

MONISTESARJA

1974:4

Erkki Tuononen & Pertti Vakkilainen
SIUNTIONJOEN VESISTÖN VEDEN LAATU
VUOSINA 1962-74

**TEKNILLINEN KORKEAKOULU
VESITALOUDEN LABORATORIO
OTANIEMI**

1974:4

Erkki Tuononen & Pertti Vakkilainen
SIUNTIONJOEN VESISTÖN VEDEN LAATU
VUOSINA 1962-74

Sisällys

	Sivu
1. Johdanto	1
2. Tutkimuslaue	1
2.1 Tutkimusalueen yleiskuvaus	1
2.2 Hydrologian pääpiirteet	3
3. Vesistön kuormitus	4
3.1 Yhdyskuntien ja teollisuuden kuormitus	4
3.2 Hajakuormitus	9
4. Vedenlaatututkimukset	9
4.1 Tutkimusten suorittajat	9
4.2 Indikaattoreiden merkitys	10
4.21 Indikaattorit vesistön tilan kuvaajina	10
4.22 Indikaattoreiden käytännöllinen merkitys	15
4.3 Siuntionjoen vesistön veden laatu ja sen kehitys	18
4.31 Pääuoma	18
4.32 Kirkkojoki	19
4.33 Harvsån	19
4.34 Risubackaå	20
5. Ainevirtaamat	20
6. Havaintotoiminnan kehittäminen	21

Liite 1. Diagrammeja Siuntionjoen vesistön veden laadusta.

1. Johdanto

Siuntionjoen vesistön laatua on vesiviranomaisen toimesta tarkkailtu 1960-luvun alkupuolelta lähtien. Kun Siuntionjoessa ei ole valtakunnallisia tarkkailupisteitä, on vesinäytteiden otto ja analysointi tapahtunut yleensä vain satunnaisena valvontatarkkailuna. Näinollen Inkoon, Siuntion ja Kaakkois-Lohjan vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuonna 1970 aloitettu Siuntionjoen veden laadun analysointi merkitsi tuntuvaa parannusta tarkkailutoiminnassa. Vesiensuojeluyhdistyksen taloudellisten resurssien ollessa rajoitettuja on sen toimesta tapahtunut tutkimus jouduttu rajoittamaan vain kesäaikaa koskeväksi. Kun vesiviranomainen on tarkkaillut veden laatua pääasiassa järvissä, on vesiensuojeluyhdistys keskittynyt virtapaikkojen tarkkailuun.

TKK:n vesitalouden laboratorio käynnisti lukuvuonna 1973 - 74 opetus- ja tutkimustarkoituksia silmälläpitäen Siuntionjoen vesistötutkimuksen, jonka keskeisenä tavoitteena on selvittää kuormittavien tekijöiden vaikutus vesistön tilaan. Osaltaan tähän tutkimushankkeeseen liittyen vesitalouden laboratorio on vesiensuojeluyhdistyksen toimeksiannosta suorittanut kesäajan 1974 vesistön laadun tarkkailua vesinäytteitä analysoimalla ja laatinut käsillä olevan Siuntionjoen vesistön laadun kehitystä koskevan alustavan selvityksen.

2. Tutkimusalue

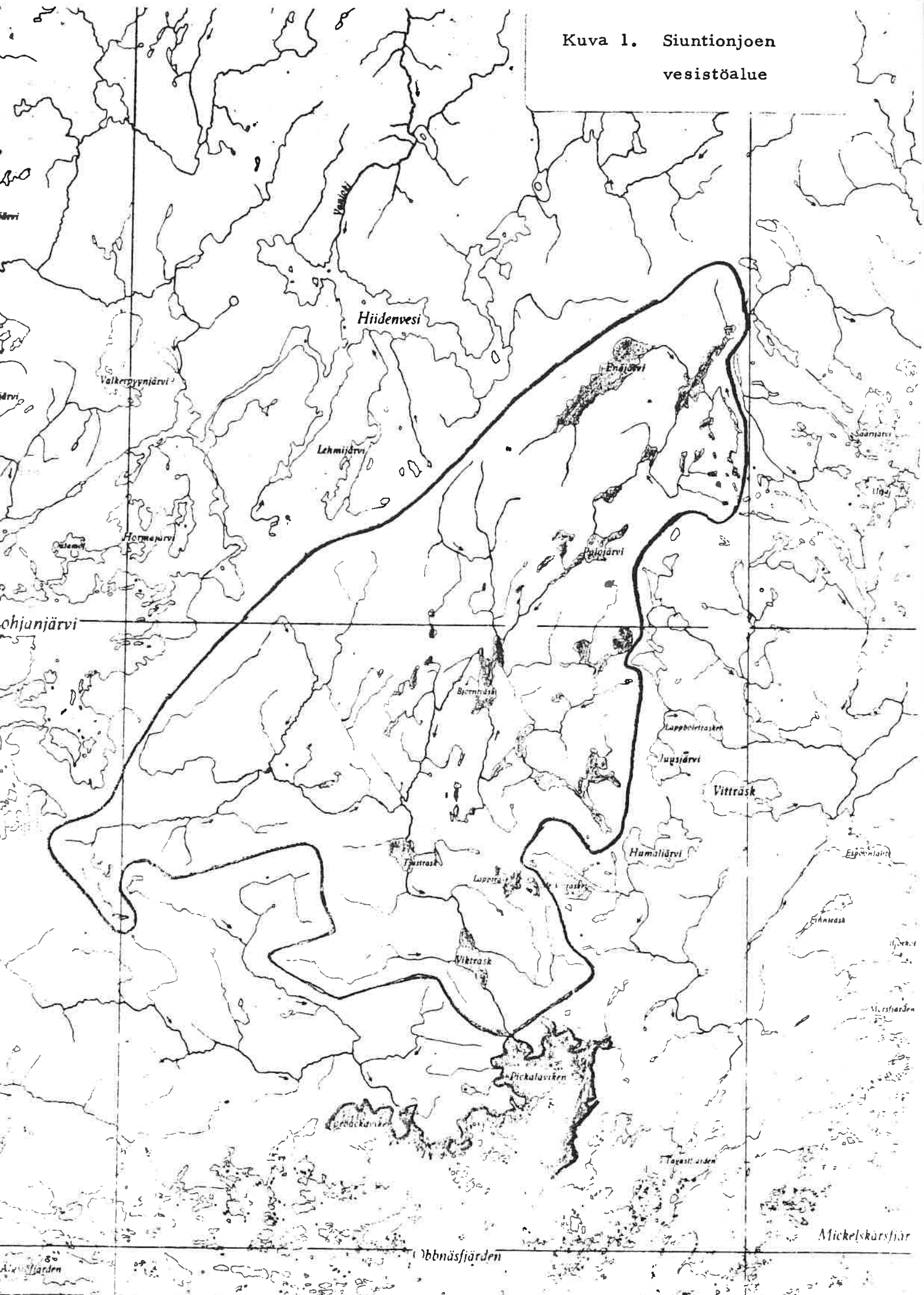
2.1 Tutkimusalueen yleiskuvaus

Tutkimusalueena on Länsi-Uudellamaalla sijaitseva Siuntionjoen vesistöalue (kuva 1), joka muodostaa Kirkkonummen ja Inkoon-Lohja-linjan väliin koillis - luoteissuuntaisen vyöhykkeen. Pohjoisessa alue rajoittuu Lohjanharjuun ja Vihdin eteläosassa olevaan Katinhännän suohon.

Siuntionjoen vesistön valuma-alueen pinta-ala on 480 km^2 ja järvisyys 5,3 %

Vesistö saa alkunsa suurimmasta järvestään Enäjärvestä, jonka luusuasta se virtaa Poikkipuoliaisen ja Palojärven kautta Björnträskiin. Tähän

Kuva 1. Siuntionjoen
vesistöalue



järveen virtaavat pohjoisesta Risubacka-puroja etelästä useita pienehköjä järviä käsittävä Harvsån reitti.

Björnträsk'istä laskevaan Siuntionjokeen yhtyy merkittävimpanä lisäjuoksuna Kirkkojoki ennen Siuntionjoen laskua Tjusträsk'iin, josta vesistö laskee Sjunbyå'na melkein merenpinnan tasolla olevaan Vikträsk'iin ja siitä edelleen Pikkalanjokena Suomenlahden Pikkalanlahteen.

Putousta Enäjärven ja meren välillä on keskimäärin 1,1 m/km.

Vesistössä on järviä kaiken kaikkiaan 68 kpl.

Vesistön järvistä Vikträskiä säännöstellään vedenhankinnan tarpeita varten. Aikoinaan suoritettujen järvenlaskujen yhteydessä annettujen päätösten perusteella säännöstellään lisäksi Enäjärveä, Poikkipuoliaista ja Tervalampea pohjapatojen avulla.

Kallioperässä on vallitsevana kivilajina graniitti. Lohjan kaupunginseudulla on kuitenkin runsaita kalkkikivialueita. Alueen maaperän muodostavat savi-, hiesu- ja moreenikerrostumat. Moreeni on vallitseva alueen eteläosassa sekä monin paikoin pohjoisessa pääuoman itäpuolella. Vitträskin ja Tjusträskin länsipuolella on huomattavan suuret savi- ja hiesuvaltaiset alueet.

Leimaa-antava piirre on pienimittakaavainen topografinen vaihtelevuus, joka ilmenee peltoja ympäröivinä kumpareina. Kumpareet ovat joko kalliota tai pieniä harjumuodostumia.

2.2 Hydrologian pääpiirteet

Tiedot sadannasta perustuvat vesihallituksen hydrologian toimiston laatimiin selvityksiin. Läntisellä Uudellamaalla keskimääräinen vuosisadanta 30 vuoden havaintojaksolta laskettuna on 700 ... 750 mm (kuva 2).

Ilmatieteen laitoksen suorittamien tutkimusten mukaan keskimääräinen vuosihaihdunta, maa-alueilta mitattuna on Uudellamaalla 400 ... 450 mm.

Vesihallituksen hydrologian toimiston tutkimusten mukaan keskimääräinen vuosivalunta noudattaa suunnilleen vuosisadannan alueellista jakautumaa. Tutkimus perustuu sadanta-, haihdunta-, ja virtaamahävaintöihin. Keski-
valuman suuruus on $Mq = 9,5 \dots 11,1 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$ (kuva 3).

Vedenkorkeuksia ja virtaamia mitataan jatkuvasti kahdessa pisteessä: Palojärven yläpuolelta on havaintoja vuodesta 1963 ja Tjusträskin alapuolelta Siuntionkoskesta vuodesta 1968 lähtien. Veden määrää on ajoittain havaittu Palojärven alapuolella, Sångarån koskessa ja Tjusträskin yläpuolella ennen Siuntion kirkkojen liittymistä pääuomaan. Lisäksi mittauksia on tehty Siuntion kirkkojen virtaaman määrittämiseksi. Vedenkorkeuksista on olemassa hajatietoja Enäjärvestä, Poikkipuoliaisesta, Palojärvestä, Björnträskistä, Tjusträskistä ja Vikträskistä.

Siuntionjoen arvioitu keskivirtaama on $4,6 \text{ m}^3/\text{s}$, havaittu ylivirtaama $44 \text{ m}^3/\text{s}$ ja havaittu alivirtaama $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$.

Taulukoissa 1 ja 2 on tietoja Siuntionjoen vesistön hydrologiasta.

3. Vesistön kuormitus

3.1 Yhdyskuntien ja teollisuuden kuormitus

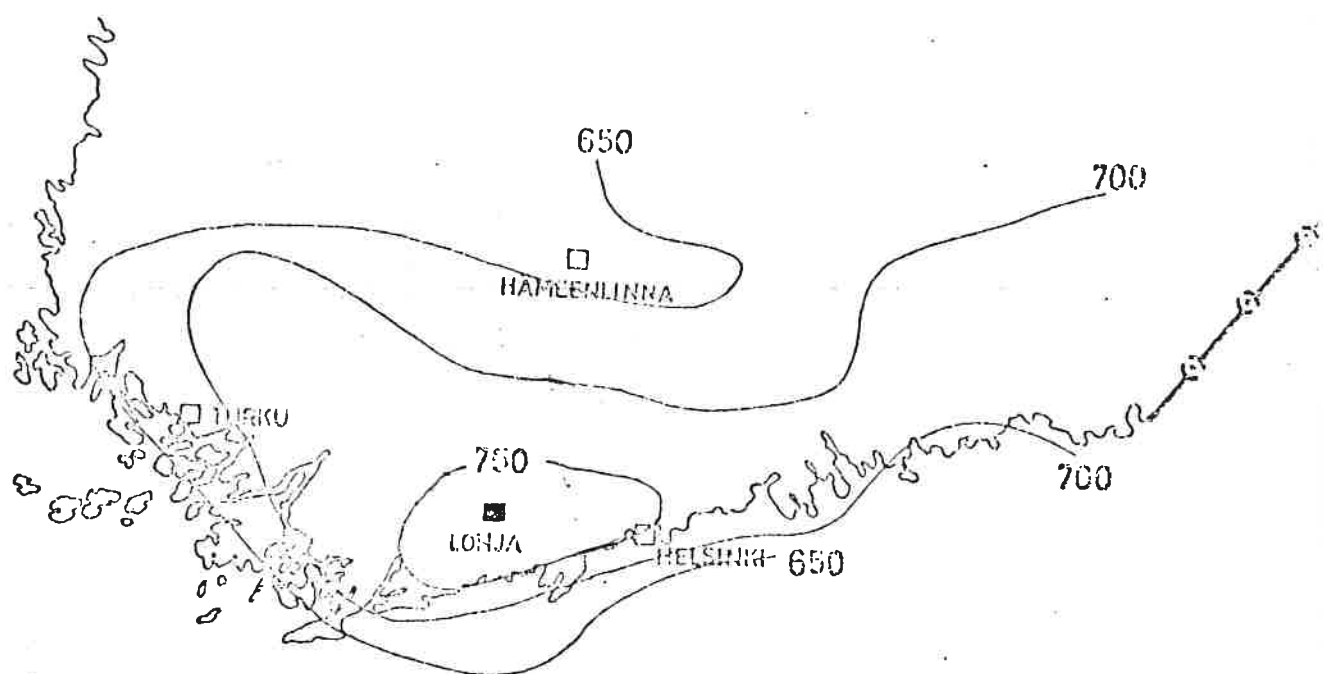
Taulukossa 3 on esitetty yhdyskuntien viemäröintitilanne, jäteveden käsittelyaste ja sen aiheuttama kuormitus vuonna 1970 vesihallituksessa tehdyn selvityksen mukaisesti. Kuormitusluvuissa on otettu huomioon jäteveden käsittelyn vaikutus kuormitusarvoihin.

Viemäröityjen yhdyskuntien Siuntionjoen vesistöön purkama jätevesimäärä oli v. 1970 $1830 \text{ m}^3/\text{vrk}$, josta $800 \text{ m}^3/\text{vrk}$ (44 %) ei käsitelty lainkaan (Lohjan kaupunki ja Lohjan mlk). Pikkalanlahteen purkautui $1900 \text{ m}^3/\text{vrk}$.

