène*. Tome 47.
- Schmidt, E.** — 1919. Ausführliches Lehrbuch der Pharmazeutischen Chemie. 6. Auflage.
- Schmidt, G. W.** — 1929. Der Einfluss der Temperatur auf das Chlor im Wasser. *Arch. Hyg. Berl.* Bd. 101.
- Schmidt, R.** — 1929. Beitrag zur Oxydierbarkeitsbestimmungen von Abwässern. Kleine Mitteilungen für die Mitglieder des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, E. V. Ig. 5.
- Schmidt und Mühlenbach.** — 1931. Beitrag zur Frage des Chlorbindungsvermögens. *Gesundheitsing.* Ig. 54.
- Schrafl, A.** — 1929. Beitrag zur Frage der Entkeimung von Trinkwasser durch Chlorung auf Grund von Beobachtungen an der Wasserversorgung der Stadt Bern. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 109.
- Schüder.** — 1901. Über das Schumburg'sche Verfahren der Wasserreinigung mittels Brom. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 37.
- 1902. Über das Hünemann'sche Verfahren der Wasserdesinfektion nebst Bemerkungen über die bei der Prüfung derartiger Desinfektionsmittel anzuwendenden Untersuchungsmethoden. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 39.
- Schütz, F.** — 1915. Die Reinigung von Flusswasser mit Ozon. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 79.
- 1918. Die Abwasserfrage von Königsberg i. Pr. im Jahre 1913. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 87.
- 1928. Die Trinkwasserchlorung und ihre Kontrolle. *Zentralblatt für die gesamte Hygiene.* Bd. 16.
- Schultz, R.** — 1903. Modifizierte Chlorbestimmung für die Abwasserdesinfektion mittels Chlorkalk. *Z. angew. Chem.* Ig. 16.
- Schumacher, I.** — 1926. Zur Chemie der Desinfektion und über Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und pharmakologischer Wirkung. *Zbl. Bakt. Abteilung I,* Bd. 98.
- Schwarz, L. und Nachtigall, G.** — 1912. Über die Behandlung von Trinkwasser mit Chlorkalk. *Gesundheitsing.* Ig. 35.
- Schwarzbach, R.** — 1926. Chlorgas-Sterilisation von Trinkwasser und seine besondere Bewährung bei Hochwasser. *Gas- u. Wasserfach.* Ig. 69.
- Selter, H.** — 1918. Trinkwasserversorgung im Felde. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 85.
- Selter, H. und Hilgers, W. E.** — 1923. Bedeutung des Chlorgasverfahrens für die Trinkwasserversorgung. *Gesundheitsing.* Ig. 46.
- Sierp, F.** — 1929. Verbesserung des Geruches und Geschmackes von Trinkwasser. *Tech. GemBl.* Ig. 32.
- 1931. Die Anwendung der aktiven Kohle in der Trinkwasserversorgung und Abwasserbeseitigung. *Gas- u. Wasserfach.* Ig. 74.
- Silbermann, A.** — 1914. Über die Sterilisation von Wasser durch ultraviolette Strahlen. *Z. Hyg. InfektKr.* Bd. 77.
- Skinner, J. F.** — 1925. Control of Odours from Sewage Treatment Plants. *Surveyor, Lond.* Vol. 67.



