



HELSINGIN KAUPUNGINVALTUUSTON ASIAKIRJAT

KAUPUNGINHALLITUKSEN MIETINNÖT

N:o 17 — 1966

Selvitys kaupungin vedenhankinnasta.

Kvsto päätti 16. 6. 1965 (asia n:o 41), hyväksyessään Hiidenvesisuunnitelman II vaihetta koskevan vesiteknillisen suunnitelman, lisäksi hyväksyä seuraavan toivomusponnen:

»Hyväksyessään vedenhankintasuunnitelman valtuusto lausuu toivomuksen, että viipymättä toimitettaisiin tutkimus siitä, mitä mahdollisuuksia on olemassa meriveden puhdistamiseksi yleiseen kulutukseen ja mitä sellainen toimenpide tulisi maksamaan verrattuna nykyisiin vedenhankintamenetelmiin, sekä että valtuusto saisi tästä, tekopohjaveden hyväksikäytöstä ym. vedenhankintaan liittyvistä asioista täydellisen selvityksen mahdollisimman pikaisesti.»

Teollisuuslaitosten lautakunta mainitsee Kvston hyväksymän toivomusponnen johdosta, että riittävän ja laadultaan käyttökelpoisen raakaveden saannin varmistaminen kaupungin vesilaitokselle on osoittautunut perusprobleemaksi, jonka ratkaisemiseksi joudutaan yhä laajempiin hankkeisiin.

Kaupungin vesilaitos ottaa nykyisin raakavetensä Vantaanjoesta. Vesistöalueella olevia viittä järveä säännöstelemällä on joen pienin virtaama voitu nostaa määrään 2,25 m³/s, jonka vuoden 1966 raakavedenoton maksimi jo ajoittain ylittää.

Ennustettu vedentarpeen kehitys on seuraava:

	V. 1970 m ³ /s	V. 1980 m ³ /s	V. 1990 m ³ /s	V. 2000 m ³ /s
Helsingin kaupunki	2,65	3,80	4,80	5,40
Espoon kauppala	0,31	0,62	1,40	2,10
Helsingin maalaiskunta	0,38	0,68	1,20	1,70
Yhteensä	3,34	5,10	7,40	9,20
Muut ns. Helsingin veden- tarvealueen kunnat	0,56	0,9	1,5	2,8
Helsingin vedentarvealue yhteensä	3,9	6,0	8,9	12,0

Vuodesta 1960 lähtien vesioikeudellisessa käsittelyssä olleen Hiidenvesisuunnitelman mukaan kaupunki saisi lisääntyneen vedentarpeensa vaatimaa lisävettä Vantaanjokeen 2,5 m³/s Karjaanjoen vesistöön kuuluvasta Hiidenvedestä osittain tunnelia myöten ja osittain avouomaa pitkin juoksuttamalla.

Teollisuuslaitosten lautakunta teki, turvatakseen kaupungin raakaveden saannin, 16. 10. 1964 päätöksen, jonka mukaan Hiidenvesisuunnitelman toteuttamisessa on ryhdytty jo ennen vesioikeudellisen lupapäätöksen antamista niihin rakennustöihin, joissa lupapäätös ei ole välttämätön.

Helsingin kaupungin, Espoon kauppalan ja Helsingin maalaiskunnan välillä on 6. 10. 1965 allekirjoitettu Kvston 16. 6. 1965 (asia n:o 42) hyväksymä sanottujen kuntien keskeistä yhteistoimintaa koskeva sopimus raakaveden hankkimiseksi. Tämän kolmisopimuksen tarkoituksena on tyydyttää sopijakuntien vedentarve vuoteen 1980 saakka ja parantaa veden laatua toteuttamalla ns. lähiohjelman mukainen runkojärjestelmä, jolla tarkoitetaan tunneliratkaisulla ja eräillä lisäaltailla täydennettyä Hiidenvesisuunnitelmaa eli Hiidenvesisuunnitelman I ja II vaihetta yhdessä.

Hiidenvesisuunnitelman II vaiheen suunnitelma on valmis. Sen toteuttamisen jälkeen olisi Hiidenveden ja Helsingin välillä yhtenäinen raakavesitunneli, jossa veden johtaminen tapahtuisi suojattuna paikallisten vesien (Vantaanjoen vesistön) likaavalta vaikutukselta.

Hiidenvesisuunnitelman II vaiheen laajuudesta ja toteuttamisesta sovitaan kolmisopimuskuntien kesken lopullisesti ennen vuoden 1966 loppua.

Kolmisopimuskuntien suunniteltujen vesivarojen yhteismäärä riittää ennusteiden mukaan kolmisopimuskunnille 1980-luvun alkuvuosiin. Helsingin kaupungin koko vedentarve on kuitenkin vuoden 1980 jälkeen laskettava vesivajaukseksi, koska Vantaanjoen käytöstä raakavetenä on laatu- ja ympäristökohtien takia viimeistään silloin luovuttava ja koska myöskään Hiidenvettä ei ole tarkoituksenmukaista pyrkiä pitämään Helsingin lopullisiin ja vakitui-

siin raakavesilähteisiin kuuluvana. Siten kolmisopimuskuntien raakavesivajaus on vuonna 1990 n. 7 m³/s.

Tämän mukaan on vedenhankinnan lähiohjelman jatkoksi suunniteltava ja toteutettava kauko-ohjelma, jolle on periaatteessa kaksi vaihtoehtoa:

Vaihtoehto 1 Pintaveden johtaminen Sisä-Suomen järvalueelta Helsinkiin (Päijännesuunnitelma).

Vaihtoehto 2 Raakaveden hankkiminen meriveden suolanpoistolla (merivesisuunnitelma).

Molempien vaihtoehtojen selvittämiseksi on kaupungin vesilaitoksessa tehty selvittelytyötä. Yleissuunnitelman laatiminen Etelä-Suomen käyttövedenhankinnasta on vuodesta 1964 lähtien ollut laadittavana valtioneuvoston päätöksellä tie- ja vesirakennushallituksessa. Tämä valtioneuvoston päätös ei kuitenkaan millään tavalla siirrä vastuuta tulevasta vedenhankinnasta pois kunnilta. Toisaalta on tässä yhteydessä todettava, että Helsingin kaupunki on Helsingin vedentarvealueella ainoa kunta, jolla on mahdollisuuksia auttaa tie- ja vesirakennushallitusta konkreettisella tavalla laajassa vedenhankinnan yleissuunnittelutyössä.

Pintaveden käyttöön perustuvan kaukosuunnitelman tavoitteeksi on asetettava toimittaa Helsingin vedentarvealueelle Sisä-Suomen järvalueelta riittävästi laadultaan hyvää vettä tunnelissa johdettuna niin, että se niveltyy hyvin parhaillaan toteutettaviin vedenhankintaratkaisuihin, kuten kolmisopimuskuntien Hiidenvesisuunnitelmaan. Vesilaitoksessa laaditun hydrologisiin tietoihin ja vedentarve-ennusteeseen sekä vesistöjen laatu-tietoihin perustuvan selvityksen mukaan hieman yli 100 km:n säteellä Helsingistä on Päijänne ainoa samalla sekä määrältään riittävä että laadultaan sopiva raakavesilähde Helsingille ja sen kolmelletoista naapurikunnalle eli ns. Helsingin vedentarvealueelle.

Kaukosuunnitelman ensimmäisen vaihtoehdon, Päijännesuunnitelman, pohjaksi vesilaitos on tehnyt viiden vuoden pituiseen tutkimusjaksoon perustuvan yksityiskohtaisen selvittelyn Päijänteiden veden laadusta. Selvittelystä on yhteenveto esitetty tämän mietinnön liitteen luvussa I.