Lohjan kaupungin ja maalaiskunnan teettämän selvityksen mukaan johdettiin jätevesiä vesistöön vuonna 1973 seuraavasti:

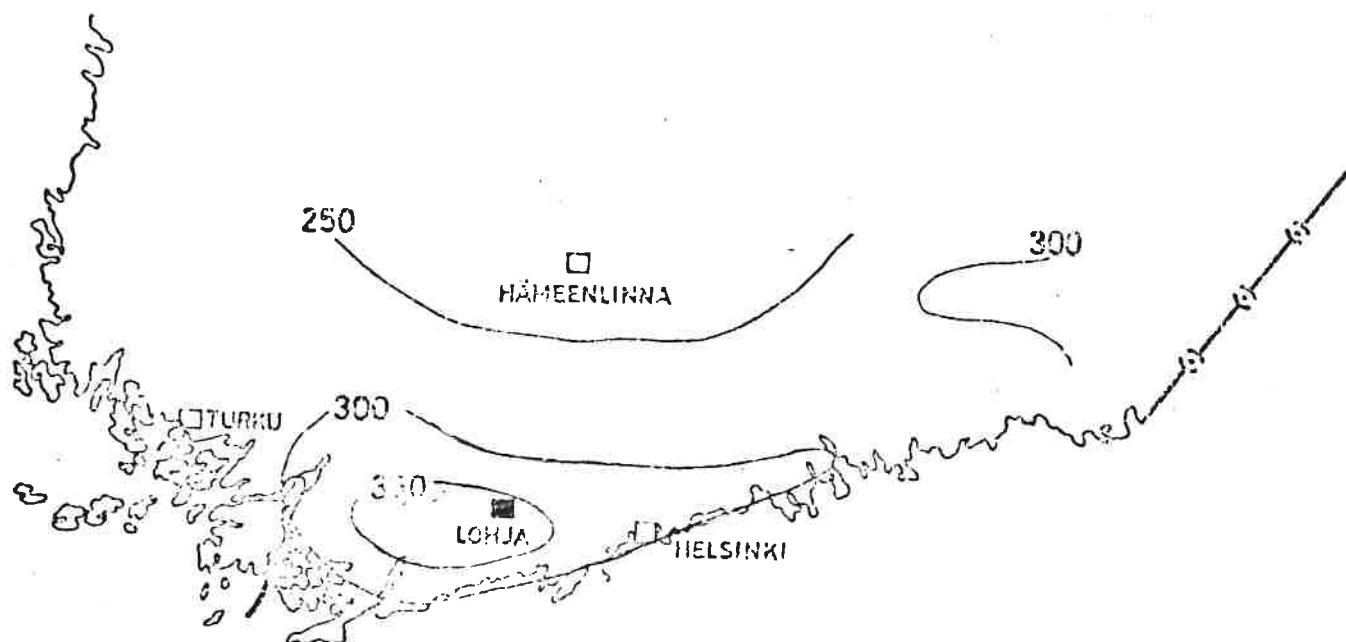
Kuva 2.

Vuosikeskisadanta v.1931-60 (mm/v)



Kuva 3

Vuosikeskivaluma v.1931-60 (mm/v)



Taulukko 1. Hydrologisia tietoja Siuntionjoen vesistön järvistä

	Pinta- ala km ²	Keski- syvyys m	Suurin syvyys m	Tila- vuus milj. m ³	MQ m ³ /s	Ranta- viivaa km	Matalaa rantavi- vää km	Teoreet- tinen vii- tymä vrtk	Veden- korkeus m	Valuma- alue km ²
Enäjärvi	5.1	3.4	9.0	17.1	0.32	16.3	3.9	660	49.3	33.3
Storträsk-Backträsk	3.1	3.7	16.2	11.5	0.21	20.7	0.7	665	28.9	21.7
Björntträsk	2.1	2.2	4.9	4.7	2.22	11.4	2.2	26	28.0	234.0
Poikkipuolinen	2.0	1.0	5.1	2.0	0.62	14.0	1.2	39	49.0	65.1
Vikträsk	1.9	5.1	17.3	9.7	4.60	7.1	3.8	26	0.1	484.4
Palojärvi	1.7	4.3	10.2	7.3	0.96	12.0	0.4	94	43.4	101.2
Tjusträsk	1.3	4.2	9.8	5.5	3.88	4.8	1.9	17	3.1	408.8

Taulukko 2. Hydrologisia tietoja Siuntionjoen vesistöistä

	F km ²	L %	MQ m ³ /s	MNq l/s	MNQ m ³ /s	Harju %	Huom.
Siuntionjoen vesistö	480	5.3	4.6	1.5	0.7	4	Mq = 9.5 l/s km ²
Kyrkån	145	0.8	1.4	0.5	0.1		
Siuntionjoki Kyrkån							Arvot saatu v:n 1931-60 havainnoista
laskussa	250	8.2	2.4	2.0	0.5		

Taaajama (laitos)	liitt. as.	jätevettä m ³ /vrk	purkuvesistö	purkup. kpl	käsittely	Kuormitus kg/vrk		
						BHK7	KokN	KokP
Lohja								
- kaupunki		600	Kruotinoja			190	18	4
- mlk		200	"			540	10	2
- Paraisten Kalkki	(540)	100	Lempanså Risubacka	2	pitkäilmast.	37 ¹⁾	7 ¹⁾	1 ¹⁾
Kirkkonummi								
- keskusta	2000	900	Estby ån-	1	mekaan.	90	20	4
- Obbnäs			Saltfjärden					
- " varusk.	(2500)	1200	Pikkalanlahti	3		160	30	6
- Båtvik-Kantvik	(1200)	700	"	1	pitkäilmast. aktiiviliete	70 ²⁾	10 ²⁾	3 ²⁾
Siuntio (asema)	260	50	Siuntionjoki	1	biol. suod.	3	2	1
Vihti								
- Nummela	1400	700	Enäjärvi	1	lammik.	40	11	2
- Terval.työl.	(260)	150	Siuntionjoki	1	pitkäilmast.	1	1	1
Oy Nokia Ab , Kirkkonummi		1800	Pikkalanlahti	1	mek.+biol.	1) sisältävät Båtvik-Kantvikin kuormituksiin		
Suomen Sokeri - " -	- " -	1400	- " -	1	aktiiviliete			
Paraisten Kalkki , Lohjan mlk		600	Risubackå	1	pitkäilmast.	2) sisältyy asutuksen kuormitus- lukuihin		

Taulukko 4. Lohjan kaupungin ja mlk:n kuormitus vuonna 1973

Purkupaikka	Kuormittaja	Jätevesimäärä m^3/vrk	BHK ₇ kg/vrk	P kg/vrk	N kg/vrk
Kruotinoja	Lohja, kaupunki:				
	asutus	587	267	41	10
	teollisuus	105			
Munkkaanoja	Lohja, mlk				
	asutus	286	313	49	12
	teollisuus	324			

Vertailtaessa vesihallituksessa ja Lohjan kaupungin toimesta laadittuja kuormitusarvioita havaitaan sekä jätevesimäärissä että kuormitustekijöissä varsin suuria eroja.

Teollisuuslaitoksien jätevesimäärä on oletettu samaksi kuin vedenkulutus. Kuormituslukuja ei näistä erikseen ole, vaan ne sisältyvät Nokia Oy:n ja Suomen Sokeri Oy:n osalta Båtvik - Kantvikin ja Paraisten Kalkin osalta Lohjan mlk:n kuormitusarvoihin.

Nokian Kaapelitehtaan jätevedet ovat tyypillisiä metalliteollisuuden jätevesiä sisältäen öljyä, rasvoja, puhdistusaineita, rikkihappoa, natriumhydroksidia ja kalisuopaa. Puhdistamona on emscherkaivo ja kaksi pitkäilmastuslaitosta. Hapenkulutus aiheutuu lähinnä asuntoalueilta ja sosiaali-tiloista tulevista jätevesistä.

Suomen Sokerin varsinaiset prosessijätevedet sisältävät runsaasti orgaanista happea kuluttavaa jätettä, ja lisäksi formaliinia erilaisia liuottimia, väriaineita, emäksiä ja happoja. Käsittelymenetelmänä on Rapid - Block tyyppinen puhdistamo.

3.2 Hajakuormitus

Hajakuormituksen suuruus on riippuvainen maaperän laadusta, ilmastosta, alueen hydrologisista piirteistä ja alueella harjoitettavista elinkeinoista. Vesihallituksessa laaditun arvion mukaan on alueen keskimääräinen hajakuormitus noin 4 kg N/ha·v ja 0,27 kg P/ha·v. On kuitenkin mahdollista että tämäntyyppisillä voimaperäisesti viljellyillä savialueilla luvut ovat keskimääräistä suurempia. Hajakuormituksen vaikutusta ei kuitenkaan voida arvostella samoin kuin viemärijätevesien, koska sen vaikutus näkyy jo vesien luonnontilaisessa perustyyppissä ja koska osa fosforista on tiukasti sitoutunut huuhtoutuvaan kiintoainekseen.

4. Vedenlaatututkimukset

4.1 Tutkimusten suorittajat

Vesiviranomainen on suorittanut 1960-luvun alkupuolelta lähtien Siuntionjoen vesistössä satunnaista valvontatarkkailua, jossa päähuomio on kiinnitetty alueen järviin. Lohjan kaupunki ja maalaiskunta ovat vesioikeuden lupapäätöksen mukaisesti suorittaneet vuodesta 1973 velvoitetarkkailua lähinnä Siuntion kirkkojoessa. Tätä selvitystä tehtäessä ovat olleet tiedossa vuoden 1973 tulokset. Lisäksi Helsingin kaupunki on tarkkaillut Tervalammen työlaitoksen jätevesien vaikutusta vesistöön.

Systemaattista veden laadun tarkkailua on vesistöalueella suoritettu Inkoon, Siuntion ja Kaakkois-Lohjan Vesiensuojeluyhdistyksen toimesta vuodesta 1970 alkaen. Vesiensuojeluyhdistyksen suorittamissa tutkimuksissa on keskitytty virtapaikkojen tarkkailuun ja taloudellisten resurssien rajallisuuden takia tutkimuksia on suoritettu vain kesäaikana.

4.2 Indikaattorien merkitys

4.2.1 Indikaattorit vesistön tilan kuvaajina

Yllämainittujen tutkimusten yhtenäisen rungon analyysin osalle muodostavat vesiensuojeluyhdistyksen suorittamat määritykset: lämpötila, happi, sähkönjohtokyky σ_{20} , BHK₇, KMnO₄-kulutus, ortofosfaatti, ammoniumtyppi ja pH. Näiden analyysien merkitystä voidaan arvioida kahdesta lähtökohdasta: kuinka hyvin ne kuvaavat vesistöä tietynä fysikaalis-kemiallis-biologisena toimintajärjestelmänä ja siinä tapahtuvia muutoksia ja toisaalta kuinka hyvin ne kuvaavat veden ja vesistön käyttökelpoisuutta eri käyttötarkoituksiin.

Tehtäessä vesianalyysien tuloksista johtopäätöksi vesistön tilan ja sen muutosten suhteen on muistettava, että ne määräytyvät monitahoisten vesistön sisäisten riippuvuussuhteitten ohella eräistä vaihtelevista ympäristön luonnontekijöistä kuten ilmastosta ja hydrologiasta sekä maankäytön ja vesistön suoranaisten hyväksikäytön kautta johtuvasta ihmisen vaikutuksesta. Lisäksi valuma-alueen maaperä vaikuttaa merkittävästi veden laatuun, alueelta huuhtoutuvien ja liukenevien aineiden muodossa.

Pääpiirteittäin analyysien merkityksestä vesistön tilan kuvaajana voidaan todeta seuraavaa:

Järven lämpötila määräytyy pääasiassa auringon säteilyenergian perusteella. Lisäksi siihen vaikuttavat mm. järven koko ja syvyysuhteet sekä veden väri ja kiintoainepitoisuus. Lämpötila taas määrää suurelta osalta millainen pieneliöstökanta järvessä tai joessa on ja mikä on perustuotannon ja muun tuotanto- ja hajoitustoiminnan intensiteetti. Normaalilla järvi-veden lämpötilan vaihtelualueella tuotanto - ja hajoitustoiminnan intensiteetti voi kasvaa lähes kymmenkertaiseksi lämpötilan noustessa kymmenen astetta.

Lämpötilalla on samoin merkittävä vaikutus vesistön happitalouteen. Happi tulee veteen liukenemalla ilmasta, perustuotannon yhteyttämistoiminnan kautta, sadeveden ja vesistöön valuvien vesien mukana. Vastavasti happea kuluu orgaanisen aineen hajoitustoiminnassa, sitä poistuu kaasuna ilmaan ja liuenneessa muodossa ko. vesistönsästa poisvirtaavan veden mukana.

Veteen liukenevan hapen määrä riippuu lämpötilasta, paineesta ja veteen liuenneista muista aineista, lähinnä suolapitoisuudesta. Normaali-ilmanpaineessa happea liukenee $+0,5^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa 14 mg/l, $+10^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa 11 mg/l, $+30^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa 6 mg/l. Kun happea on vedessä sen osapainetta vastaava määrä, sanotaan veden olevan hapen suhteen kyllästettyä. Koska kyllästysarvo riippuu lämpötilasta, vedessä olevan hapen määrä ilmoitetaan usein absoluuttisen määrän ohella suhteellisenä arvona prosentteina kyllästysarvosta.

Veden happipitoisuus on usein kyllästysarvoa suurempi tai pienempi, koska tasapainon asettuminen saattaa olla veden happea tuottaviin tai kuluttaviin tapahtumiin verrattuna hidasta tai myös sen tähden, että kaasun vaihto ilman kanssa ei ole mahdollista esim. kerrostuneisuuden tai jääpeitteen vuoksi. Happi on välttämätöntä veden korkeammille eliöille ja myös useimmille alemmille organismeille. Hapen loppuessa vedestä orgaanisen aineen hajoaminen tapahtuu mätänemisenä. Veden biologinen puhdistuminen edellyttää ^{yleensä} hapen läsnäoloa. Veden happipitoisuuden muutokset, sekä hapen vajeus että ylikyllästystila ovat herkimpiä vesistön tilan osoittimia ja likaantumisen indikaattoreita.

Hapen vähäinen ^{määrä} kesäaikana päällysvedessä osoittaa vesistöön lasketun jätevesiä, joissa oleva orgaaninen aine hajotessaan kuluttaa runsaasti happea. Talviaikainen hapen vähäinen ^{määrä} osoittaa joko samaa tai sitä, että vesistö on ravinnekuormituksen johdosta rehevöitynyt vaarallisen pitkälle. Runsaat ravinteet aiheuttavat voimakkaan perustuotannon ja tästä johtuu orgaanisen helposti hajoavan aineksen keräytyminen pohjaan. Talvella jääpeitteen aikana tämä voi hajotessaan kuluttaa vesistön happimäärät hyvin vähäisiksi.

Tällaiseen ravinnekuormituksen kuvaan kuuluu, että kesäaikana päivisin järven pintaosat ovat voimakkaan tuotantotoiminnan johdosta ylikyllästyneet hapestä. Pohjassa tällöinkin esiintyy yleensä hapen vajeusta ja varsinkin silloin kun järvi on niin syvä, että se on termisesti kerrostunut.