- Skopintzew, B. und Warfolomejewa, F.** — 1932. Über die jodometrische Bestimmung von aktivem Chlor in Nitrite und Eisenoxydsalze enthaltendem Wasser. Z. anal. Chem. Bd. 88.
- Smit, J.** — 1928. Zur Bewertung der Kolibefunde im Trinkwasser. Vom Wasser. Bd. 2.
- Sobernheim, G. und Dietrich, E.** — 1931. Über die Frage der Nachentwicklung von Bakterien im gechlorten Trinkwasser der Stadt Bern. Arch. Hyg. Berl. Bd. 105.
- Spannuth.** — 1929. Neue Wege zur Algenbekämpfung in Freibädern. Gesundheitsing. Ig. 52.
- Spitta.** — 1928. Zur Geschichte der Trinkwasserchlorung. Reichs-Gesundheitsblatt. Ig. 3.
- Spittgerber, A.** — 1928. Flusswasserkläranlagen. Vom Wasser. Bd. 2.  
— 1929. Über die Bedeutung der Beseitigung gelöster organischer Stoffe aus dem Kesselspeisewasser. Vom Wasser. Bd. 3.
- Stakle, P.** — 1930. Das hydrologische Regime der Dūna (Daugava).  
— 1931. Hidrometriskie novērojumi Latvijā līdz 31. X. 1929.
- Steffenhagen, K.** — 1914. Über die Behandlung des Trinkwassers mit Chlorkalk. Hyg. Rdsch. Ig. 24.
- Süpfle, K.** — 1926. Über den Mechanismus der Desinfektionswirkung von Chlorkalk und von Chloramin-Heyden. Arch. Hyg. Berl. Bd. 97.
- Techoueyres, E.** — 1925. Stérilisation des eaux potables par auto-javellisation système Bunau-Varilla. Paris méd. Tome 57.
- The American Water Works Association.** — 1926. Water Works Practice.
- Thresh, J. C. and Beale J. F.** — 1925. Recent Studies Relating to the Purification of Water. Surveyor, Lond. Vol. 68.
- Thumm, K.** — 1926. Die chemische Wasserstatistik der deutschen Gemeinden und ihre Ergebnisse. Gas- u. Wasserfach. Ig. 69.  
— 1929. Chemische Wasserstatistik der deutschen Gemeinden. Gas- u. Wasserfach. Ig. 72.
- Tillmans, I.** — 1922. Über die Verwendung von Chlorgas bei der Abwasserreinigung. Gesundheitsing. Ig. 45.  
— 1927. Neue Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Trinkwasserversorgung. Z. angew. Chem. Ig. 40.
- Traube, M.** — 1894. Einfaches Verfahren Wasser in grossen Mengen keimfrei zu machen. Z. Hyg. InfektKr. Bd. 16.
- Treadwell, F. P.** — 1911. Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie. 5. Auflage.
- Uhlenhuth und Xylander.** — 1908. Antiformin, ein bakterienauflösendes Desinfektionsmittel. Berl. klin. Wschr. Ig. 45.
- Ulsamer, O.** — 1926. Die Chlorung des Trink- und Abwassers. Ergebn. Hyg. Bakt. Bd. 8.