Vesilaitos on selvittänyt tekopohjaveden käyttöönottomahdollisuuksia Helsingin vedentarvealueen vedenhankinnan yhteydessä. Laativasta selvityksestä vesilaitos on pyytänyt asiantuntijalausunnon tunnetulta ruotsalaiselta insinööri-toimistolta Vattenbyggnadsbyrånilta. Yhteenveto asiasta on esitetty mietinnön liitteen luvussa II. Selvittelyissä on käynyt ilmi, että Päijänteiden vedestä voidaan saada riittävän hyvänlaatuista tekopohjavettä vain siten, että ainakin osa vedestä ennen maahan suodatusta esikäsitellään paitsi mekaanisesti myös kemiallisesti. Rakenteeltaan varsin epäsäännöllisen

Salpausselän kuten myöskään pinta-alaltaan pienehköjen Helsingin ja Hyvinkään välisten harjujen ei ole todettu omaavan teknillisiä edellytyksiä Sisä-Suomesta Helsingin vedentarvealueelle tulevaisuudessa tuotavan koko vesimäärän muuttamiseksi tekopohjavedeksi. Tarkoituksenmukaisimmaksi ratkaisuksi näyttäisikin muodostuvan yhtä tai useampaa kuntaa palvelevien paikallisten tekopohjavesilaitosten rakentaminen. Helsingin kaupungin pintaveden puhdistuslaitoksia ei ole kuitenkaan mahdollista täydentää tekopohjavesilaitoksella tarkoitukseen sopivien harjualueiden puuttuessa kaupungin läheisyydestä.

Kaukосуunnitelman toisesta vaihtoehdosta, merivesisuunnitelmasta, on vesilaitos niin ikään tehnyt laajan tutkimuksen. Yhteenveto tutkimuksesta on esitetty liitteen luvussa III. Meriveden puhdistaminen vesijohtovedeksi on teknillisesti mahdollista ja sillä voidaan aikaansaada täysin tyydyttävää vesijohtovettä. Meriveden suolanpoiston hyvinä puolina voidaan mainita mm. se, että Helsingin olosuhteissa merivesi olisi kaupungin äärellä ja että energia voitaisiin saada kaupungin omana tuotantona. Raakaveden radioaktiivisessa saastumistapauksessa tislauksen prosessi poistaisi vedestä radioaktiivisuuden. Huonoja puolia taas ovat mm. energialaitoksesta aiheutuvat vuosittaiset käyttökatkot, yhdestä isosta laitoksesta aiheutuvat vaikeudet ja merialtaan saastumisvaara. Nykyisten hintatietojen mukaan vesijohtoveden valmistaminen merivedestä ei pysty kustannuksissa kilpailemaan nykyiseen tapaan pintavedestä tapahtuvan vesijohtoveden valmistamisen kanssa, vaikka raakavesi tulevaisuudessa joudutaan tuomaan Päijänteestä saakka Päijännesuunnitelman mukaisesti. Meriveden suolanpoisto saattaa kuitenkin tulla jossakin vaiheessa Helsingissä käyttöön, koska Päijännesuunnitelmaan liittyy eräitä epävarmuustekijöitä. Meriveden suolanpoiston tarjoamat mahdollisuudet on siten jatkuvasti otettava huomioon tulevia vedenhankintaratkaisuja tehtäessä. Niinpä vesilaitos on pyytänyt Khn asettaman, Vuosaaren käyttösuunnitelmaa laativan komitean tekemään aluevarauksen mahdollista meriveden suolanpoistolaitosta varten.

Vedenhankinnan lähiohjelman toteuttamiseksi on ryhdytty tarpeellisiin toimenpiteisiin. Lähiohjelman toisen vaiheen eli Hiidenvesisuunnitelman II vaiheen toteuttaminen ja laajuus tulevat ns. kolmisopimuksen mukaan Helsingin kaupungin, Espoon kauppalan ja Helsingin maalaiskunnan kesken sovittaviksi lopullisesti vuoden 1966 aikana. Sopimuksesta tullaan tekemään tarpeellinen esitys, jossa vedenhankinnan lähiohjelmaa käsitellään tarkemmin.

Vesilaitoksen tarkoituksena on toistaiseksi jatkaa vedenhankinnan kauko-ohjelman molempien vaihtoehtojen, Päijännesuunnitelman ja merivesisuunnitelman, piirissä tutkimuksia ja suunnittelua. Päijännesuunnitelmaa varten mm. jatketaan Päijänteen veden laatututkimusta ja suoritetaan

pienoiskoelaitoksessa kokeita po. veden puhdistumisesta kemiallisessa käsittelyssä. Päijännesuunnitelman kytkemisestä vedenhankinnan lähiohjelman mukaiseen järjestelmään suoritetaan maastotutkimuksia. Vesilaitos ei katso olevan aihetta jatkaa tekopohjavesitutkimuksia, koska suoritettujen selvittelyjen ja asiantuntijalausunnon mukaan edellytykset tekopohjaveden valmistuksen tarkoituksenmukaiselle käyttöönotolle Helsingin vedenhankinnassa puuttuvat. Merivesisuunnitelmaa varten vesilaitoksen on suoritettava yhdessä rakennusviraston kanssa selvittely Villingin merialueen ja Skatan selän suojelemisesta sekä yhdessä sähkölaitoksen kanssa selvitettävä suolanpoistolaitoksen energiansaantikysymys. Vesilaitos seuraa suolanpoistomenetelmien ja -laitosten kehitystä sekä pitää laadittua suolanpoistotutkimusta ajan tasalla ja täydentää sitä tarpeellisilta osin.

Kvston 16. 6. 1965 (asia n:o 41) päättämässä toivomusponnessa pyydettyä selvityksenä lautakunta viittaa esittämäänsä ja ilmoittaa, että meriveden suolanpoistotutkimusta pidetään ajan tasalla ja tarpeellisilta osin täydennetään sekä että Päijännesuunnitelman aikaansaamiseksi jatketaan tutkimuksia ja suunnittelua, kuitenkin siten, että tekopohjaveden hyväksikäytön osalta esitetty selvitys katsotaan riittäväksi.

Khs ilmoittaa, että vesilaitoksen laatima täydellinen selvitys tekopohjaveden käyttöönottomahdollisuuksista Helsingin vedentarvealueen vedenhankinnan yhteydessä, josta on yhteenveto tämän mietinnön liitteessä, on tutustumista varten saatavissa kaupunginkansliasta ja nähtävänä Kvston kokouksessa. Samoin ovat saatavissa ruotsinmaalaisen Vattenbyggnadsbyrånin (VBB) antama lausunto Helsingin ja sen ympäristön vedenhankinnasta sekä myös vesilaitoksen toimesta laadittu laajahko selvitys meriveden suolanpoistotutkimuksesta. Molemmista viimeksi mainituista on myös yhteenveto mietinnön liitteenä. Teollisuuslaitosten lautakunnan mainitseman sopimuksen tekeminen kolmisopimuskuntien kesken Hiidenvesisuunnitelman II vaiheen laajuudesta ja toteuttamisesta siirtyy ilmeisesti vuoden 1967 puolelle.

Khs: Merkittäneen tiedoksi.

Helsingissä 10. 11. 1966.

V a k u u d e k s i:
Sulo Hellevaara

Yhteenveto seuraavista Helsingin kaupungin vesilaitoksen selvityksistä.

- I Väliselvitys Helsingin kaupungin vesilaitoksen Päijänteellä vuosina 1960—1966 suorittamista tutkimuksista.
- II Selvitys tekopohjaveden käyttöönottomahdollisuuksista Helsingin veden-tarvealueen vedenhankinnan yhteydessä. (Yhteenvedossa käsitellään myös lyhyesti tekopohjaveden käyttöönottoa Helsingin vedenhankinnan lähi-ohjelmassa, mitä ei ole käsitelty edellä mainitussa selvityksessä.)
- III Meriveden suolanpoistotutkimus.

I. Yhteenvedo Helsingin kaupungin vesilaitoksen Päijänteellä vuosina 1960—1966 suorittamista tutkimuksista.

Helsingin kaupungin vesilaitoksen toimesta on Päijännettä tutkittu vuodesta 1960 lukien. Havaintoalueet ovat keskittyneet lähinnä Etelä-Päijänteelle Tehinselän—Asikkalanselän alueelle. Vuodesta 1965 lukien tutkimukset ovat käsittäneet koko Päijänteen alueen. Vuotta 1960 aikaisempia tutkimuksia on niukasti olemassa.