Veden sähkönjohtokyky on verrannollinen vedessä ionimuodossa olevien liuenneiden aineiden kokonaismäärään. Luonnonvesissä tämä elektrolyytti-

pitoisuus riippuu valuma-alueen maaperän mineraalikoostumuksesta, maankäytöstä ja vesistöön laskettavien jätevesien laadusta, sekä myös veden lämpötilasta. Erityisesti teollisuusvesissä voi elektrolyyttipitoisuus olla hyvinkin suuri. Myöskin biologisesti hajoava orgaaninen aines hapettuaan muuttuu ravinnesuoloiksi, jotka dissosioituvat vedessä ja nostavat siten sähkönjohtokykyä. Jos jätevesien mukana tulee runsaasti tällaista ainetta vesistöön, erityisesti virtaaviin vesiin, ei tuotantotoiminta ennätä sitoa hajoituksen tuottamia ravinteita vaan nämä näkyvät veden lisääntyneenä sähkönjohtokykynä. Vastaavasti sähkönjohtokykyä lisäävät myös maaperästä huuhtoutuvat lannoitusaineet.

Biologinen hapen kulutus tarkoittaa vedessä olevien orgaanisten aineisten aerobisessa hajoamisessa tarvittavaa hapen määrää. Näiden orgaanisten aineiden hajoamisnopeus riippuu hapen määrän ohella lämpötilasta, ko. orgaanisen aineksen koostumuksesta ja vedessä olevista muista aineksista erityisesti myrkyistä. Analyysina käytetään BHK₇-analyysiä, joka mittaa kokonaishapenkulutuksen seitsemän vuorokauden aikana +20 °C lämpötilassa.

BHK₇-analyysi soveltuu parhaiten asumajätevesien biologisen hapenkulutuksen selvittämiseen, koska näiden sisältämä orgaaninen aines on yleensä nopeasti hajoavaa. Teollisuusjätevesien orgaaninen aines voi olla hitaammin hajoavaa ja ravinnekoostumukseltaan niin yksipuolista, että hajoaminen siitä syystä hidastuu ja tällöin BHK₇-analyysi antaa harhaisen kuvan biologisesti happea kuluttavan aineksen kokonaiskuormituksesta. Samoin jätevedessä olevat myrkyt voivat estää tai vähentää biologista toimintaa ja hajoamisprosessi hidastuu.

Vesistön vedestä suoritettu BHK₇-analyysi osoittaa vesistöön lasketun helposti hajoavan orgaanisen aineksen, vesistössä oman tuotantotoiminnan kautta syntyneen orgaanisen aineksen ja maaperästä huuhtoutuvien happea kuluttavien aineiden hapentarpeen summaa tilavuusyksikköä kohden lasketuna. Lisäksi happea kuluu vesistössä olevan planktonin hengitystoimintoihin. Maaperästä tuleva BHK₇-kuormitus johtuu pääosin humuksesta. Vaikka jätevesien vaikutusta ei olekaan, analyysi voi osoittaa vedelle muutamaa milligrammaa per litra olevia BHK₇ arvoja. Suuret BHK₇ arvot osoittavat

tällöin tuotantotoiminnan suurta määrää ja vesistön runsasravinteisuutta tai vesistön runsasta humuskuormitusta. Asumajätevesissä BHK_7 arvot ovat yleensä yli sata milligrammaa per litra.

Vedessä olevien orgaanisten aineiden kokonaismäärää mitataan hapettamalla aines kemiallisesti kaliumpermanganaatilla. Analyysituloksena saatua KMnO_4 -kulutusta ei kuitenkaan käytännössä vastaa tarkkaan orgaanisten aineiden kokonaismäärää, koska osa orgaanista ainesta voi jäädä hapettumatta tai tilanteesta riippuen osa pelkistyneessä tilassa olevista epäorgaanisista aineksista hapettua.

Vedessä olevien orgaanisten aineiden kokonaismäärä muodostuu tuotantotoiminnassa syntyneestä aineksesta, jätevesien mukana tulleesta aineksesta ja valumavesien mukana maaperästä huuhtoutuvasta orgaanisesta aineksesta, josta pääosa on humusta. Ellei jätevesikuormitusta ole, on pääosa vesistössä olevasta orgaanisesta aineesta yleensä huuhtoutumalla tullutta humusta.

Veden ortofosfaattipitoisuus ilmaisee siinä olevien tuotantotoiminnassa käyttökelpoisten fosforiravinteen suolojen määrän ts. veteen liuenneiden fosforisuolojen määrän. Veden kokonaisfosforimääritys mittaa liuenneiden fosforisuolojen lisäksi humukseen ja veteen suspendoituneeseen epäorgaaniseen aineeseen adsorboituneen fosforin sekä orgaanisessa aineksessa olevan biologisesti sitoutuneen fosforin määrän. Orgaanisen aineksen biologisesti hajotessa vapautuvat siinä oleva fosfori epäorgaanisiksi fosforisuoloiksi, jotka ovat uudelleen tuotantotoiminnan käytettävissä.

Fosforia tulee vesistöön valuma- ja sadevesien mukana sekä jätevesissä. Valumavesien fosfori on osaksi liuenneena ja osaksi vesien huuhtoutumaa orgaaniseen ja epäorgaaniseen ainekseen adsorboituneena. Valumavedet saavat fosforin kivilajien rapautumisessa syntyneistä fosforiyhdisteistä, ilmas-^{ta} sekä maa- ja metsätalouden lannoitteista. Asumajätevesien fosforipitoisuudet ovat aina moninkertaiset luonnollisiin huuhtoutumiin verrattuna.

Ellei jätevesikuormitusta ole, on fosfori yleensä vesistön tuotantotoimintaa rajoittava minimitekijä ja tällöin lähes kaikki fosfori on orgaanisen aineksen biologisena rakennusosana ja vapaiden fosforisuolojen määrä

on pieni. Tällöin kokonaisfosfori- ja ortofosfaattimäärien välillä tulisi olla huomattava ero. Vastaavasti jätevesikuormituksen ollessa suuri ei fosfori enää olisi tuotantoa rajoittava minimitekijä ja ortofosfaattipitoisuuksien tulisi olla suuria sekä absoluuttisina arvoina, että suhteessa kokonaisfosforiin.

Kuten fosfori on myös vesistön vedessä oleva tyyppi jatkuvassa kiertokulussa. Orgaaniset typpiyhdisteet hajotessaan muuttuvat ammoniumtypeksi, nitriittitypeksi ja lopuksi nitraattitypeksi, joka on tuotantotoiminnassa käyttökelpoinen ravintosuola. Jos happi puuttuu tai sitä on niukasti, tapahtuu prosessi toiseen suuntaan. Tällöin voi osa tyypestä muuttua alkuainetypeksi ja poistua kaasuna ilmaan. Näiden orgaanisten ja epäorgaanisten typpiyhdisteiden lisäksi on vedessä myös liuennutta alkuainetyppeä.

Ammoniumtypen määrä ilmaisee vedessä olevien ammoniumionien ja dissosioitumattoman ammoniakkin yhteismäärää. Ammoniakin dissosioituminen riippuu pH:sta siten, että pH-arvolla 9,25 on puolet ammoniakkityypestä ammoniakkina, pH-arvolla 8,25 10 % ja pH-arvolla 7,25 1 %. Koska ammoniakkimuodossa oleva tyyppi on hyvin myrkyllistä monille eliöille, ovat ammoniumtypen ja pH:n arvot tärkeitä vesistön tilaa kuvaavia indikaattoreita.

Lisäksi ammoniumtypen olemassaolo suurine pitoisuuksine osoittaa, että lähelle lasketaan runsaasti orgaanisia hajoamattomia jätevesiä tai että vesistön kuormitus muutoin on niin suuri, että happea ei riitä hajoamisessa syntyvien orgaanisten yhdisteiden hapettamiseen.

Veden pH-määrittäminen mittaa veden happamuutta. Happamuudella on keskeinen merkitys vedessä tapahtuville biologisille ja kemiallisille prosesseille. Veden pieneliöstön ja kalojen lajikoostumus ja kasvunopeus riippuu suuresti veden happamuudesta. Happamuusarvon ohella ovat sen lyhytaikaiset vaihtelut merkityksellisiä kahdella tapaa. Koska vedessä oleva pitkäaikainen eliöstö, kalat, ei kestä äkillisiä suuria pH-vaihteluja voi tällainen vaihtelu aiheuttaa kalakuolemia ja siten pitkälle ulottuvia vahinkoja. Toisaalta vedessä vuorokaudenaikoja noudattava suuri pH-vaihtelu osoittaa perustuotannon suurta määrää ja siten veden runsasravinteisuutta. Yhteyttämis-

toiminnassa hiili sitoutuu ja happea vapautuu ja tällöin pH nousee.

Yöaikana prosessi tapahtuu toisinpäin ja pH laskee.

Luonnonvesissä pH:n suuruus määräytyy yleensä liuenneiden hiilidioksidin, bikarbonaatin ja karbonaatin välisistä suhteista. Lisäksi humushapot ja niiden suolat vaikuttavat usein merkittävästi pH:ta laskien.

Rannikkoalueen alunamailta liukenevat mineraalihapot vaikuttavat samoin voimakkaasti pH:ta laskien. Kuitenkin yleensä jos happamuus on hyvin suuri tai pieni on kyseessä emäksisten tai happamien teollisuusjätevesien vaikutus. Näiden jätevesien vaikutus korostuu Suomen vesissä vielä sen takia, että vedet ovat heikosti puskuroituneita eivätkä pysty tasoittamaan jäteveden suuria ja pieniä happamuuksia.

4.22 Indikaattoreiden käytännöllinen merkitys

Havainnollisen kuvan saamiseksi analyysitulosten käytännöllisestä merkityksestä on vesihallituksessa kehitetty veden käyttökelpoisuutta kuvaava luokitus lähinnä alueellisen suunnittelun tarpeita silmälläpitäen. Luokituksessa on lähdetty yhteen luokkajakoon, joka käsittää paremmasta huonompaan luokat 1 ... 5. Luettelo niistä vähimmäisvaatimuksista, jotka kuhunkin luokkaan kuuluvan veden on täytettävä, esitetään taulukossa ja laatuluokitus käyttötarkoituksen perusteella taulukossa .

Taulukko 5

VEDEN LAATULUOKKIEN RAJAT

Ominaisuus	Yksikkö	Luokkien vähimmäisvaatimukset			
		1	2	3	4
Fekaaliset streptokokit	kpl/100 ml	25	25	250	
Väri	mg Pt/l	20	70...90	100...130	200
KHT	KMnO ₄ mg/l	20	70...90	100...130	150...200
BHT ₇	mg O ₂ /l	1	2	5	15
O ₂	kyll. %	90...105	70...110	50...120	30...125
Myrkyt		ei saa ylittää voimassa olevia hallinnollisia määräyksiä			
Öljyt		ei lainkaan		ei toistuvasti näkyvää pintakalvoa	
Pinnalla kelluvat aineet		ei lainkaan		vähäisiä määriä	
Ligniini ^{x)}	mg/l NaLS	1	2	5	
Rauta ^{x)}	mg/l	0,2	1	5	
Mangaani ^{x)}	mg/l	0,05	0,1	0,5	
Veden kukinta		ei	harvoin	toistuvasti	

Mikäli vesialueella esiintyy toistuvasti öljyä, vaahtoavia aineita, pinnalla kelluvia jäteaineita tai seuraavat pitoisuudet ylittäviä myrkyllisiä aineita kuuluu vesialue aina luokkiin 4 tai 5, vaikkeivät muut ominaisuudet sitä edellyttäisikään.

Aine	Yksikkö	Pitoisuus
Arseeni	mg/l As	0,05
Elohopea	mg/l Hg	0,005
Fenolit	mg/l	0,005
Kadmium	mg/l Cd	0,01
Kupari	mg/l Cu	0,5
Lyijy	mg/l Pb	0,1
Syanidit	mg/l CN	0,01
Anioniaktiiviset aineet	mg/l	1

^{x)} Huomioidaan vain silloin, kun arvioidaan veden soveltuvuutta yhdyskunnan vesilaitoksen raakavedeksi.

LAATULUOKKIEK SOVELTUVUUS ERI KÄYTTÖTARKOITUKSIIN

Käyttötarkoitus	Laatuluokat				
	1	2	3	4	5
	erinomainen	hyvä	tyydyttävä	välttävä	erittäin huono
Vedenhankinta:					
Yhdyskunnat ja elintarviketeollisuus					
- ilman kemiallista tms. puhdistusta	x				
- kemiallinen puhdistus	x	x			
- " " , tehostettu laadun tarkkailu	x	x			
Maatalous					
- karjatalousvesi	x	x			
- kasteluvesi	x	x	x	(x) ¹⁾	(x) ¹⁾
Puunjalostusteollisuus					
- prosessivesi	x	x			
- jäähdytysvesi	x	x	x		
Kalastus					
Arvokalojen kasvatus					
Ammatikalastus (seisovat pyydykset)	x	x			
Virkistyskäyttö					
Virkistyskalastus					
Uinti, vesihiihto	x	x	x ²⁾		
Veneily, laivaliikenne	x	x	x	x	(x) ³⁾

- 1) sopiva viljapeltojen, heinänurmien tms. kasteluun
 2) sopiva, ellei alueella ole liikkeellä epidemioita
 3) sopiva kauttakulkuliikenteeseen

4.3 Siuntionjoen vesistön veden laatu ja sen kehitys

Liitteessä 1 on esitetty Siuntionjoen vesistön veden laatua kuvaavia diagrammeja, jotka tekn. yliopp. Keijo Heinävaara on laatinut teknillisessä korkeakoulussa tekemässään erikoistyössä. Erikoistyö käsitteli vesistön veden laadun kehitystä vesistön pääuomassa ja Kirkkojoessa. Seuraava esitys pohjautuu osaltaan ko. erikoistyöhön. Liitteen 1 kuvassa 1 on esitetty virtahavaintopaikkojen sijainti.

4.31 Pääuoma

Siuntionjoen vesistön pääuomalla tarkoitetaan reittiä Enäjärvi - Poikki-puoliainen - Tervalampi - Huhmarlampi - Palojärvi - Björnträsk - Tjusträsk - Vikträsk - Pickalaviken.

Järvien vedenlaatua on vesiviranomainen tarkkaillut satunnaisnäyttein; havainnot ovat keskittyneet lähinnä Enäjärveen ja Palojärveen. Virtahavaintopaikkoja pääuomassa on 12 kpl, joista kahdeksasta on monivuotisia havaintoja.

Pääuomassa ravinnepitoisuudet ovat kuluvana vuonna olleet kauttaaltaan korkeita, poiketen selvästi luonnontilaisen vesistön arvoista. Happitilanne on Enäjärveä lukuunottamatta ollut tyydyttävä. Sähkönjohtokyky on ollut huomattavasti luonnontilaisen vesistön arvoja korkeampi osoittaen osaltaan suurta jätevesi- ja ravinnekuormitusta.

Käyttökelpoisuuden kannalta pääuoma sijoittuu luokkaan 3 lukuunottamatta Enäjärveä, joka sijoittuu luokkaan 4.

Tarkasteltaessa veden laadun muuttumista yläjuoksulta alaspäin mentäessä todetaan selvää paranemista aina Kirkkojoen laskuun saakka, jolloin fosfori- ja sähkönjohtoky-arvot nousevat voimakkaasti osoittaen Kirkkojoen suurta kuormittavaa vaikutusta (kts. liite 1, kuvat 8 ja 18). Tervalammen työlaitoksen puhdistamon toiminta on vesistötutkimuksen perusteella hyvä. Sensijaan asemakylän puhdistamon toiminta sekä puhdistamosta lähtevästä vedestä että vesistöstä otettujen näytteitten perusteella on epätyydyttävää fosforireduktion suhteen. Samantyyppisillä laitoksilla on päästy muualla

oleellisesti parempiin tuloksiin.