- Veil, C.** — 1922. Relation entre l'indice de chlore et le teneur en azote de la terre végétale. C. R. Acad. Sci. Paris. Tome 174.
- Viehl, K.** — 1929. Erfahrungen in der Abwasserchlorung. Vom Wasser. Bd. 3.
- Vollmar.** — 1922. Erfahrungen mit der Chlorung von Leitungswasser. Gas- u. Wasserfach. Ig. 65.
- 1926. Fernüberwachungs- und Fernsteuerungseinrichtungen bei den Dresdener Wasserwerken. Gas- u. Wasserfach. Ig. 69.
- Weed, F.** — 1926. Sanitation in the American Expeditionary Forces. The Medical Department of the United States Army in the World War. Vol. 6. Section 2.
- Weldert, R. und Bürger, B.** — 1917. Beiträge zur Anwendung des Chlors bei der Desinfektion von Wasser und Abwasser. Hyg. Rdsch. Ig. 27.
- Wells, R. L.** — 1926. Deterioration of Strong Hypochlorite Solutions. Amer. J. Pharm. Vol. 98.
- Wereščagin, G. I.** — 1931. Methoden der hydrochemischen Analyse in der limnologischen Praxis.
- Wette, H.** — 1928. Chlorzahl und Chlorbedarf des Wassers. Ein Beitrag zur Beurteilung des Chlorbindungsvermögens. I Teil. Arch. Hyg. Berl. Bd. 99.
- 1929. Über den Nachweis und die Bestimmung des Harnstoffes im Wasser, sowie den Abbau desselben durch Bakterien und Chlor. Zugleich ein Beitrag zur Chlorbehandlung von Schwimmbadewasser. Arch. Hyg. Berl. Bd. 101.
- Weyl.** Handbuch der Hygiene. 2. Auflage.
- Whipple, G. C.** — 1907. Desinfektion als Mittel zur Wasserreinigung. Surveyor, Lond. Ref. J. Gasbeleucht. 1907. Ig. 50.
- Wilhelmi, I.** — 1924. Über neue oder bisher wenig berücksichtigte Gesichtspunkte bei der Verwendung des aktiven Chlors in der Desinfektion und Schädlingsbekämpfung. Gas- u. Wasserfach. Ig. 67.
- Winkler, L. W.** — 1915. Beiträge zur Wasseranalyse. Z. angew. Chem. Ig. 28.
- Wolter, F.** — 1929. Zur Frage der Trinkwasser-Epidemien. Arch. Hyg. Berl. Bd. 101.
- Zahn.** — 1927. Chlorung von Trinkwasser in Amerika. Wass. u. Gas. Ig. 17.
- Zamkow, L.** — 1916. Über die Verwendung von Chlorgas zur Sterilisation von Wasser und Abwasser. Z. angew. Chem. Ig. 29.
-



## Curriculum vitae.

Viktors Mühlenbachs dzimis 1898. gada 11. oktobrī Jelgavā. 1916. gadā beidzis Jelgavas ģimnāziju ar zelta medaļu. Bez tam par darbu „Vita Ovidii“ viņam piešķirā Jelgavas ģimnāzijas Groschke's zelta medaļu. 1916. g. rudens semestrī immātrikulējies Tērbatas Universitātes medicīnas fakultātē, kur studijas turpinājis līdz 1918. g. rudens semestrim. 1919.—1920. gados kalpojis Latvijas armijā kā feldšers-seržants vairākās kājnieku daļās. 1920. g. rudens semestrī immātrikulējies L. Ū. medicīnas fakultātē un beidzis to ar ārsta gradu 1924. g. martā. Tani pašā laikā pārgājis uz L. Ū. Dabaszinātņu nodaļu, ko beidzis 1929. gada decembrī ar dabaszinātņu kandidāta gradu. Kā speciālpriekšmetu bija izvēlējis sistēmatisko botaniku (prof. N. Malta) un kā kandidāta darbu iesniedzis „Rīgas dzelzceļu mezgla adventīvfлōra“. 1924. gada 15. septembrī ievēlēts par subasistentu L. Ū. Higaiņas institūtā (prof. E. Fehrmann's), 1925. gada 15. septembrī paaugstināts par jaunāko, bet 1928. g. 3. oktobrī par normālasistentu. Vasaras brīvlaikā 1924. gadā strādājis L. Ū. Terapeutiskā fakultātes klīnikā (prof. M. Zīle), 1925. gadā L. Ū. Mikrobioloģijas institūtā (prof. V. Kļimenko), 1926. gadā izpildījis Rīgas sanitārārsta pienākumus, 1927. gadā strādājis Rīgas pilsētas Veselības nodaļas ķīmiskā laborātorijā (prov. G. Knappe). Ārzenju kommandējumos atradies 1928. g. institūtā „Preussische Landesanstalt für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlem“ (prof. K. Thumm's un prof. H. Thiesing's) un 1930. gadā Karaļauču Universitātes Higaiņas institūtā (prof. Th. J. Bürger's). Doktoranda eksāmenus nolīcis 1927. gadā.