Päijänteen pinta-ala on n. 1 090 km², tilavuus 18 300 milj. m³, keskisyvyys yli 16 m, suurin syvyys 93 m, valuma-alue 26 475 km², teoreettinen keskimääräinen viipymä n. 2,5 v. Keskivirtaama vuosilta 1911—1950 Kalkkisten asteikolla on 213 m³/s ja saman kauden alivirtaama 49 m³/s.

Päijänteen veteen on sekoittunut keskimäärin n. 4% jätevesiä, joista puunjalostusteollisuuden osuus on 94%. Jätevesiä purkautuu Päijänteeseen ja siihen laskeviin vesistöihin n. 0,7 milj.m³/vrk.

Päijänteen happitilanne on hyvä käytännöllisesti katsoen kaikkialla Tehinselällä, Asikkalanselällä ja Maakeskenlahdella jätekuormituksesta huolimatta. Sen sijaan Jämsän edustalla Tiirin- ja Lehtiselällä sekä eräillä alueilla Pohjois-Päijänteellä tilanne on huono.

Sellaista likaantumista, joka näkyisi tyypellisten aineiden määrässä, ei havaintoaineiston nojalla ilmene.

Veden sähkönjohtokyvyssä on havaittavissa selvää nousua. Tutkimusaikana nousu on ollut 30%. Samaan aikaan Tehinselän johtokyky on kasvanut suuremmaksi kuin Asikkalanselän. Tilanne on ilmeinen seuraus puunjalostusteollisuuden jätevesistä. Puunjalostusteollisuuden kokonaistuotannon kasvu on vuodesta 1960 vuoteen 1964 Päijänteen alueella ollut 74%. Yksinomaan selluloosateollisuuden kohdalla tuotannon kasvu on samana aikana ollut 95% ja sulfiittiselluloosan valmistuksen kohdalla vastaavasti 26%.

Lignosulfonihappomäärittysten mukaan sulfiittiselluloosateollisuuden vaikutus ulottuu kaikkialle Päijänteessä.

Päijänteen kasviplanktonituotanto on alun perin ollut niukka. Mutta 13 viime vuoden kuluessa sen todellinen kasviplanktonituotanto on käytettävissä olevan aineiston perusteella noussut moninkertaiseksi.

Biomassatiitterimääritykset näyttäisivät osoittavan, että Päijänteen tuotantokapasiteetti, mikä merkitsee kasviplanktonituotannon suurinta määrää parhaissa olosuhteissa, on suurimmillaan Tehinselällä ja laske kumpaankin päähän päin. Kokonaisbakteeritiheyksien määritykset tukevat tätä havaintoa.

Vesimäärien ja viipymän vaihtelujen ei ole voitu todeta vaikuttaneen merkittävästi käsittelyn pohjana oleviin havaintotuloksiin.

Raakavesitarkoituksiin on Etelä-Päijänteen vesi Tehinselän—Asikkalanselän alueella soveliaista ja täyttää mm. IWSA:n (Kansainvälisen vesilaitosyhdistyksen) tässä tarkoituksessa jokivesille asettamat vaatimukset. Samoin se täyttää WHO:n (Maailma terveysjärjestön) esittämät normit raakaveden laadulle muilta osin, mutta kemiallisessa hapenkulutuksessa Päijänteen vesi yleensä ylittää näiden normien asettaman maksimirajan. WHO:n normeissa esitetty raja lienee kuitenkin katsottava meikäläisiin olosuhteisiin soveltumattomaksi, sillä humuspitoisia vesiä, joissa juuri kemiallinen hapenkulutus on suuri, ei Suomessa ole totuttu pitämään vedenpuhdistuksen kannalta pilaantuneina, koska ne saostuskemikaaleilla ovat yleensä helposti puhdistettavia. Puunjalostusteollisuuden jätteet ovat kuitenkin

vaarana raakaveden laadulle, mikäli kuormitusta ei olennaisesti vähennetä. Tässä vaiheessa todetut lignosulfonihappopitoisuudet eivät ole haitallisia kaupungin vedenpuhdistuslaitoksissa käytössä olevaa fysikaalis-kemiallista vedenpuhdistusmenetelmää silmällä pitäen.

Toistaiseksi on täysi syy olettaa nykyisen, vähitellen tapahtuvaan pilaantumiseen johtavan kehityksen jatkuvan, mikäli kuormitusta ei olennaisesti vähennetä. Päijänteen suojelutarve on todetun tilanteen ja havaitun kehityksen valossa suuri ja kiireellinen, joten Päijänteen suojelussa on ryhdyttävä konkreettisiin toimenpiteisiin.

II. Selvitys tekopohjaveden käyttöönottomahdollisuuksista Helsingin vedenhankinnan yhteydessä.

Vesilaitoksen laatima selvitys.

Vuonna 1964 mietintönsä jättänyt Khn asettama vesihuoltotoimikunta kiinnitti huomiota tekopohjaveden käyttöönottomahdollisuuksiin esittämällä, että olisi tutkittava, onko mahdollista muuttaa tulevaisuudessa Päijänteestä Helsingin suuntaan tuotava pintavesi tekopohjavedeksi suodattamalla se Salpausselällä vettäläpäisevien maakerrosten läpi. Vesilaitos on laatinut 24 sivua ja 4 liitettä käsittävän selvityksen, jossa tekopohjaveden hyväksikäyttöä käsitellään lähinnä em. vesihuoltotoimikunnan mietinnössä esitettyjä suuntaviivoja noudattaen, ts. on pyritty nimenomaan selvittämään mahdollisuuksia valmistaa suuressa mitassa tekopohjavettä Helsingin vedentarvealueen vedenhankinnan yhteydessä.

Selvityksestä pyydetty lausunto.

Ruotsissa on nykyisin n. 40 kaupungissa tekopohjavesilaitos. Vuonna 1965 Ruotsin kaupunkien vedenkulutuksesta tekopohjaveden osuus oli n. 20 prosenttia. Vesilaitos on pyytänyt asiantuntijalausunnon tunnetulta ruotsalaiselta insinööritoimistolta »Vattenbyggnadsbyrån» (lyhennettynä VBB), joka on suunnitellut suurimman osan Ruotsin tekopohjavesilaitoksista, lähettämällä ko. toimistolle liitteenä olevan selvityksensä ruotsinkielelle käännettynä. Insinööritoimiston »Vattenbyggnadsbyrån» asiantuntijat prof. Jansa ja civ.ing. Bergling tekivät vuoden 1966 kesäkuun alussa 3 vrk:n matkan Suomeen tutustuen paikan päällä maastoon ja vesilaitoksen hallussa olevaan yksityiskohtaiseen materiaaliin.

Helsingin vedentarvealueen vesivarat.

Helsingin kaupungin vedentarve, joka vuonna 1965 oli keskimäärin n. 2,0 m³/s, lisääntyy tulevaisuudessa voimakkaasti ollen ennusteen mukaan vuonna 2000 n. 5,4 m³/s. Vedentarpeen voimakasta lisääntymistä odotetaan tapahtuvan myös 13 Helsingin ympäristökunnassa, jotka yhdessä Helsingin kanssa muodostavat ns. Helsingin vedentarvealueen. Ko. alueen keskimääräinen vedentarve vuonna 2000 tulee ennusteen mukaan olemaan n. 12 m³/s. Vedentarvealueen pohjavesivarojen kokonaismääräksi on arvioitu 1,3—1,4 m³/s. Alueen omat ja suunnitellut pintavesivarat ovat suuruusluokka 5 m³/s. Tätä määrää voidaan Hiidenvesisuunnitelmaa täydentämällä (Hiidenvesisuunnitelman II vaihe) lisätä n. 1 m³/s, jolloin pintavesivarat riittäisivät niiden varassa oleville kunnille 1980-luvun alkuvuosiin saakka.

Tekopohjaveden käyttöönotto Helsingin vedentarvealueen vedenhankinnan kauko-ohjelmassa.

Helsingin vedentarvealueen pohja- ja pintavesivarat ovat siis tulevaisuudessa riittämättömät, joten on jouduttu suunnittelemaan pintaveden siirtämistä Sisä-Suomen järvialueelta Helsingin vedentarvealueelle ns. kauko-ohjelman puitteissa. Lopullisena raakavesilähteenä järvialueella voidaan pitää Päijännettä. Arvioidaan, että kauko-ohjelma ehditään suunnitella ja järkipärisesti toteuttaa vuoteen 1980 mennessä.