Veden laatu pääuomalla on käytettävissä olleiden analyysitulosten perusteella pysynyt vuodesta 1970 lähtien jokseenkin samanlaisena. Sähkönjohtokyvyssä on kuitenkin havaittavissa lievä nouseva trendi, joka on tulkittavissa jätevesi ja ravinnekuormituksen kasvun aiheuttamaksi.

4.32 Kirkkojoki

Kirkkojoki alkaa Lohjanharjulta Kruotinojana, jatkuu Munkkaanojana Söderkullaan, jossa siihen yhtyy Tuhkurinoja. Söderkullan jälkeen puro jatkuu Lempansin purona Störsby'yn, jossa siihen yhtyy Virkkalasta tuleva puro. Tämän jälkeen vedet virtaavat Kirkkojokena Siuntion kirkonkylään, jossa Kirkkojoki yhtyy Siuntionjoen pääuomaan.

Havaintopisteitä on kaikkiaan 9 kpl.

Kirkkojoki on kauttaaltaan Lohjalta tulevien jätevesien pahoin likaama. ja Munkkaanojaa Söderkullaan asti voidaan pitää jätevetenä. Tuhkurinojan veden laatu on selvästi parempi, mutta siinäkin on havaittavissa runsasta jätevesikuormitusta. Vasta Störsbyssä veden laatu vastaa hyvin toimivasta jäteveden puhdistamosta lähtevän veden laatua. Virkkalasta tulevan puron veden laatu on huomattavasti parempaa kuin em. puroissa. Ammoniumtyppimäärien lisääntyminen Siuntion Kirkonkylän kohdalla johtunee kirkonkylästä tulevista käsittelemättömistä jätevesistä. Havainnollisen kuvan veden laadun vaihteluista antavat liitteen 1 kuvat 9, 11, 13, 17 ja 19.

Käyttökelpoisuusluokituksessa Kirkkojoki Störsby:stä alaspäin sijoittuu luokkaan 4 ja Störsbystä ylöspäin luokkaan 5. Virkkalan sivupuro sijoittuu luokkaan 3 ja Tuhkurinoja luokkaan 4.

Veden laadun ajallisessa kehittämisessä ei 1970-luvulla ole havaittavissa selvää trendiä, vaan vaihtelut ovat satunnaisia ja johtunevat lähinnä hydrologisista tekijöistä.

4.33 Harvsån

Björnträskiin laskevalta Harvsån reitiltä on havaintoja neljästä pisteestä, joista ainoastaan yhdeltä useamman vuoden ajalta.

Havaintojen perusteella ovat Harvså, Lilla ja Stora Lonnoträsk sekä Heparista tuleva puro käyttökelpoisuusluokassa 3. Backeträsk ja Storträsk ovat luusuasta otettujen vesinäytteiden perusteella luokassa 2.

Harvsån veden laadun ajallisesta kehityksestä ei näytteiden vähälukuisuuden vuoksi voida tehdä johtopäätöksiä.

4.34 Risubackaå

Risubackaå alkaa Lohjanharjulta ja laskee Björnträskin pohjoispäähän. Veden laatua on tarkkailtu kolmessa pisteessä.

Risubackaåssa happitilanne on hyvä. Fosfori-BHK₇ ja sähkönjohtokykyarvot ovat kuitenkin selvästi korkeampia kuin luonnontilaisessa vesistössä ja osoittavat siten jätevesikuormitusta.

Risubackaå kuuluu Kahvimaalta alaspäin käyttökelpoisuusluokkaan 3.

Veden laatu ajallisesti tarkasteltuna on pysynyt jokseenkin samanlaisena.

5. Ainevirtaamat

Pitoisuuksien ohella tulisi vesistön kuormitusta selvitettäessä selvittää aina myös ainevirtaamien suuruus. Tällöin vaaditaan kuitenkin tiedot virtaamista, joita yleensä ei ole riittävästi käytettävissä.

Koska fosforia pidetään merkittävimpänä vesistön rehevöittäjänä on tässä yhteydessä laskettu Palojärvenkosken ja Siuntionkosken virtaamatietoihin tukeutuen kokonaisfosforivirtaamat em. paikoissa ja Kirkkojoessa Siuntion kirkonkylän kohdalla ja Siuntionjoessa Kirkkojoen laskun yläpuolella. Koska heinä-, elo- ja syyskuu kuluvana vuonna olivat hydrologiselta kannalta vakaita koskevat ainevirtaamalaskelmat em. kuukausia.

Laskelmien perusteella oli fosforivirtaama Palojärvenkoskella noin 10 mg/s, Siuntionjoessa Kirkkojoen laskun yläpuolella noin 30 mg/s, Kirkkojoessa noin 150 mg/s ja Siuntionkoskessa noin 90 mg/s. Voidaan siis todeta, että Kirkkojoki tuo kesäaikana viisinkertaisesti fosforia pääuoman alaosaan verrattuna siihen määrään mitä pääuoma tuo. Liitteen 1 kuvasta 19 voitaneen päätellä, että suurin osa Kirkkojoen tuomasta fosforivirta-

masta on Lohjan jätevesistä peräisin. Lisäksi kuvasta voidaan todeta, että Kirkkojoessa tapahtuu huomattavaa veden laadun paranemista alaspäin mentäessä, joka johtuu osittain laimenemisesta ja osittain fosforin sitoutumisesta uoman pohjaan. Kuitenkin tällainen uomaan jäänyt fosfori lähtee tulva-aikana liikkeelle kuten mm. Vantaanjoella suoritetuissa tutkimuksissa on selvästi havaittu.

6. Havaintotoiminnan kehittäminen

Yleisesti voidaan todeta, että vesistöalueella tapahtuvan havaintotoiminnan tulisi kohdistua paitsi vesistön tilaan myös alueen hydrologiaan, sääoloihin, vesistön käyttöön ja maan käyttöön, mikäli halutaan luotettavasti selvittää vesistöä kuormittavien tekijöiden vaikutus. Vasta erityyppisten kuormituslähteiden vaikutusten tunteminen tarjoaa mahdollisuuksia järkevästi määrittää jäteveden puhdistukselle ja purkupaikalle asetettavat vaatimukset.

Siuntionjoen vesistö tarjoaa alueena mahdollisuuden laajaan empiiriseen tutkimukseen, jolla voitaisiin selvittää, mitkä tekijät määräävät vesistön tilan ja mihin kuormitustekijöihin vesiensuojelutoimenpiteet tulisi kohdistaa.

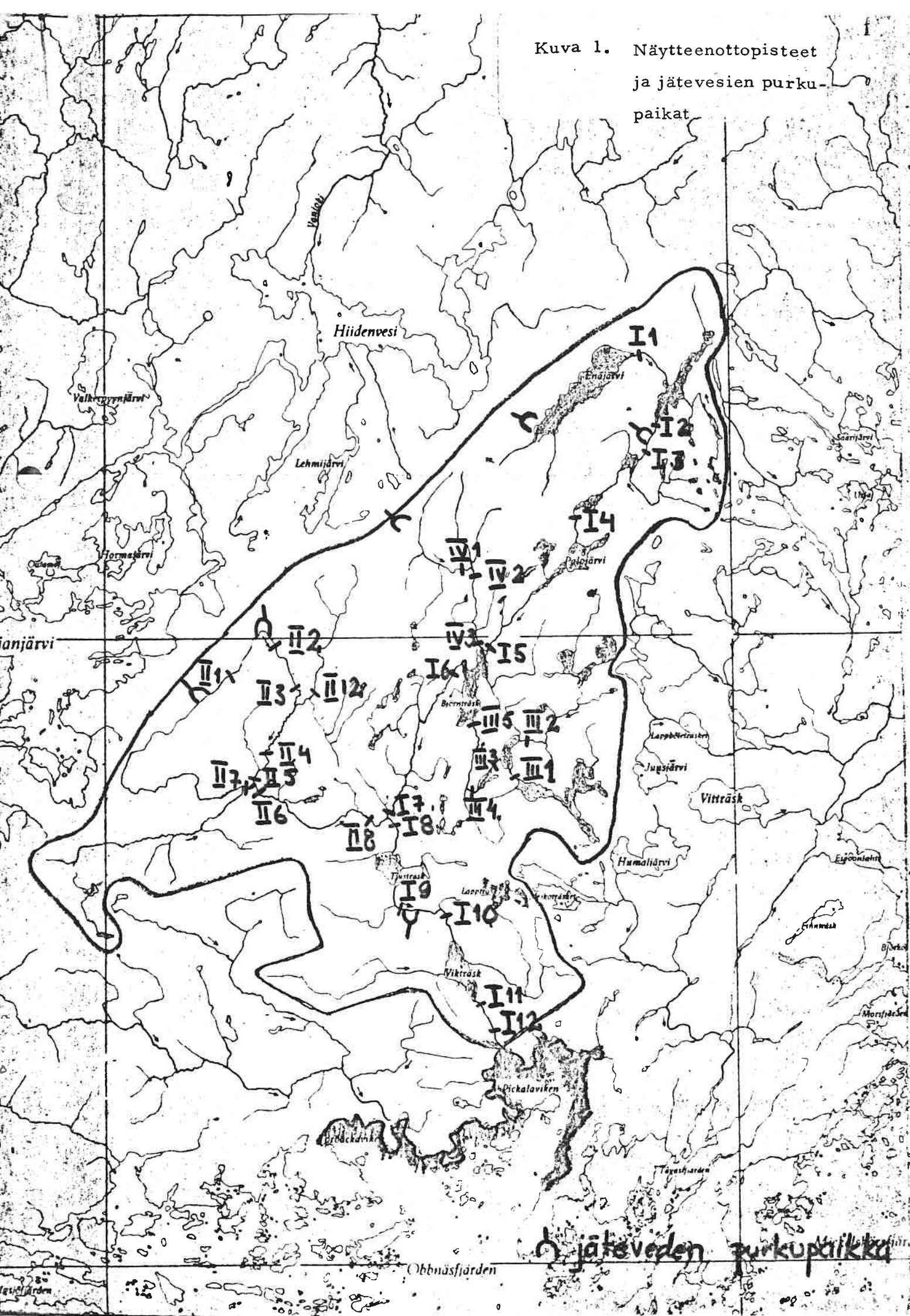
Virtahavaintopaikkojen lukumäärä, sijoitus ja näytteenottotiheys Siuntionjoen vesistössä on tällä hetkellä tarkoituksenmukainen. Havaintotoiminnalla nykyisessä muodossaan selvitetään kuitenkin vain veden laatua, eikä näinollen pystytä riittävässä määrin selvittämään niitä syy-seuraussuhteita, jotka määräävät vesistön kulloisenkin tilan. Kiireellisimpinä vesiensuojeluyhdistyksen suorittaman havaintotoiminnan laajennuksina tulisi:

1. ulottaa havainnot koskemaan pääuoman järviä,
2. suorittaa havainnot myös talviaikana,
3. laajentaa indikaattorivalikoimaa seuraavilla analyysillä: kokonaistyyppi, kiintoaine, sameus ja fekaalisten streptokokkien määrä,
4. järjestää virtaamamittaukset virtahavaintopaikkojen yhteyteen ainevirtaamien selville saamiseksi ja
5. kartoittaa kuormituksen suuruus.

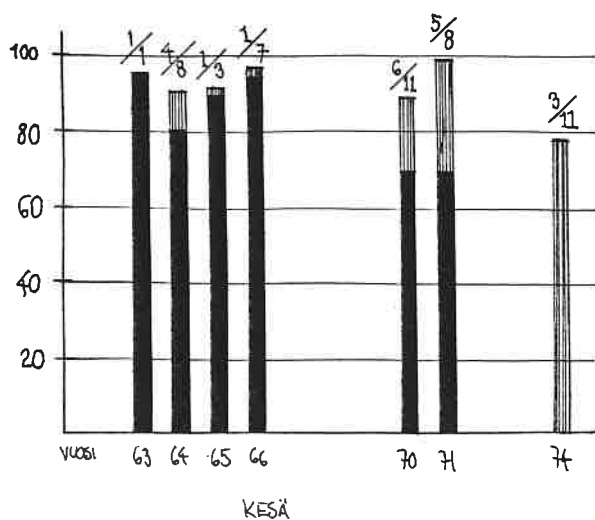
Liite 1. Diagrammeja Siuntionjoen vesistön veden laadusta

- Kuva 1 Näytteenottopisteet ja jätevesien purkupaikat
- Kuva 2 Enäjärven happitilanne
- Kuva 3 Sähkönjohtokyky Enäjärvessä
- Kuva 4 Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuus Enäjärvessä
- Kuva 5 Palojärven happitilanne
- Kuva 6 Sähkönjohtokyky Palojärvessä
- Kuva 7 Kokonaistyyppi- ja kokonaisfosforipitoisuus Palojärvessä
- Kuva 8 Sähkönjohtokyky Siuntionjoen pääuomassa
- Kuva 9 Sähkönjohtokyky Siuntion kirkkojoessa
- Kuva 10 BHK_7 Siuntionjoen pääuomassa
- Kuva 11 BHK_7 Siuntion kirkkojoessa
- Kuva 12 Ammoniumtyppi Siuntionjoen pääuomassa
- Kuva 13 Ammoniumtyppi Siuntionjoen kirkkojoessa
- Kuva 14 Happi ja lämpötila pisteessä I 10
- Kuva 15 Ortofosfaattipitoisuus ja ortofosfaattimäärä pisteessä I 10
- Kuva 16 BHK_7 Siuntionjoen pääuomalla kesällä 1974
- Kuva 17 BHK_7 Siuntion kirkkojoessa kesällä 1974
- Kuva 18 Kokonaisfosfori ja ortofosfaattipitoisuus Siuntionjoen pääuomassa kesällä 1974
- Kuva 19 Kokonaisfosfori ja ortofosfaattipitoisuus Siuntion kirkkojoessa kesällä 1974

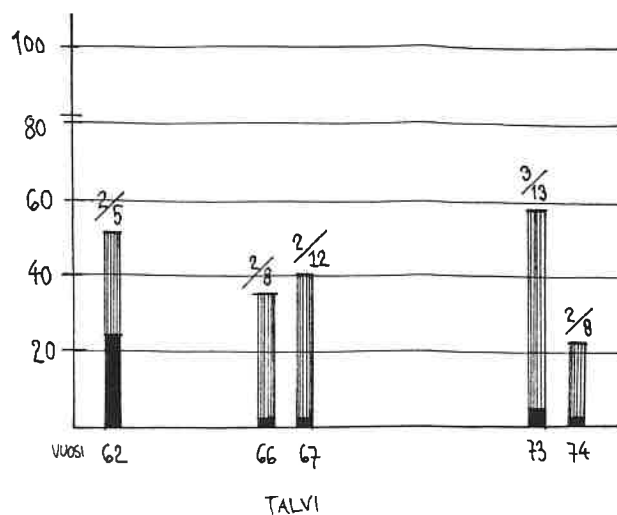
Kuva 1. Näytteenottopisteet
ja jätevesien purku-
paikat



HAPPI O_2
%



HAPPI O_2
%

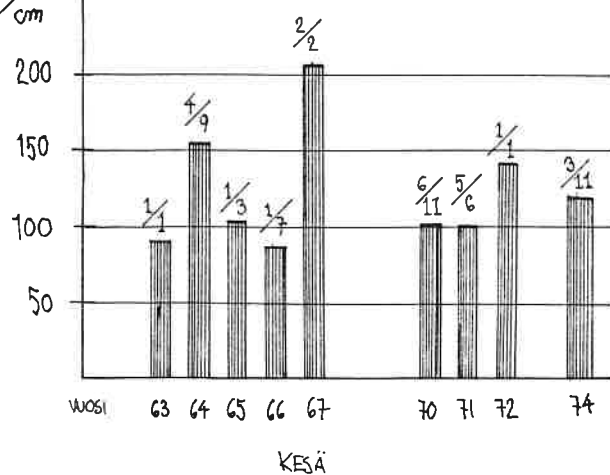


KUVA 2

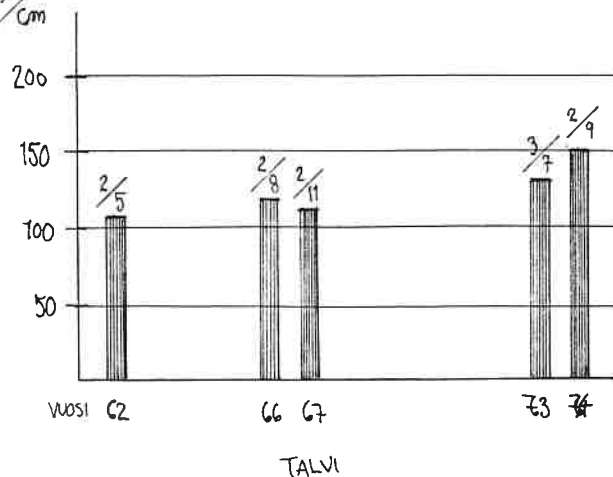
ENÄJÄRVEN HAPPITILANNE. MERKINTÄ $\frac{4}{8}$ TARKOITTA
ETTÄ NELJÄSTÄ ERI PAIKASTA ON OTETTU YHTEENSÄ
KAHDEKSAN NÄYTETTÄ.