Sarakstījis šādus darbus:

- 1) Zidaiņu mirstība un iedzīvotāju kustība Rīgā 1911.—1924. g. Latvijas Ārstu Žurnāls. 1926, p. 69.
- 2) In den Sommern 1925 und 1926 auf den Bahnhöfen Rigas gefundene seltene Adventivpflanzen. Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. 1927, Bd. 59, p. 127.
- 3) Daugavas ūdens paštīršanās pie Rīgas. Latvijas Ārstu Žurnāls. 1929, p. 571.
- 4) Rīgas dzelzceļu mezgla adventīvfлōra. 1929 (manuskriptā).
- 5) Beitrag zur Frage des Chlorbindungsvermögens (kopā ar Schmidt'u). Gesundheits-Ingenieur. 1931, lg. 54, p. 7.
- 6) Par ūdens chlōrsaistāmspējas noteikšanas metodēm un tās praktisko nozīmi ūdens higiainā. 1933 (iesniegts kā disertācija Dr. med. grada iegūšanai).



## Tezes.

1. Gadījumos, kad labs gruntsūdens nav sasniedzams, par vislabāko līdzekli pilsētu apgādē ar nevainojamu dzeramu ūdeni ir jāuzskata ar ātrfiltrēšanu kombinēta zemes virsmas ūdeņu chlōrēšana ar chlōrgāzi.
  2. Starp visiem mākslīgiem bioloģiskiem notekūdeņu pārstrādāšanas pajēmieniem aktivēto dūņu metode dod visvairāk skaidrotu gala produktu.
  3. Atļaujamo maksimālo notekūdeņu ieplūdināšanas robežu tekošos ūdeņos (1:15) var atzīt tikai tad, ja notekūdeņi ātri un vienmērīgi sajaucas ar upes ūdeni.
  4. Tīfa bacillu nesējiem Latvijā likumdošanas ceļā jāaizliedz nodarboties uztura un baudvielu nozarē.
  5. Pastāvot ilgstošam drudzim ar neskaidru aitioloģiju, ir rūpīgi jāizslēdz dentālas dabas infekcijas iespēja.
  6. Izbūvējot Latvijas cukurfabriku tīklu, nedrīkst izlaist no acīm, ka šo fabriku darbībā rodas milzīgi vairumi sevišķi koncentrētu notekūdeņu, kurus bez pārāk lielām grūtībām var novietot tikai lielākās upēs. Nepiemērotās vietās izbūvēto fabriku notekūdeņu novietošana var atdurties uz ārkārtīgām grūtībām. Jaunbūvējamās Liepājas fabrikas pārstrādātie notekūdeņi jānovada jūrā ārpus reida.
  7. Vecu Röntgen'a filmu uzglabāšana slimnīcu telpās lielākos vairumos to uguns nedrošības dēļ ir bīstama.
  8. Bagardarbiem Rīgas ostā ir liela higiainiska nozīme. Ar bagarēšanu Daugavas dibenu atbrīvo no lielām masām pūšanas spējīgo dūņu.
  9. Jaunu flōras elementu (neofitu) ieviešanās Latvijā atkarīga gandrīz vienīgi no satiksmes ceļiem, it īpaši dzelzceļiem.
  10. Rīgas iedzīvotāju naktsmiera aizsardzības labad spertie soļi ir jāuzskata vēl par pilnīgi nepietiekošiem.
-



## Satura rādītājs.

Ievads . . . . .	6
I. Literatūras pārskats . . . . .	9
II. Eksperimentālā daļa . . . . .	25
1. Darba nolūks . . . . .	25
2. Metodes izvēle . . . . .	27
3. Ārējo faktoru ietekme uz F r o b o e s e's chlōr- saistāmpējas noteikšanu . . . . .	44
4. Neorganisko iōnu ietekme uz F r o b o e s e's chlōrsaistāmpējas noteikšanu . . . . .	53
5. F r o b o e s e's chlōra skaitļa nozīme praksē	106
Secinājumi . . . . .	142
Literatūra . . . . .	147
Curriculum vitae . . . . .	160
Tezes . . . . .	161

---