Jos vedenhankinnan kauko-ohjelmassa tulisi ratkaisuksi tekopohjaveden valmistaminen, vaikuttaisi se vedentarvealueen kuntien vedenhankinta- ja vedenpuhdistussuunnitelmiin. Asiallisesti valmistettu tekopohjavesi on täysin verrattavissa luonnolliseen pohjaveteen, jonka omaamat edut pintaveteen nähden ovat tunnetut. Jos pohjavettä tai tekopohjavettä on saatavissa, otetaan se luonnollisesti ensisijaisena käyttöön vedenhankinnassa. Kaukosuunnitelmassa tämä edellyttäisi, että vuonna 1980 olisi valmiina teholtaan $6 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruinen tekopohjavesilaitos (Helsingin kaupungin osuus laitoksen tehosta $3,8 \text{ m}^3/\text{s}$) ja koko Helsingin vedentarvealueen vuonna 2000 tarvitsemalle vesimäärälle ($12 \text{ m}^3/\text{s}$) mitoitettu tunneli Päijänteestä Helsingin vedentarvealueelle. Päijänteen ja tekopohjavesilaitoksen välinen tunneli toimisi raakavesitunnelina, mutta tekopohjavesilaitoksen ja kulu- tusalueen välinen tunneli puhdasvesitunnelina.

Tekopohjaveden käyttöönoton siirtymisen ajankohtaan mennessä rakennettuja vedenhankinta- ja puhdistuslaitoksia pyrittäisiin käyttämään soveltuvilta osin edelleen hyväksi. Helsingin tapauksessa Silvola tekoaltaasta tulisi puhdasvesiallas ja Pitkäkosken ja Vanhankaupungin välisestä raakavesitunnelista puhdasvesi- tunneli. Pitkäkosken ja Vanhankaupungin pintavedenpuhdistuslaitokset muun- nettaisiin tekopohjaveden jälkikäsitteilylaitoksiksi, kuitenkin niin, että ne edelleen voisivat tarvittaessa toimia myös fysikaalis-kemiallisina pintavedenpuhdistus- laitoksina (varalaitoksina).

Päijänteen veden soveltuvuus tekopohjaveden muodostamiseen.

Helsingin vedentarvealueen lopullisena raakavesilähteenä Sisä-Suomen järvi- alueella voidaan siis pitää Päijännettä. Liitteenä olevassa vesilaitoksen selvityk- sessä on vertailtu Etelä-Päijänteen veden laatua eräiden Ruotsin tekopohjavesi- laitosten käyttämän raakaveden laatuun ja todettu, ettei analyysituloksissa ole kovinkaan suuria eroja. Päijänteen vesi sisältää luonnosta ja toisaalta selluloosa- teollisuuden jätevesistä peräisin olevaa orgaanista ainesta (KMnO_4 -kulutus) yhteensä saman verran kuin Ruotsissa Gävlen ja Karlstadin tekopohjavesilaitosten raakavesi. On kuitenkin huomattava, että edellä mainituissa kaupungeissa teko- pohjaveden valmistuksessa esiintyy laatuvaikauksia. Niinpä ruotsalaisessa asian- tuntijalausunnossa pidetäänkin Etelä-Päijänteen veden kaliumpermanganaatin kulutusta $45\text{--}65 \text{ mg/l}$ liian korkeana, jotta tekopohjaveden valmistuksessa voitai- siin käyttää yksinomaan mekaanista esikäsitteilyä (pikasuodatus) ja maahan suodatusta. Asiantuntijalausunnon mukaan Päijänteen veden KMnO_4 -kulutus on ennen maahan suodatusta saatava alle 45 mg/l . Tähän päästään, kun 40% Päijän- teestä otetusta vedestä esikäsitellään kemiallisesti puhdistaa ja loput 60% mekaa- nisesti puhdistaa. Vuonna 1980 olisi kemiallisesti esikäsiteltävän Päijänteen veden määrä n. $2,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vesilaitos on suorittanut syksystä 1965 lähtien laboratoriossa pienoiskokeita, joissa on tutkittu veden laadun muuttumista ja sulfiittiselluloosateollisuuslaitoksista vesistöihin laskettavan jätelipeän käyttäytymistä maakerrosten läpi tapahtuvan suodatuksen yhteydessä. Näin on haluttu saada selvyyttä siitä, soveltuisiko Päijänteen vesi tekopohjaveden muodostamiseen senkin jälkeen, jos Päijänteen veden jätelipeäpitoisuus nykyisestä vielä olennaisesti kasvaisi. Vuodesta 1965 lähtien suoritetuissa vesilaitoksen tutkimuksissa on Etelä-Päijänteen veden lignosulfonihappopitoisuudeksi saatu 2—5 mg/l, joka vastanee jätelipeäksi muutettuna n. kaksikymmenkertaista määrää. Vesilaitoksen tarkoituksena on myös ollut tutkia Päijänteen veden esikäsittelyn tarpeellisuutta ja jätelipeän hajoamista maastoon rakennettavissa koetorneissa, mutta Ruotsista käytännön laitoksista on saatu niin paljon käyttökokemuksia, että koetornien rakentamisesta samaten kuin rantaimeytyskokeen suorittamisesta Päijänteen rannalla voitaneen luopua. Ruotsissa saadut kokemukset ovat mm. osoittaneet, että suodattavat maakerrokset eivät kykene poistamaan imeytetystä vedestä sulfiittiselluloosateollisuuden tuottamaa jätelipeää kokonaan. Liitteenä olevan VBB:n asiantuntijalausunnon mukaan voidaan laskea vähintään 60% lignosulfonihaposta häviävän maahan suodatuksessa.

Tekopohjaveden muodostamismahdollisuudet Salpausselällä.

Päijänteestä Helsingin suuntaan suunnitteilla oleva raakavesitunneli tulee kulkemaan tekopohjaveden muodostamiselle mahdollisten, vettäläpäiseviä maakerrostumia sisältävien alueiden kautta sekä Salpausselällä että Hyvinkään ja Helsingin välisellä alueella.

Salpausselkä on muodostunut mannerjäätikön sulamisvesien kuljettamasta ja kerrostamasta aineksesta monessa eri vaiheessa, josta johtuen se on rakenteeltaan erittäin epäsäännöllinen. Tiiviit maakerrokset ja useassa kohdassa pintaan saakka kohoavat kalliokynnykset katkovat vettäläpäiseviä maakerrostumia estäen näin suurten yhtenäisten pohjavesialueiden syntymisen.

Pyrittäessä muuttamaan tulevaisuudessa Päijänteestä tunnelissa tuotava pintavesi tekopohjavedeksi Salpausselällä vaatisi vesimäärä 12 m³/s VBB:n asiantuntijalausunnon mukaan imeytysallaspinta-alaa vähintään 1,0 km². Veden imeytys maaperään olisi tarkoituksenmukaisinta suorittaa n. 2 m leveistä ja n. 1 km pitkistä altaista, jotka seuraisivat maanpinnan korkeuskäyriä. Tällaisia altaita tarvittaisiin n. 600 kpl., joten niiden yhteenlaskettu pituus olisi n. 600 km. Veden keräämiseksi tarvittaisiin n. 6 000 kpl. halkaisijaltaan Ø 300 mm:n putkikaivoja. Jotta maahan suodatettu pintavesi ehtisi täydellisesti puhdistua, olisi sen viipymä maaperässä oltava vähintään 3 kuukautta.

VBB:n lausunnon mukaan tekopohjavesimäärän 12 m³/s muodostamiseksi Salpausselällä tarvittaisiin harjupinta-alaa vähintään 60 km². Näin ollen alkuvaiheessa rakennettava 6 m³/s tehoista laitosta varten olisi selvitettävä pohjavesiolosuhteet tarkoin 30 km²:n laajuisella alueella ja lisäksi tutkittava alustavasti saman suuruinen alue, jotta laitos voitaisiin myöhemmin laajentaa teholtaan kaksinkertaiseksi eli 12 m³/s. Tarvittavat harjalueet olisi lunastettava ja niiden käyttöä soran- ja hiekanottoaikkoina olisi rajoitettava, mikä merkitsisi suuria kustannuksia. VBB:n lausunnossa arvioidaan Salpausselältä löytyvän imeytykseen sopivaa aluetta parhaassa tapauksessa 50 km², joten ei voida katsoa olevan mahdollista muuttaa Helsingin vedentarvealueen vuonna 2000 tarvitsemää koko vesimäärää (12 m³/s) tekopohjavedeksi Salpausselällä.