■ KESKIARVO
■ MINIMI

$\delta 20^\circ \mu S / cm$



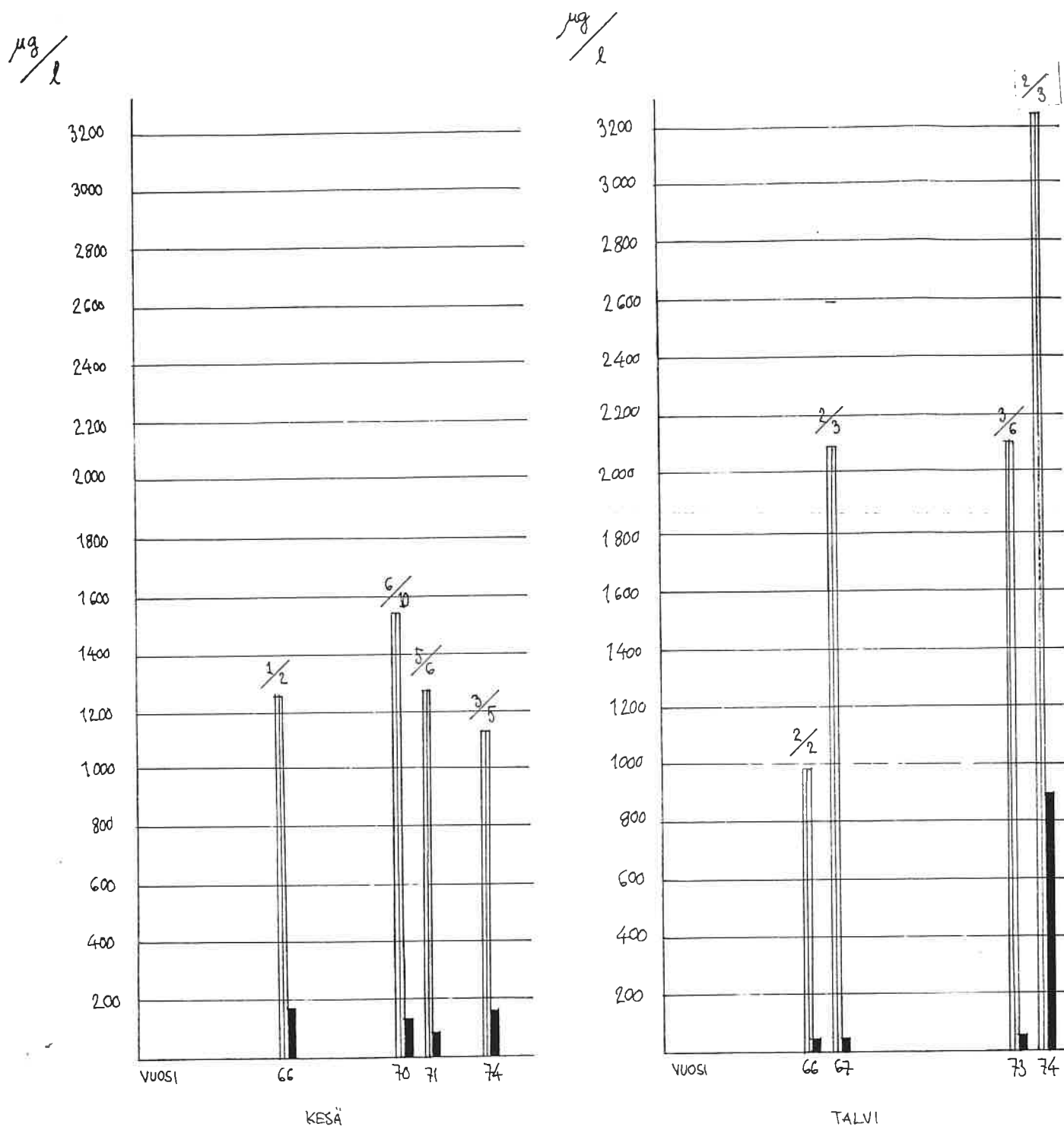
$\delta 20^\circ \mu S / cm$



KUVA 3

SÄHKÖNJOHTOKYKY ENÄJÄRVESSÄ. MERKINTÄ $\frac{1}{9}$ TARKOITTA
ETTÄ YHDESTÄ KOHDASTA ON OTETTU KOLME NÄYTETTÄ.

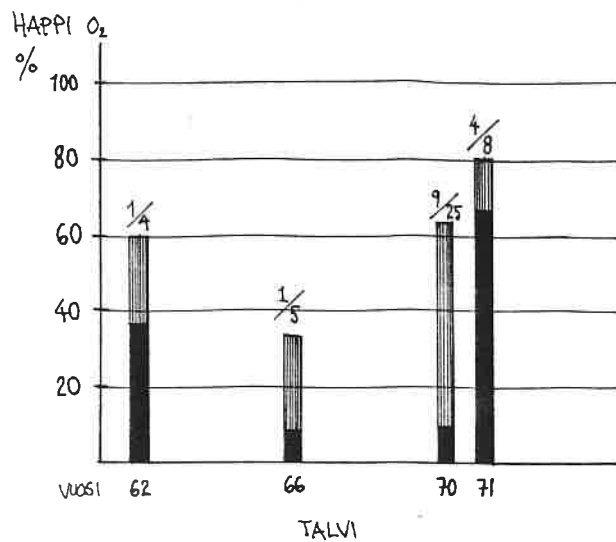
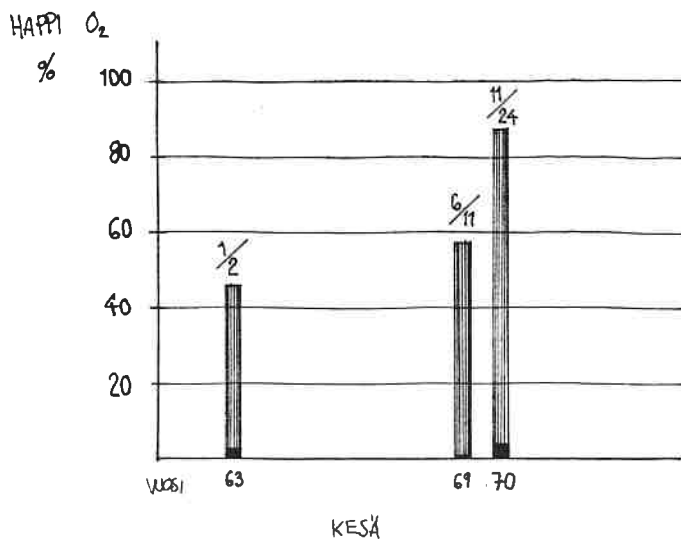
■ KESKIARVO



KUVA 4 KOKONAISTYPPI- JA KOKONAISFOSFORIPITOISUUS ENÄJÄRVESSÄ.
MERKINTÄ $\frac{5}{6}$ TARKOITTAÄ ETTÄ KUUESTA ERI-PAI-
KASTA ON OTETTU YHTEENSÄ KYMMENEN NÄYTETTÄ.

VUODEN
KOKONAISTYPPI
KESKIAARVO

VUODEN
KOKONAISFOSFORI
KESKIAARVO



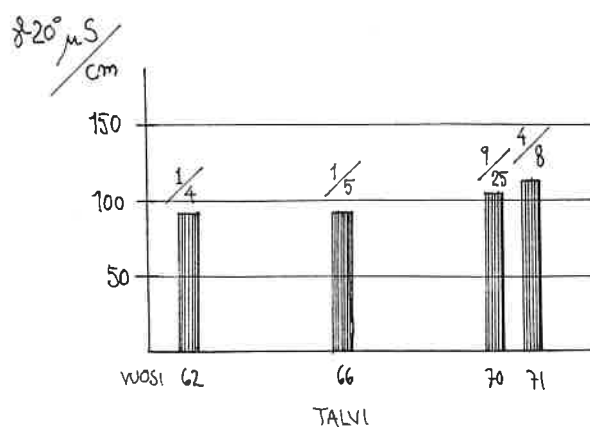
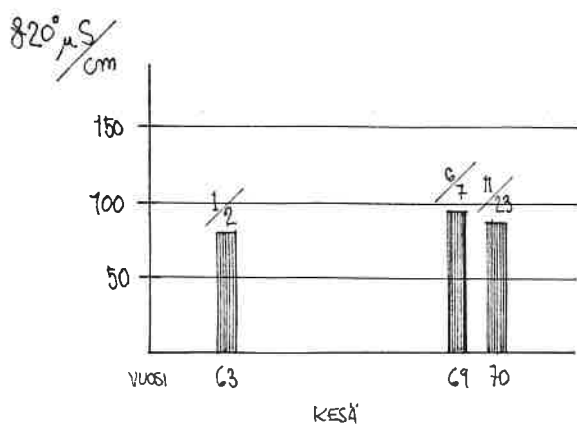
KUVA 5

PALAJÄRVEN HAPPITILANNE. MERKINTÄ $\frac{6}{11}$ TARKOITTA
ETTÄ KUDESTA ERI PAIKASTA ON OTETTU YHTEEN-
SÄ YKSITOISTA NÄYTETÄ.



KESKIARVO

MINIMI

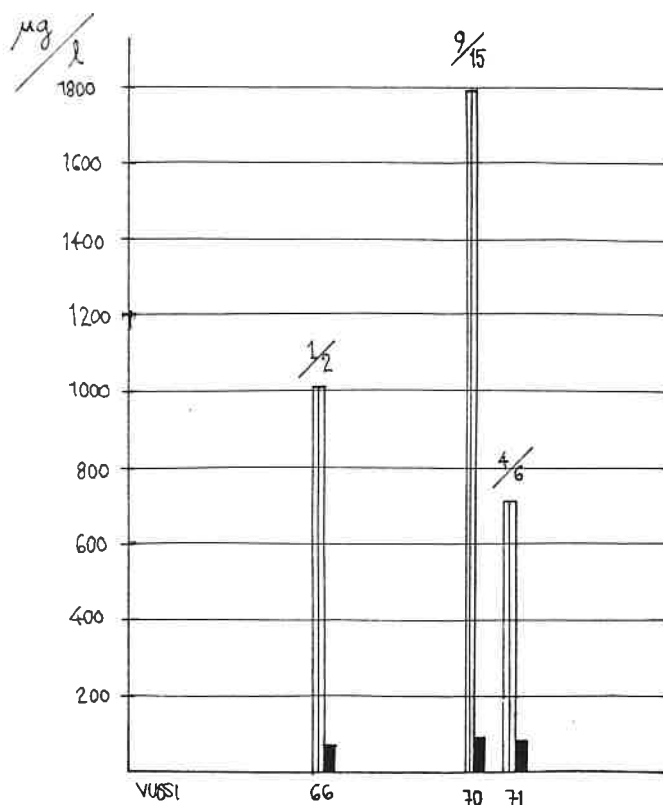
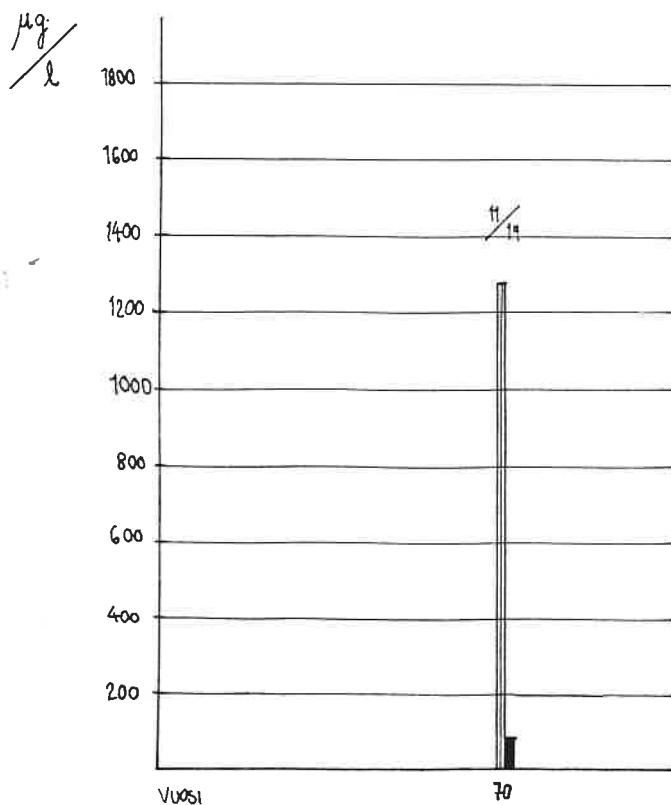


KUVA 6

SÄHKÖNJOHTOKYKY PALAJÄRVESSÄ. MERKINTÄ $\frac{6}{7}$
TARKOITTA ETTÄ KUDESTA ERI PAIKASTA ON
OTETTU YHTEENSÄ SEITSEMÄN NÄYTETÄ.



KESKIARVO

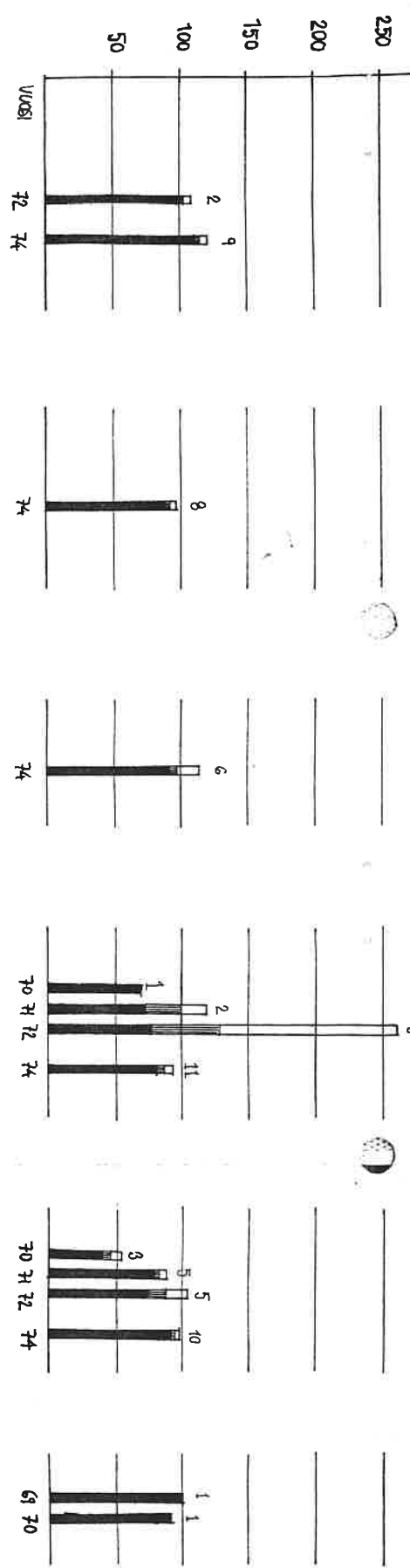


KUVA 7

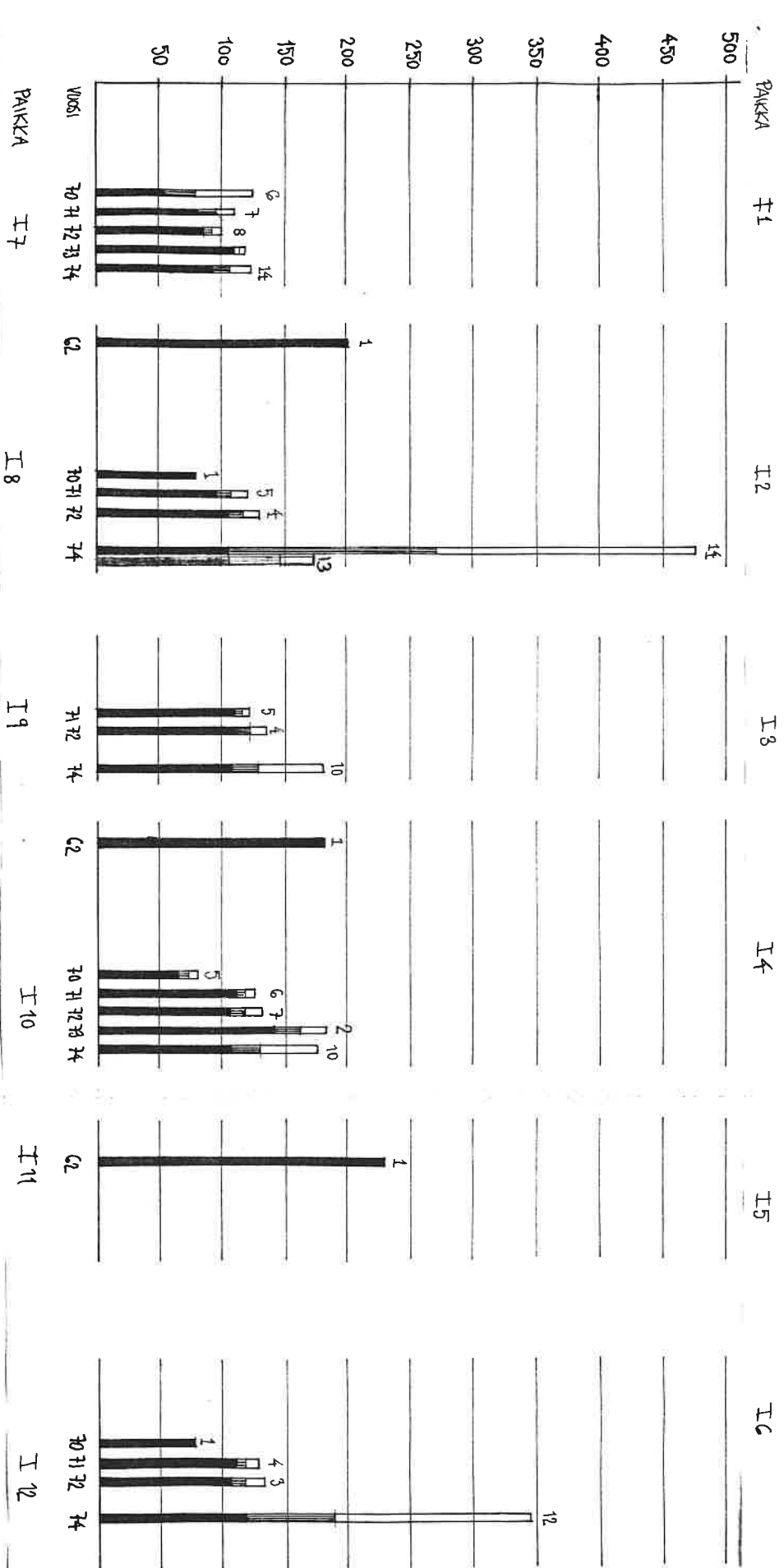
KOKONAISTYPPI - JA KOKONAISFOSFORIPITOISUUS PALAJÄRVESSÄ.
MERKINTÄ $\frac{11}{19}$ TARKOITTA ETTÄ YHDESTÄTOISTA ERI PAI-
KASTA ON OTETTU YHTEENSÄ YHDEKSÄNTOISTA NÄYTETÄ.

VUODEN
KOKONAIS-
TYYPPI
KESKIARVOVUODEN
KOKONAIS-
FOSFORI
KESKIARVO

820°
μS/cm



820°
μS/cm



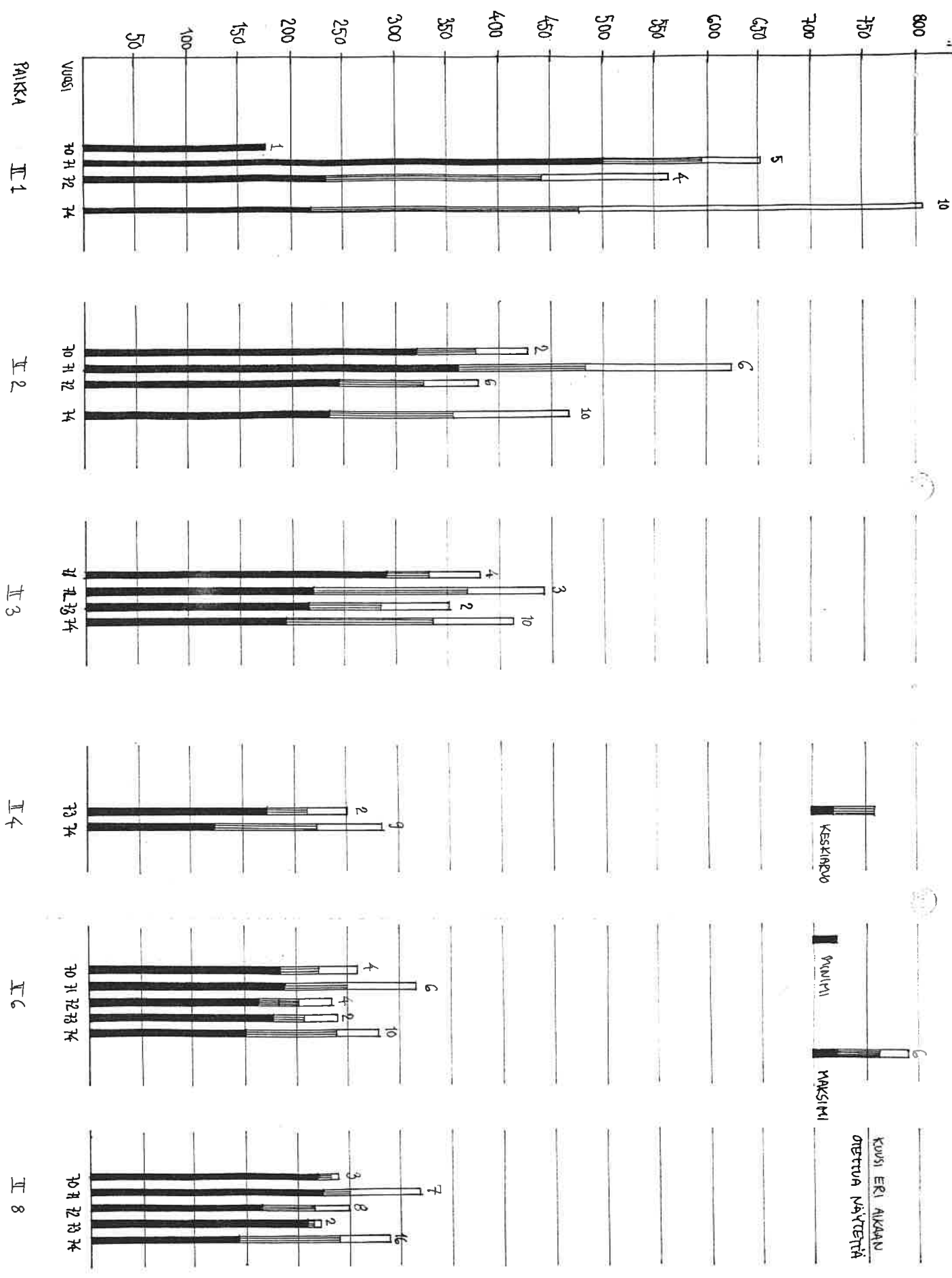
KUVA 8

SÄHKÖNJÖHTOKYKY SIUNTIONJOEN PÄÄ VOMASSA

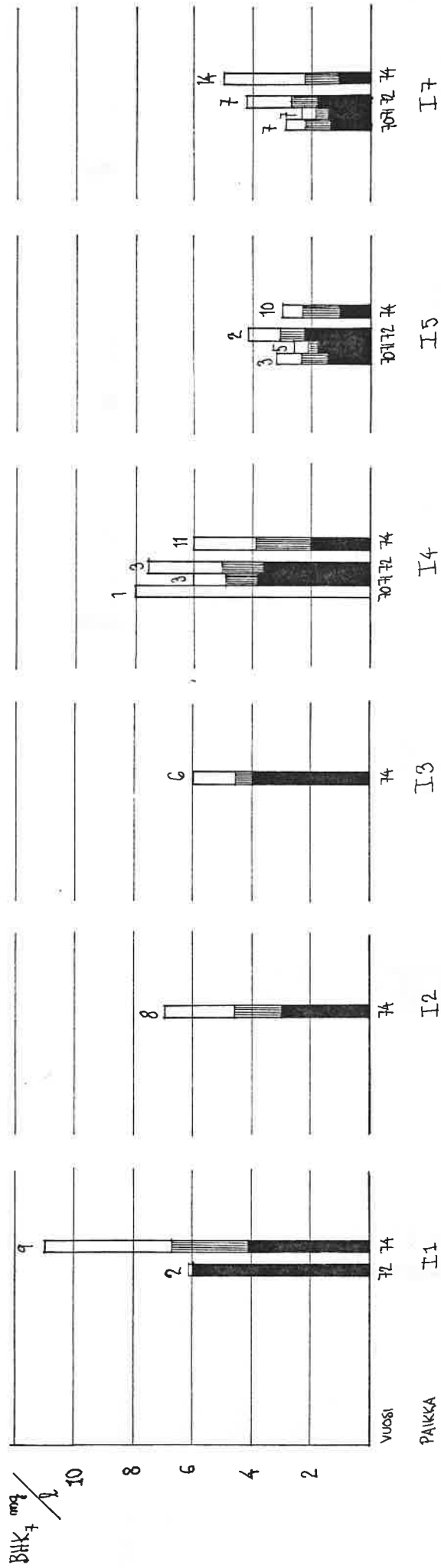
KESKIARVO
MAKSIMI

VIISI ERI Aikaan
Ottettua MÄNTTÄ

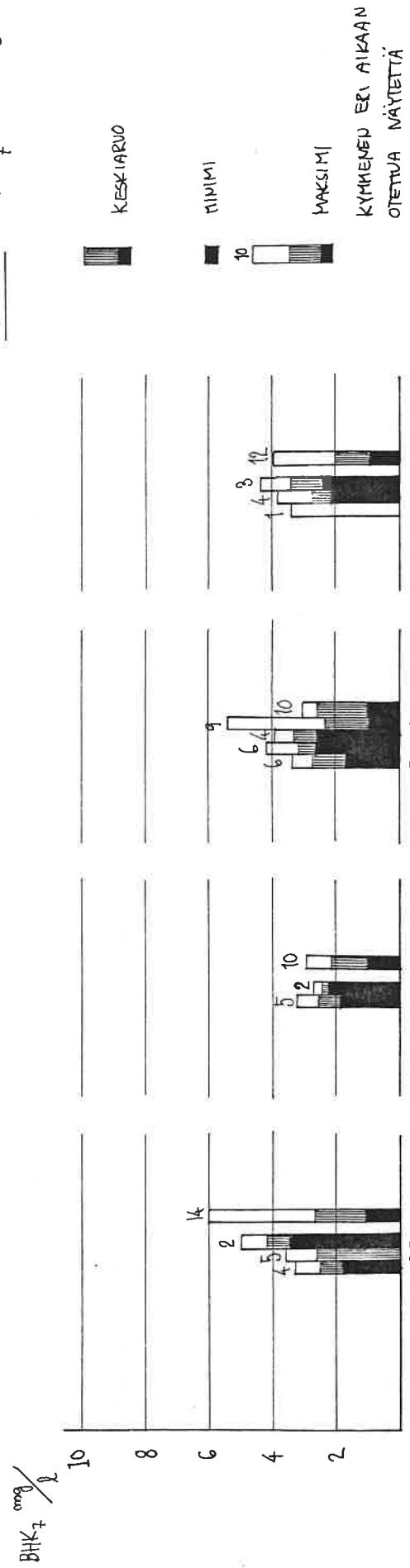
820°
μS/cm



KUVA 9 SÄHKÖNJOHTOKYKY SIUNTIONJOEN KIRKKOJOESSA.



KUVA 10 BHK_7 SIUNTIONJONEN PAROISSA.