Tekopohjaveden muodostamismahdollisuudet Hyvinkään ja Helsingin välisellä alueella.

Helsingin ja Hyvinkään välisellä alueella vettäläpäisevät maakerrostumat keskittyvät kaakkois-luodesuuntaisten pitkittäisharjujen muodostamaan jaksoon. Ko. kerrostumat esiintyvät kuitenkin tässä jaksossa varsin suppea-alaisina tiiviiden maakerrosten ja kalliokynnysten katkoessa niitä. Näin ollen ei ole mahdollisuuksia Päijänteestä tuotavan pintaveden koko määrän muuttamiseen tekopohjavedeksi Helsingin ja Hyvinkään välisellä alueella.

Tarkoituksenmukaisimmaksi ratkaisuksi tekopohjaveden käyttöönotolle vedenhankinnan kauko-ohjelman yhteydessä näyttäisi muodostuvan yhtä tai useampaa kuntaa palvelevien paikallisten tekopohjavesilaitosten rakentaminen. Ko. laitokset suodattaisivat maaperään tunnelista otettua, riittävässä määrin esikäsiteltyä Päijänteen vettä. Helsingin kaupungin pintaveden puhdistuslaitoksia ei ole kuitenkaan mahdollista täydentää tekopohjavesilaitoksella tarkoitukseen sopivien harjualueiden puuttuessa kaupungin läheisyydestä. Muillakaan Helsingin vedentarvealueen viidestä rannikkokunnasta ei ole mahdollisuuksia ratkaista vedenhankintaansa paikallisten tekopohjavesilaitosten avulla, vaan näiden kuntien täytyy Helsingin tapaan jatkaa pintaveden fysikaalis-kemiallisen puhdistuksen linjalla.

Tekopohjaveden käyttöönotto Helsingin vedenhankinnan lähiohjelmassa.

Helsingin kaupungin vedentarve on suunniteltu tyydytettäväksi ns. lähi-ohjelman puitteissa vuoteen 1980 saakka Vantaanjoesta ja Hiidenvedestä toteuttamalla Hiidenvesisuunnitelman I ja II vaihe. Veden siirto Hiidenvedestä Helsinkiin tapahtuisi I vaiheessa osittain tunnelissa ja osittain avouomaa pitkin ja II vaiheessa koko matkan tunnelissa. Seikka, että ko. vedensiirtotunneli tulee kulkemaan Salpausselkään kuuluvan Lohjanharjun poikki, tuo esiin kysymyksen, olisiko mahdollista valmistaa Lohjanharjussa Hiidenveden vedestä tekopohjavettä johdettavaksi edelleen tunnelissa Helsinkiin.

Verrattaessa Hiidenveden vettä Etelä-Päijänteen veteen huomataan edellisessä olevan selvästi enemmän sameutta kuin jälkimmäisessä. Hiidenvesi on huomattavasti ravinnerikkaampi järvi kuin Päijänne, josta johtuen pieneliöstön kasvu on paljon runsaampaa. Hiidenveden vedessä kaliumpermanganaatin kulutus on hieman pienempi kuin Etelä-Päijänteen vedessä, kun taas väriarvo on selvästi suurempi. Liitteenä olevan mm. Etelä-Päijänteen veden soveltuvuutta maahan suodatukseen selvittävän ruotsalaisen asiantuntijalausunnon perusteella näyttäisi todennäköiseltä, ettei imeyttämällä harjuun pelkästään mekaanisesti (mikro-, pikasuodatus) esikäsiteltyä Hiidenveden vettä saavutettaisi aina sekä väriarvonsa että kaliumpermanganaatin kulutuksensa puolesta laadultaan hyväksyttävää tekopohjavettä. Lisäksi olisi olemassa imeytysaltaiden tukkeutumisen vaara. Näin ollen harjuun suodatettavasta Hiidenveden vedestä jouduttaisiin esikäsittelemään kemiallisesti joko osa tai mahdollisesti koko määrä.

Maastossa tehtyjen tarkastelujen ja Salpausselkää käsittelevästä kirjallisuudesta saatujen tietojen perusteella maaperän rakenne Hiidenvesitunnelin läheisyydessä olevilla Lohjanharjun alueilla muistuttaa suuresti Sääksjärven ja Lahden välisen Salpausselän kalliokynnysten ja tiiviiden irtomaakerrosten rikkomaa hyvin epäsäännöllistä rakennetta. Geologisen tutkimuslaitoksen pitkin Lohjanharjun

sivuja suorittamat lähteiden ylivuotomittaukset osoittavat samansuuruista luonnollisen pohjaveden virtausta kuin muissakin osissa Salpausselkää. Näin ollen arvioitaessa tekopohjaveden muodostamismahdollisuuksia Lohjanharjussa voitaneen käyttää liitteenä olevassa ruotsalaisessa asiantuntijalausunnossa annettuja arviointiperusteita, jotka on tehty Sääksjärven ja Lahden välisen Salpausselän rakenteen mukaan.

Mitattaessa maaperäkartalle merkityt soraa ja hiekkaa sisältävät jäätikköjoki-kerrostumat sillä 25 km pitkällä Lohjanharjun osuudella, mikä ulottuu Vihdin Otalammelta Lohjalle saakka, saadaan kokonaispinta-alaksi n. 15 km². On kuitenkin huomattava, että useassa kohdin tätä aluetta tulee peruskallio pintaan saakka muodostaen näin yhtenäisten pohjavesialueiden syntymistä estäviä kalliokynnyksiä. Alueella on nykyisin myös runsaasti sorakuoppia, teitä, teollisuutta ja asutusta, joten tekopohjaveden muodostamiseen sopivaa harjualuetta on ehkä vain n. puolet (7—8 km²) alueen kokonaispinta-alasta. Laskettuna ruotsalaisessa asiantuntijalausunnossa annettujen arviointiperusteiden mukaan olisi tällä alueella mahdollista muodostaa tekopohjavettä n. 1,5 m/s. Näin ollen Hiidenvedestä Helsingin suuntaan johdettavaksi suunnitellun vesimäärän (2,5 m³/s) muuttamiseen kokonaisuudessaan tekopohjavedeksi ko. Lohjanharjun alueella ei ole mahdollisuuksia.

Hiidenvesisuunnitelman yhteydessä Lohjanharjulle rakennettava tekopohjavesilaitos tulisi vaatimaan varsin suuria kustannuksia. Laitoksen tarvitsemat harjualueet olisi lunastettava ja näiden alueiden käyttöä muihin tarkoituksiin rajoitettava. Harjuun suodatettavan veden esikäsitteilyä varten olisi alueelle tehtävä vedenpuhdistuslaitos. Tekopohjavesilaitos sijoituessaan 25 km pitkälle Lohjanharjun osuudelle käsittäisi, paitsi suuren määrän imeytysaltaita ja kaivoja, myös kaksinkertaisen vedensiirtojärjestelmän, jossa toista johtoa pitkin siirretään suodatettava vesi imeytysaltaisiin ja toista pitkin kerätään kaivoista saatu valmis tekopohjavesi. Laitokselta Helsinkiin ulottuvan vedensiirtotunnelin tulisi rakenteeltaan soveltua nimenomaan puhdistetun veden (tekopohjaveden) kuljetukseen.

Jatkotutkimukset.