KAHDEKSAN ERI AIKAA
OTETTUA NÄYTETÄ

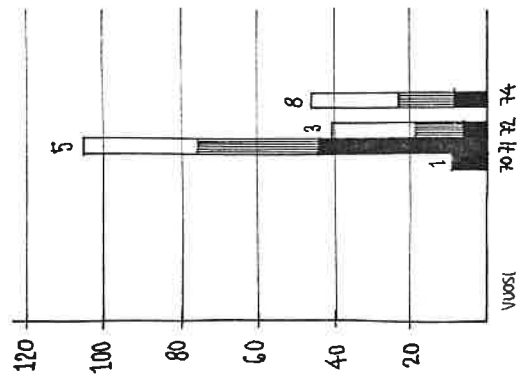
8



MAKSIMI

MINIMI

KESKIARVO



PAIKKA

II 1

70 71 72 73 74

II 2

4 2 5 10

71 72 73 74

II 3

8 74

II 4

6 6 3 8 10

70 71 72 73 74

II 6

4 7 8 16

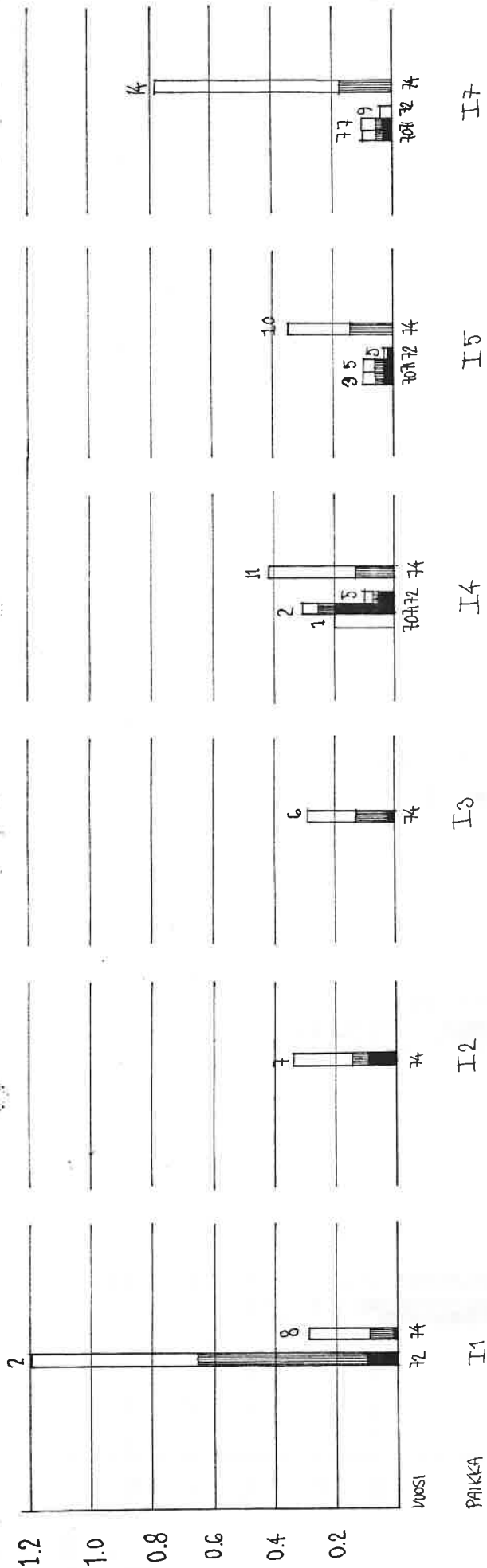
70 71 72 73 74

II 8

KUVA 11 BHK₇ SIUNTIONJOEN KIRKKOJOESSA.

AMMONIUMTYYPPI

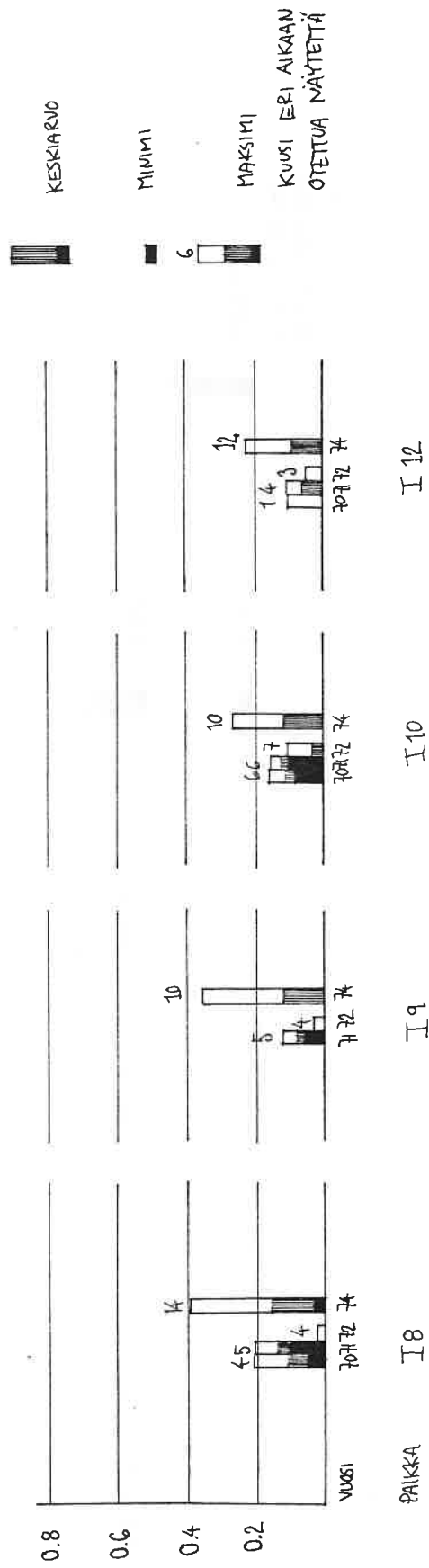
mg/l



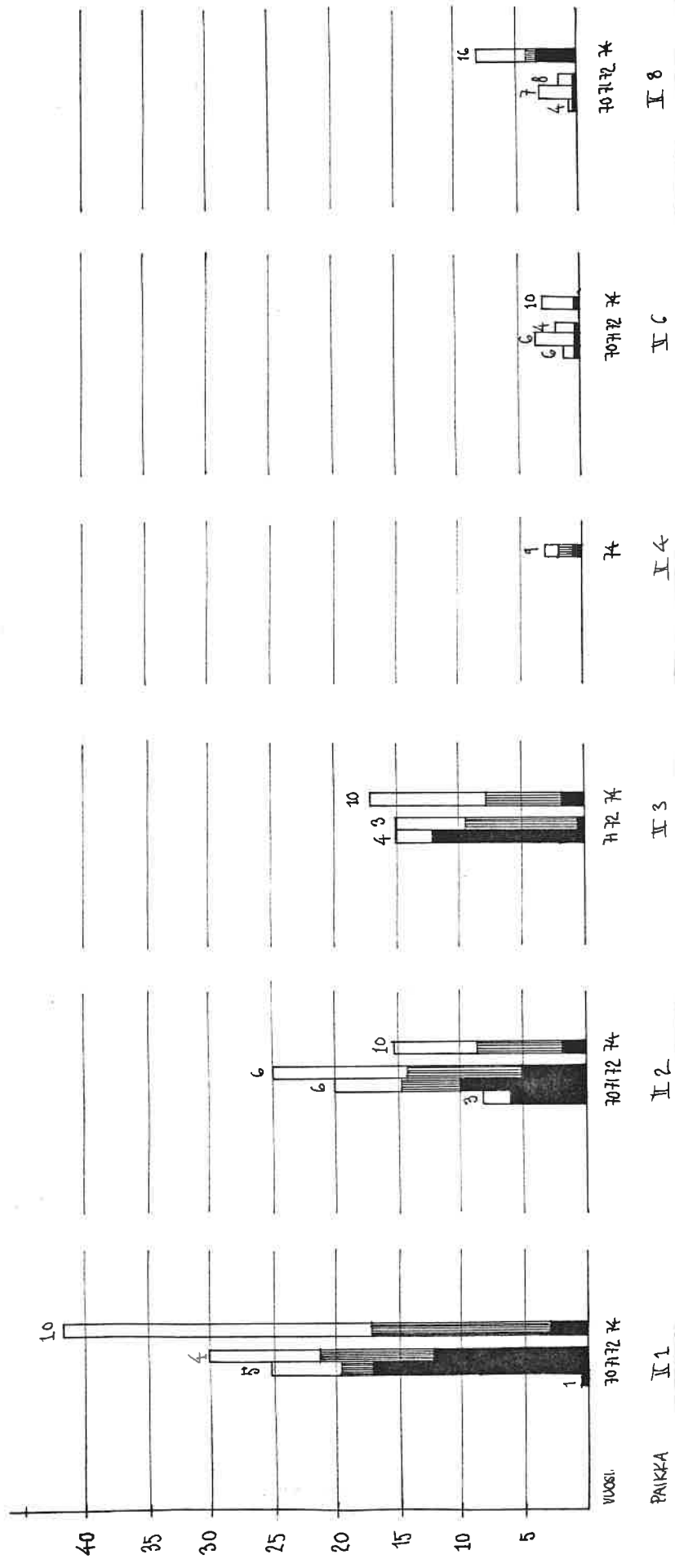
KUVA 12 AMMONIUMTYYPPI SIUNTIONJONEN PÄÄOHASSA.

AMMONIUMTYYPPI

mg/l



AMMONIUMTYPPI
N $\frac{mg}{g}$



KESKIMÄRVO
MAXIMI
KUUSI ERI AIKAAN
OTETTUA NÄYTTEÄ

KUVA 13 AMMONIUMTYPPI SIUNTIONJÖEN KIRKKOJÖESSÄ.

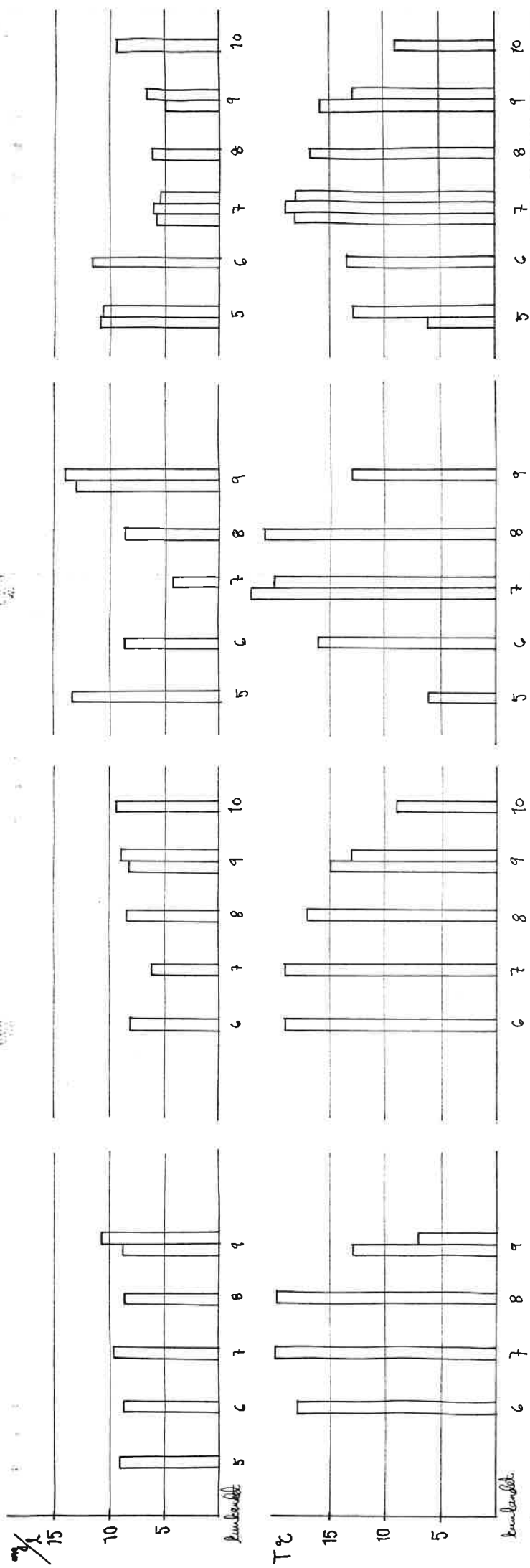
0.1774

0.111

0.151

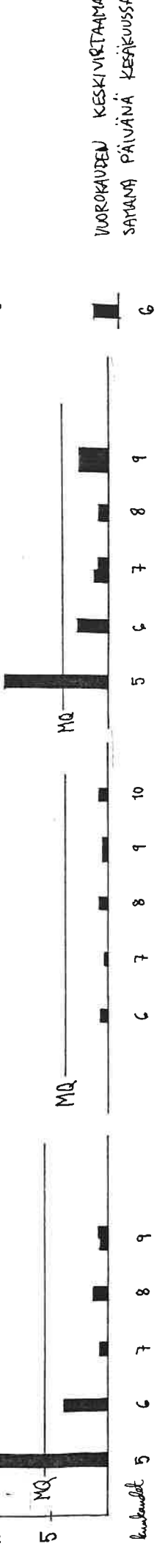
0.110

0.110



KUVA 14
HAPPI JA LÄMPÖTILA PISTESSÄ I 10 SIUNTIONKOSKELLA.

ERAÄINÄ PÄIVÄNÄ KESÄKUUSSA OTETTU NÄYTE.



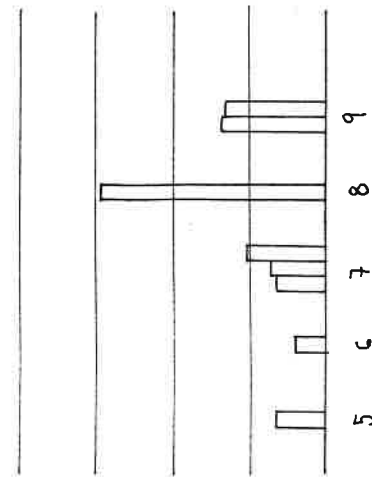
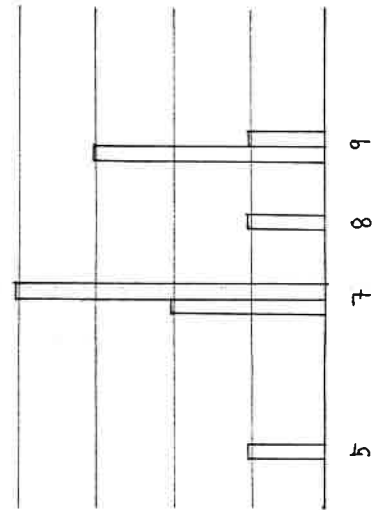
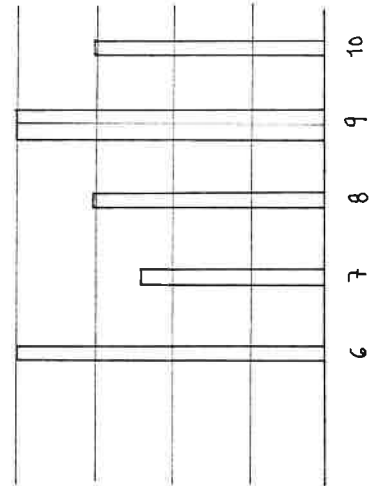
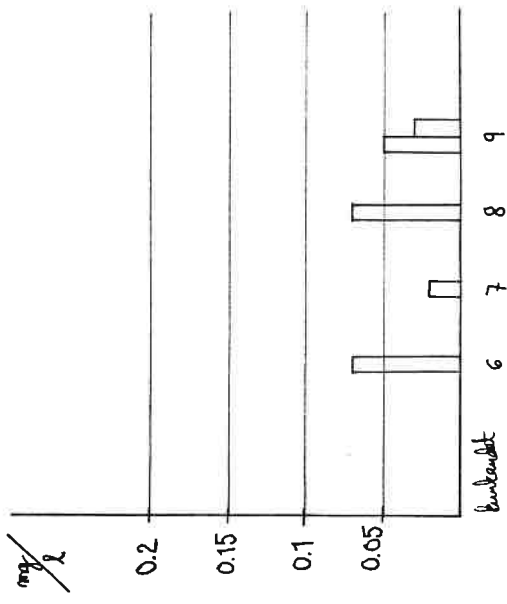
v. 1970