Alustavat selvittelyt ovat tuoneet selvästi esiin, että Salpausselkä ei tarjoa teknillisiä edellytyksiä Sisä-Suomesta Helsingin vedentarvealueelle tulevaisuudessa tuotavan koko vesimäärän muuttamiseksi tekopohjavedeksi. Liitteenä olevan ruotsalaisen asiantuntijalausunnon mukaan kokemuseräinen laskelma viittaa siihen, että Päijänteestä Helsingin vedentarvealueelle tunnelissa tuotavan pintaveden muuttaminen kokonaisuudessaan tekopohjavedeksi Salpausselällä ja Helsingin ja Hyvinkään välisillä harjualueilla on taloudellisesti selvästi huonompi vedenhankintaratkaisu kuin Päijänteen veden johtaminen tunnelissa suoraan vedentarvealueelle puhdistettavaksi edelleen paikallisissa pintaveden puhdistuslaitoksissa tai tekopohjavesilaitoksissa.

Tekopohjaveden muodostamismahdollisuuksien tarkempi selvittely edellyttäisi laajoja maaperä- ja pohjavesitutkimuksia (seismiset tutkimukset, kairaukset, havaintoputkistot pohjaveden liikkeiden seuraamiseksi, koesuodatuksot, koepumppaukset). Tällaiset tutkimukset vaatisivat pitkän ajan ja suuria kustannuksia. Näin ollen vesilaitos ei katso olevan tarkoituksenmukaista ryhtyä tarkemmin tutkimaan Sääksjärven ja Lahden välistä Salpausselkää.

Alustavat selvittelyt ovat myös osoittaneet, että mahdollisuudet tekopohjaveden muodostamiseen Helsingin vedenhankinnan lähiohjelman liittyvän Hiiden- vesisuunnitelman yhteydessä ovat varsin rajoitetut. Koska lisäksi näiden mahdollisuuksien toteuttaminen tulisi vaatimaan kohtuuttoman suuria kustannuksia saavutettavaan hyötyyn verrattuna, ei vesilaitos katso olevan aihetta ryhtyä tarkempiin tutkimuksiin tässä asiassa.

III. Selvitys Helsingin kaupungin mahdollisuuksista puhdistaa merivettä vesijohtovedeksi ja tälläisen toimenpiteen kustannuksista.

Vesilaitoksen laatima selvitys.

Vesilaitoksen toimesta on vuodesta 1960 lähtien seurattu meriveden suolanpoistoa ja puhdistamista koskevaa kirjallisuutta ja ulkomaiden suolanpoistolaitoksista julkaistuja tietoja. Rinnan tämän kanssa on kiinnitetty huomiota Helsingin ympäristön merialueisiin keräämällä tietoa valtion merentutkimuslaitoksen merivettä ja sen virtauksia koskevista tutkimuksista sekä suorittamalla vuodesta 1962 lähtien omia meriveden fysikaalis-kemiallista ja biologista laatua koskevia tutkimuksia Helsingin lähellä olevalla merialueella, erityisesti Villingin suunnalla.

Vesilaitos kutsui 24. 6. 1965 neuvottelukunnan, jonka tehtäväksi tuli selvittää, mitä mahdollisuuksia on olemassa meriveden puhdistamiseksi vesijohtovedeksi ja mitä sellainen toimenpide tulisi maksamaan verrattuna nykyisiin vedenhankintamenetelmiin. Tällöin oli laadittava alustava ehdotus kustannustietoineen 50 000 m³/vrk (0,6 m³/s) suuruusluokkaa olevasta suolanpoistolaitoksesta ottamalla huomioon laitoksen laajentamismahdollisuus, niin että tarvittaessa kaupungin koko vedentarve voitaisiin tyydyttää merivettä puhdistamalla.

Vesilaitoksen edustajiksi neuvottelukuntaan tulivat puheenjohtajana toiminut toimitusjohtaja E. Kajaste, apulaisjohtaja K. Tammela, ylikemisti E. Heinonen ja sihteerinä toiminut kaukosuunnittelutoimiston päällikkö V. Saari sekä tieteellisen tutkimuselimen edustajina varapuheenjohtajana toiminut professori P. Kivalo ja dipl.ins. M. Tillander. Tutkimuselintä täydennettiin 20. 1. 1966 kutsumalla energiakysymysten asiantuntijaksi professori V. Immonen. Työnsä tuloksena neuvottelukunta on jättänyt »Meriveden suolanpoistotutkimus» -nimellä käyvän 73 sivua ja 10 liitettä käsittävän selvityksen.

Raakaveden ottoon soveltuvat merialueet.

Selvityksestä ilmenee, että merivesi Helsingin itäpuolisella merialueella on puhtaampaa kuin länsi- ja eteläpuolisella alueella samalla etäisyydellä kaupungista. Läheisimpänä kiinteään mantereeseen rajoittuvana puhtaana raakaveden otto- paikkana voidaan Helsingissä pitää Vuosaaren Skatan niemen kärjestä etelä- kaakkoon aukeavaa merialuetta. Helsingin edustalla oleviin saariin rajoittuvista merialueista sopisi parhaiten raakaveden ottoon välittömästi Itä-Villingin etelä- puolella oleva vesialue, jonka suojelusta meriveden mahdollista hyväksikäyttöä silmällä pitäen vesilaitos on tehnyt 4. 1. 1963 esityksen teollisuuslaitosten lautakunnalle, Edellä mainittujen alueiden meriveden puhtaana säilyminen edellyttää

kuitenkin toimenpiteitä, joilla suojellaan alueita Helsingin ja sen ympäristön itäisten asuintaajamien ja teollisuuden jätevesiltä sekä satamien ja polttoaineyms. varastojen likaavalta vaikutukselta.

Vesijohtoveden valmistaminen merivedestä.

Puhdaskaan merivesi ei ole sellaisenaan juotavaksi kelpaavaa suolapitoisuuden ja vedessä olevan orgaanisen aineksen takia. Vesilaitoksen tekemissä laboratoriokeissa todettiin, että meriveden ja makean veden seokset olivat totunnaisesta juomaveden mausta selvästi huonompaan suuntaan poikkeavia, vaikka meriveden aiheuttama suolapitoisuus olikin seoksessa pienempi kuin juomaveden laadulle asetetuissa normeissa sallitaan. Myöskin tislamalla ja elektrodialysoimalla suoritettussa meriveden suolanpoistossa jäi valmistettuun juomaveteen hajua ja makua huolimatta ennen suolanpoistoa tapahtuneesta meriveden esikäsitteystä, joka kuitenkin teknillisistä syistä on suolanpoistossa välttämätön. Kysymykseen tulevia esikäsitteilytoimenpiteitä ovat ennen tislausta mikrosuodatus ja ennen elektrodialyysia tehokas suodatus ja mahdollisesti vielä lisäksi selkeytys. Merivedestä valmistettu makea vesi saatiin kansainvälisesti suositetut (WHO:n) laatuvaatimukset täysin täyttäväksi vesijohtovedeksi jälkikäsitteilyillä, joista ainoastaan aktiivihiihuusodatus osoittautui hyväksi menetelmäksi. Tämän lisäksi tarvitaan muina jälkikäsitteilytoimenpiteinä veden syövyttävyyden eliminointi kemikaalimalla ja desinfiointi.

Haju- ja makuongelmia ei yleensä ole todettu toimivissa tisluslaitoksissa. Näihin verrattuna oli vesilaitoksen kokeissa erona kiehuvan suolaveden ja lauhteen välinen suurempi lämpötilaero, jonka takia höyryn mukana poistuneet haju- ja makutekijät liukenivat takaisin lauhteeseen. Teknillisessä mittakaavassa tislamalla saatu vesi saattaa siis olla huomattavasti parempaa kuin laboratoriokeiden pohjalla oli odotettavissa.

Suolanpoistomenetelmät.

Käytössä olevista suolanpoistomenetelmistä monivaihelaajennustislaus on saavuttanut ensimmäisen sijan. Toiminnassa olevien monivaihelaajennustisluslaitosten yhteistuotanto on n. 160 000 m³/vrk, mikä on n. 70% suolanpoistolla saatavan makean veden kokonaistuotannosta. Monivaihelaajennustislaus on käyttövarmuuteen nähden luotettavin käytössä olevista suolanpoistomenetelmistä, ja se käyttää halvinta energiamuotoa, lämpöenergiaa. Suurimman nykyään toimivan laitoksen tuotanto on vain 10 000 m³/vrk, mutta alan johtavat yhtiöt ovat valmiita rakentamaan 140 000 ja peräti 570 000 m³/vrk tuottavia laitoksia ilman lisätutkimuksia. Suuret meriveden suolanpoistolaitokset suunnitellaan nykyisin kaksitoimiseksi, jolloin suolanpoistolaitos kytketään yhteen energialaitoksen kanssa, jolta se saa tislusprosessissa tarvitsemansa höyryn ja sähkön. Alle 1% suolaa sisältävien vesien suolanpoistossa on elektrodialyysi saavuttanut laajan käytön ja on nykyisin tislusmenetelmien jälkeen seuraavalla sijalla.

Tislauksella saatu vesi on yleensä hyvin suolatonta, puhdasta ja steriiliä. Haju- ja makuongelmia toimivissa laitoksissa ei yleensä ole todettu. Jos sellaisia esiintyisi, niin ilmeisesti aktiivihiihuusodatus pystyy ne poistamaan. Elektrodialyysillä tuotettu vesi sisältää melko runsaasti suoloja, eikä prosessi poista vedestä orgaanisia aineita.

Viime aikoina on uutena lupaavana menetelmänä saanut suurta huomiota käänteinen osmoosi, joka kuitenkin on vasta laboratorioasteella.

Ehdotus suolanpoistolaitoksesta.

Merivesineuvottelukunta on todennut monivaihelaaajennustislauksen olevan tällä hetkellä käyttövarmuuden kannalta ja teknillisessä mielessä edullisimman menetelmän Suomenlahden meriveden puhdistamiseksi yleiseen kulutukseen ja valinnut sen siksi menetelmäksi, josta on laadittu laitosehdotus. Elektrodialyysimenetelmää neuvottelukunta on pitänyt vertailumenetelmänä ja katsoo sen olevan monivaihelaaajennustislauksen jälkeen lähinnä kysymykseen tulevan suolanpoistomenetelmän. Laitosehdotuksessa on suolanpoistolaitoksen tuotannoksi edellytetty 50 000 m³ makeaa vettä vuorokaudessa (0,6 m³/s). Neuvottelukunta on myös pyrkinyt kaavailemaan niin suuren suolanpoistolaitoksen rakentamista, että se riittäisi tyydyttämään jatkuvasti kaupungin koko vedentarpeen. Laitoksen tuotannon on tällöin edellytetty olevan suuruusluokkaa 5 m³/s eli 430 000 m³/vrk.

Vesijohtoveden valmistaminen merivedestä tapahtuu vaiheittain seuraavasti: meriveden esikäsitteily, varsinainen suolanpoisto, saadun makean veden varastointi ja makean veden jälkikäsitteily sekä korkeapainepumppaus vesijohtoverkkoon. Merivesineuvottelukunta on kaavaillut suolanpoistolaitoksen sijoitettavaksi Vuosaaren Skatan eli Utelan alueelle kaupungin tulevan voimalaitoksen välittömään läheisyyteen, jolloin suolanpoistolaitos ja energialaitos toimisivat ns. kaksoitoimisena laitoksena. Raakavesi tulisi otettavaksi aluksi Skatan selältä ja lopullinen vedenotto kohta tulisi olemaan Itä-Villingin saaren eteläpuolella alkavassa syvänteessä, josta raakavesi johdettaisiin suolanpoistolaitokseen n. 5,4 km:n pituisessa 10 m²:n kalliotunnelissa. Suolanpoistoprosessissa tarvittava jäähdytysvesi otettaisiin Skatan niemen kärjen läheltä yhdessä voimalaitoksen jäähdytysveden kanssa n. 650 m:n pituisesta 50 m²:n tunnelia käyttäen. Prosessissa erottuva väkevöite poistettaisiin mereen laitoksen koillispuolelle yhdessä suolanpoistolaitoksen ja mahdollisesti myös voimalaitoksen jäähdytysveden kanssa. Patoamalla nykyinen Långvikenin lahti voitaisiin erottaa merestä tilavuudeltaan n. 1 milj. m³:n suuruisen makean veden varastoallas, joka olisi riittävä höyryvoimalaitoksen yhteyteen kytketyn suolanpoistolaitoksen normaalien käyttökätköjen (1 viikko) varalle, jos laitoksen tuotanto on pienempi kuin 100 000 m³/vrk (1,2 m³/s).

Jos suolanpoistolaitos kytketään atomivoimalaitoksen yhteyteen, on varauduttava polttoainehuollosta tai käyttöhäiriöistä johtuvaan käyttökätköön, jonka pituus saattaa olla n. 1 kk vuosittain. Tällöin on vedensaannin turvaamiseksi joko oltava niin suuret vesivarastot, että ne pystyvät tyydyttämään syntyneen vesivajauksen, tai eliminointava keskeytykset höyryn saannissa. Höyryn saannin varmistamiskeinoina tulee kysymykseen jatkuvatoiminen reaktori (polttoainetäydennys käytön aikana) tai atomivoimalaitoksen rakentaminen kaksi reaktoria tai kaksi täydellistä koneistoa käsittäväksi.

Edellisen lisäksi merivesineuvottelukunta on myös kaavaillut kapasiteetiltaan 5 m³/s suolanpoistolaitoksen rakentamista yhdellä kertaa ja sen kytkemistä kaupungin vesilaitosjärjestelmään. Meriveden suolanpoistoon siirtymisen ajankohtana jäisivät Vanhankaupungin ja Pitkäkosken vedenpuhdistuslaitokset tarkoituksenmukaisesti muunnettuna suolanpoistolla saadun makean veden jälkikäsitteilylaitoksiksi ja Vuosaaressa tapahtuisi vain meriveden esikäsitteily ja varsinainen

suolanpoisto. Sieltä makea vesi johdettaisiin kalliotunnelissa nykyiseen Pitkäkosken—Vanhankaupungin tunneliin ja edelleen jälkikäsiteltäväksi Vanhankaupungin ja Pitkäkosken vedenpuhdistuslaitoksiin, joissa tapahtuisi myös valmiin juomaveden pumppaaminen vesijohtoverkkoon. Silvolan tekoallasta voitaisiin käyttää makean veden varastointiin ja kulutusvaihteluiden tasaajana. Koska pintaveden hankinta- ja puhdistuslaitoksiin olisi tehty suolanpoistoon siirtymiseen saakka investointeja, on luonnollista, että Vanhankaupungin ja Pitkäkosken puhdistuslaitokset jäisivät varalaitoksiksi, joita voitaisiin käyttää edellä mainittujen suolanpoistolaitoksen 1 kk:n käyttökatkojen aikana vesijohtoveden valmistukseen normaaliin tapaan pintavedestä. Kaupungin raakavedenhankinnan lähi-ohjelman suunnitellut pintavesialtaat riittäisivät tyydyttämään suolanpoistolaitoksen käyttökatkojen aikana veden kokonaistarpeen. Myös voitaisiin likaantumiselta suojattuja pintavesialtaita ruveta käyttämään merivedestä valmistetun makean veden varastoaltaina, joista voitaisiin jälkikäsittelemällä saada 1 kk:n kulutusta vastaava vesimäärä vesijohtoverkkoon. Silvolan tekoaltaan tasatessa kulutusvaihteluja on myös mahdollista jättää Vuosaaren kaavailtu varastoallas atomivoimalaitoksesta aiheutuvan saastumisvaaran takia rakentamatta.

Sähkö- ja lämpöenergian hinta.

Tarvittava höyrymäärä $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ makean veden tuotantoon on n. 200 t/h 3 ata:n paineisena ja tarvittava sähköteho n. 4,2 MW. Neuvottelukunta on käyttänyt laskelmiin perustuen edullisimpina omakustannushintoina vastapainelaitoksesta saatavalle höyrylle n. 2 mk/t ja sähkölle n. 1,5 p/kWh.

Kapasiteetin suuretessa arvoihin 3...5 m^3/s on atomivoimalaitoksen rakentaminen yksinomaan energiakustannusmielessä perusteltua. Vesilaitos on saanut Voima- ja Polttoainetaloudellinen Yhdistys Ekonolta suolanpoiston kustannuksia koskevat selvitykset. Niissä on laskettu atomivoimalaitoksesta saatavan energian omakustannushinta ns. lisäkustannusperiaatetta käyttäen. Täten tulee edullisimmaksi omakustannushinnaksi, suolanpoistolaitoksen tuotantovaihtelut huomioon ottaen, höyrylle 0,8 mk/höyrytonni ja sähkölle 2 p/kWh.