v. 1971

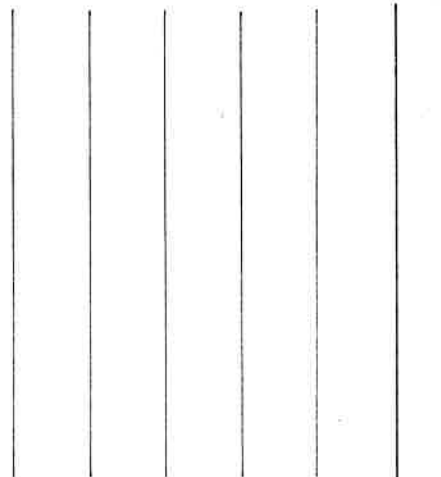
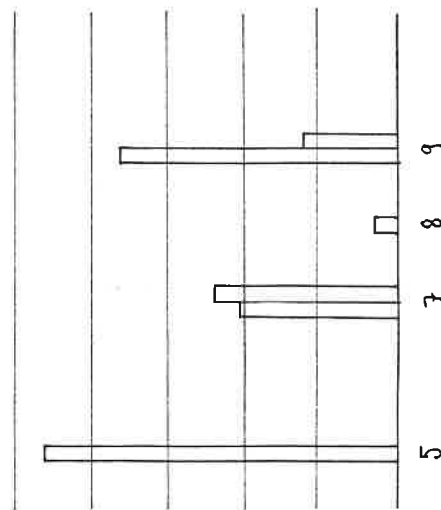
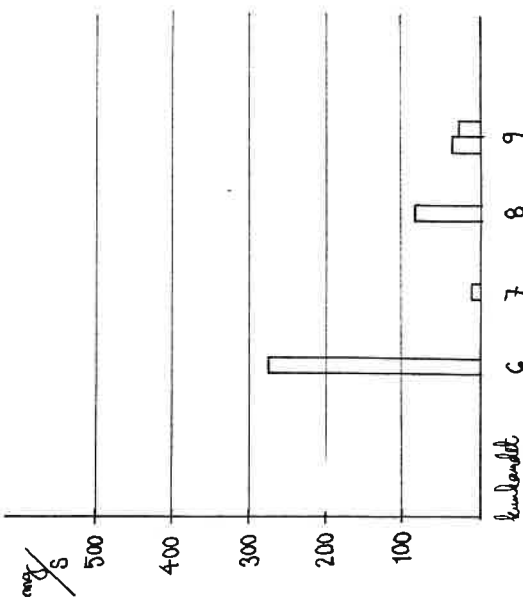
v. 1972

v. 1974

ORTOFOSFAATTI



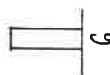
ORTOFOSFAATTI



KUVA 15

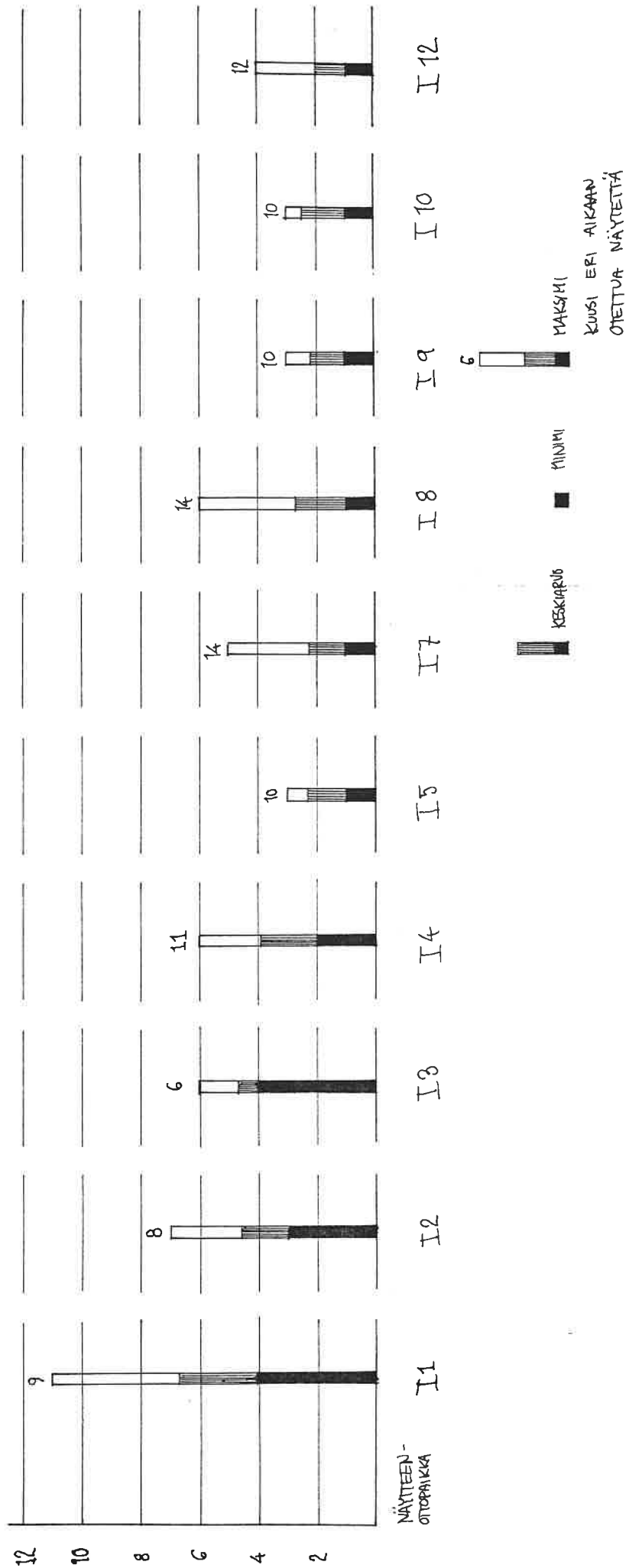
ORTOFOSFAATTIPITOISUUS JA ORTOFOSFAATTIMÄÄRÄ PISTEISSÄ I-10

SIUNTION KOSKELLA.

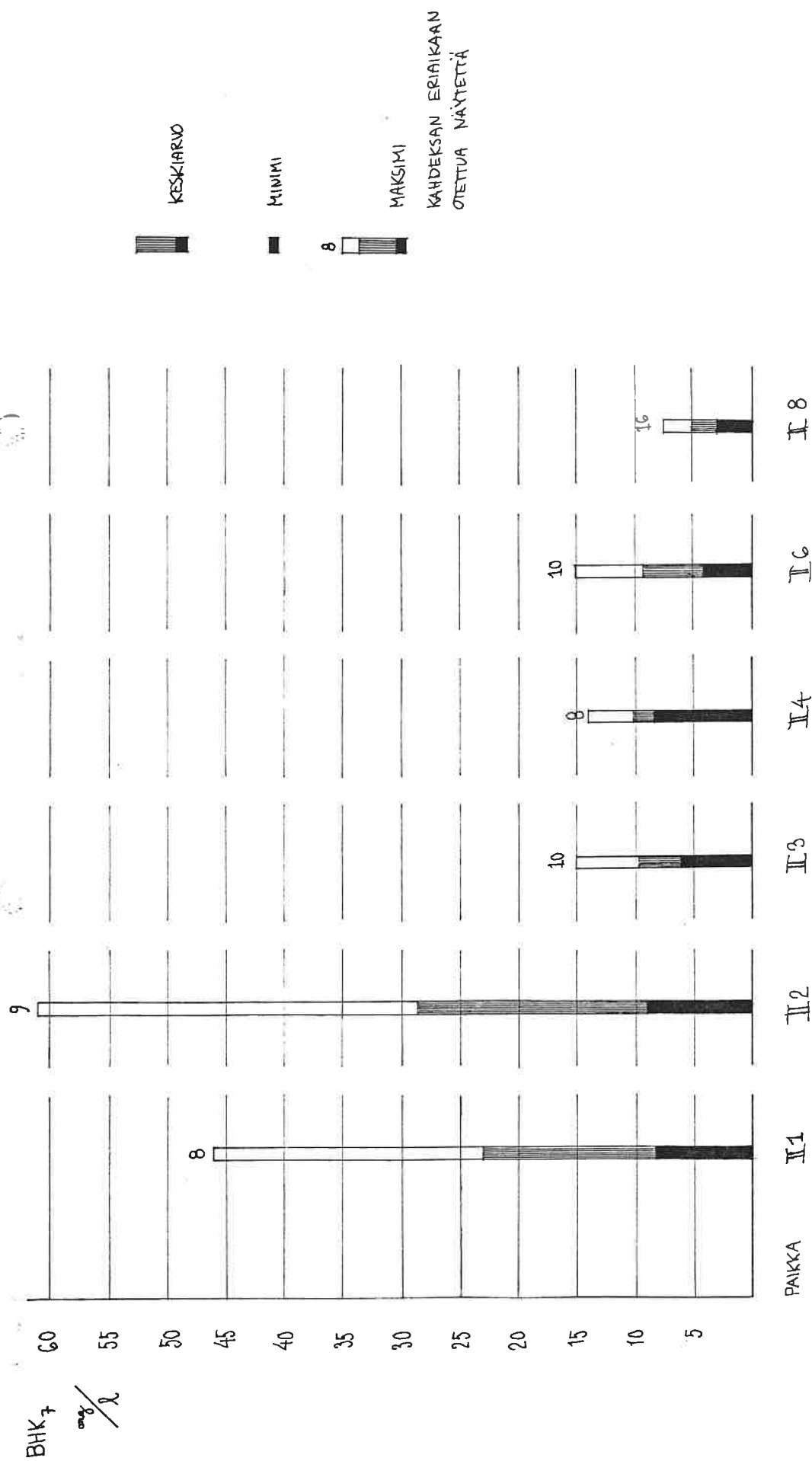


ERÄNÄ PÄIVÄNÄ KESÄKUUSSA OTETTU NÄYTE

BHK₇
mg/l

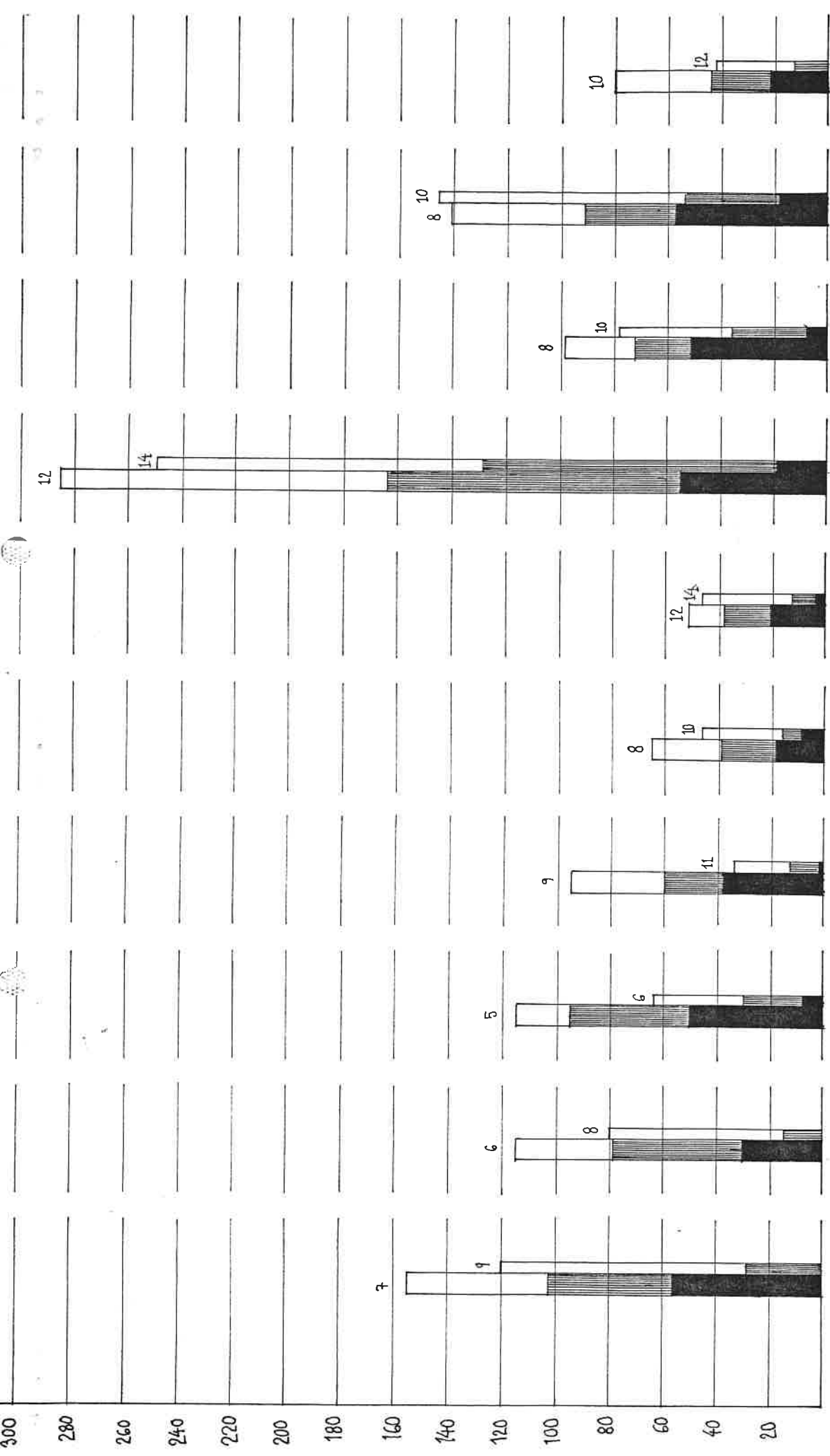


KUVA 16 BHK₇ SIUNTIONJOEN PÄÄVUOMALLA KESÄLLÄ 1974.



KUVA 17 BHK₇ SIUNTIONJÖEN KIRKKOJÖESSÄ KESÄLLÄ 1974.

18/1



KOKONAISOSTORI- JA ORTOFOSFAATTI PITOISUUS SIUNTIONJEDSSA
PÄÄUOMASSA KESÄLLÄ 1974. KAPEAMPI Pylväs ON ORTOFOSFAATTIA.

YHDEKSÄN ERI
AIKAAN OTETTUA
NÄYTETÄ

MAKSIMI

KESKIMÄ

MINIMI

KUVA 18

μg / l

KUVA 19 KOKONAISFOSFORI JA ORTOFOSFAATTIPI-
TOISUUS SIUNTIONJEN
KIRKKOJESSA 1974.
KAPEAMPI PYLVÄS ON
ORTOFOSFAATTIA.

KESKIMÄÄRÄ
MINIMI
8
MAKSIMI
KAHDEKSAN ERI AI-
KAAN OTETTUA NÄY-
TTEÄ