Suolanpoistoprosessin kustannukset.

Merivesineuvottelukunnan laitosehdotuksen mukaiselle $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ suuruusluokan monivaihelajennustislauslaitokselle ovat koko suolanpoistoa koskevat investoinnit n. 60 milj. mk, josta varsinaisen suolanpoistoprosessin osuus on n. 47 milj. mk. Vuotuiset kustannukset (pääoma- ja käyttökustannukset) ovat n. 13 milj. mk eli n. 72 p tuotettavaa vesi- m^3 kohden varsinaisen suolanpoiston osuuden ollessa tästä n. 59 p/vesi- m^3 .

Kapasiteetiltaan 5 m^3/s laitosta varten tarvittava kokonaisinvestointi olisi n. 285 milj. mk, josta varsinaisen suolanpoiston osuudeksi on laskettu n. 245 milj. mk. Vastaavat vuosikustannukset olisivat n. 61 milj. mk/vuosi eli n. 43 p/vesi- m^3 , josta varsinaisen suolanpoiston osuus n. 34 p/vesi- m^3 . Suolanpoistolaitosten vuosituotantoja laskettaessa on käyttöajaksi otettu 7 900 h/v ja kapasiteetiksi nimelliskapasiteetti.

Nämä kustannukset pätevät siinäkin tapauksessa, että 5 m^3/s tuottava suolanpoistolaitos yhdistettäisiin tunnelilla kaupungin vesilaitosjärjestelmään ja makean veden jälkikäsitteily suoritettaisiin Vanhankaupungin ja Pitkäkosken puhdistus-

laitoksissa. Jälikäsittelykustannukset pienenisivät tällöin mm. valmiista rakennuksista ja osaksi käyttökelpoisista jälikäsittelylaitteista johtuen niin paljon, että tällä kustannussäästöllä saataisiin korvatuksi makeavesitunnelin rakentaminen. Suolanpoiston kustannuksissa ei ole mukana muiden kuin Vuosaaren makeavesialtaan kustannukset, koska käyttämällä meriveden suolanpoistoon siirtymisen ajankohtaan mennessä rakennettuja pintaveden hankinta- ja puhdistuslaitoksia edellä esitetyllä tavalla varalaitoksina, ei suolanpoistolaitosta varten tarvinnut rakentaa uusia altaita.

Vertailu nykyisen pintavesi-linjan kustannuksiin.

Helsingin kaupungin pintavedenhankinnan ja -puhdistuksen yhteenlasketut kustannukset ilman jakelu-, myynti-, hallinto- ja sekalaisia kustannuksia olivat vuonna 1965 15,6 penniä vesikuutiometriä kohden. Vuoteen 1980 mennessä niiden arvioidaan nousevan ainakin 24 penniin/vesi-m³. Jos otetaan käyttöön hiilisuodatus pintaveden hajun ja maun parantamiseksi, nousevat kokonaiskustannukset lähes 30 penniin/vesi-m³ eli suunnilleen kaksinkertaisiksi nykyiseen kustannukseen verrattuna. Huomioon ottaen jakelu- yms. kustannukset ja ylijäämä, jotka tekevät yhteensä n. 25—30 p/vesi-m³, tulisi pintavedestä puhdistetun vesijohtoveden myyntihinta 1980-luvulla liikkumaan välillä 55—60 p/vesi-m³.

Neuvottelukunta arvioi meriveden suolanpoistoprosessin tulevan maksamaan vuoden 1966 hintatietojen mukaan 71—43 p/vesi-m³ riippuen siitä, tapahtuuko makean veden tuotanto pienessä vai suuressa mittakaavassa. Jälkimmäisessä tapauksessa, eli jos Helsingin koko vedentarve tyydytetään meriveden suolanpoistolla, olisi kustannus lähes kolminkertainen verrattuna kaupungin vesilaitoksen pintavedenhankinnan ja -puhdistuksen yhteenlaskettuun kustannukseen vuonna 1965, mutta vuoden 1980 kustannukseen verrattuna enää n. 1,4-kertainen. Veden myyntihintaan tulisivat jakelu- yms. kustannusten lisäksi vielä pintaveden hankinta- ja puhdistuslaitoksiin ennen meriveden suolanpoistoon siirtymisen ajankohtaa tehtyjen investointien kustannukset, jotka 1980-luvun alussa tekisivät n. 9 p/vesi-m³. Täten tulisi meriveden suolanpoistolla saadun vesijohtoveden myyntihinnaksi 1980-luvulla yli 80 p/vesi-m³.

On huomattava, että meriveden suolanpoiston kustannuskehitys sekä pääomattä käyttökustannusten osalta on monivaihelajennustislauksen kohdalla tulevaisuudessa edelleen laskeva. Tämä johtuu teknologian kehityksestä, josta on seurauksena höyryn tarpeen pieneminen tuotettua vesi-m³ kohden. Neuvottelukunta ei ole kuitenkaan voinut lähteä tarkemmin arvioimaan, kuinka paljon laskeva kustannuskehitys vaikuttaisi suolanpoistokustannuksiin, mutta se pitää mahdollisena, että pintavedestä puhdistetun ja merivedestä valmistetun vesijohtoveden hinnoilla vuoden 1980 jälkeen ei Helsingin olosuhteissa olisi enää erityisen suuria eroja.

Lopputoteamus ja ehdotukset.

Meriveden puhdistaminen vesijohtovedeksi on teknillisesti mahdollista ja sillä voidaan aikaansaada täysin tyydyttävää vesijohtovettä. Nykyisten hintatietojen mukaan vesijohtoveden valmistaminen merivedestä ei pysty kustannuksissa kilpailemaan nykyiseen tapaan pintavedestä tapahtuvan vesijohtoveden valmistamisen kanssa, vaikka raakavesi tulevaisuudessa joudutaan tuomaan Päijän-

teestä saakka (Päijännesuunnitelma). Neuvottelukunnan käsityksen mukaan meriveden suolanpoisto saattaa kuitenkin tulla jossakin vaiheessa Helsingissä käyttöön, koska Päijännesuunnitelmaan liittyy eräitä epävarmuustekijöitä. Meriveden suolanpoiston tarjoamat mahdollisuudet on siten jatkuvasti otettava huomioon tulevia vedenhankintaratkaisuja tehtäessä. Merivesineuvottelukunta on päättänyt selvityksessään seuraaviin ehdotuksiin:

1) Villingin merialueen ja Skatan selän tutkimusta olisi laajennettava vesilaitoksen ja rakennusviraston yhteistyönä ja mahdolliset suojelunäkökohdat olisi otettava huomioon Helsingin itäosien viemäröinti- ym. suunnitelmassa.

2) Edellytysten luomiseksi kaksitoimisten laitosten mahdolliselle myöhemmälle toteuttamiselle olisi Vuosaaren käyttösuunnitelmassa voimalaitoksen läheisyydestä varattava niin suuri maa- ja vesialue mahdollista meriveden suolanpoistolaitosta varten, että Vuosaaren voitaisiin sijoittaa tarvittaessa kaupungin koko vedentarpeen tyydyttävät suolanpoistolaitokset.

3) Sähkölaitoksen olisi pitkän tähtäyksen voimalaitossuunnitelmissaan otettava vaihtoehtoisesti myös mahdollisen meriveden suurimittaisen suolanpoiston edellyttämät energiatarpeet huomioon.

4) Vesilaitoksen olisi jatkuvasti seurattava suolanpoistomenetelmien kehitystä tarkoituksenmukaisilla tutkimuksilla, joihin sisältyisi käyttökokemusten hankkiminen suuruusluokaltaan 500—1 000 m³/vrk koelaitoksella. Edelleen olisi selvitettävä, mitä merivedestä puhdistettu vesijohtovesi kulloinkin tulisi maksamaan, ottaen erityisesti huomioon Suomenlahden meriveden suhteellisen alhainen suolapitoisuus.