SWTP – PIETARIN JÄTEVESIEN PUHDISTUSTILANNE

Jyrki Rautamäki, rak.ins., projektipäällikkö
Vilho Pekkala, dipl.ins., suunnittelujohtaja
Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy



Valokuvat: Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy

1

Ennen *SWTP*:n (southwest waste water treatment plant) käyttöönottoa Pietarin 5 miljoonan asukkaan jätevesistä 3,5 miljoonan jätevedet menivät mereen puhdistamojen kautta ja 1,5 miljoonan jätevedet puhdistamatta. Lounaisen puhdistamon kapasiteetti vastaa noin 0,7 miljoonan asukkaan jätevesiä, jos kohta puhdistamon vaikutusalueella on myös teollisuutta, mm. runsaasti puuvillateollisuutta.

Pietarin lounaisen jätevedenpuhdistamon rakentaminen oli aloitettu Neuvostoliiton aikana noin vuonna 1986. Rakennusalue on noin kilometri kertaa puoli kilometriä. Rakentamista oli ehditty jatkaa muutamia vuosia, kunnes työt pysähtyivät tunnettuihin taloudellisiin vaikeuksiin 1990-luvun alkupuolella. Betonirakenteista noin 40 % oli saatu tehdyksi. Vielä vuonna 1998 alueella oli muutamia pieniä työryhmiä jatkamassa rakennustyötä.

Lounaisen jätevedenpuhdistamon jatkorakentaminen pääsi kunnolla vauhtiin keväällä 2003. Kesäkuun lopulla 2005 laitos otettiin koekäyttöön ja puhdistusprosessin noin puoli vuotta kestävä säätäminen voitiin aloittaa.

KUNTOTUTKIMUS

Kansainvälinen aktiivisuus puhdistamon loppuun saattamiseksi jatkui monilla tahoilla ja myös tuotti tuloksia. Vuosina 2000-2001 tehtiin olemassa oleville rakenteille käytettävyysselvitys jonka pohjana oli jonkin verran nykyaikaisempi vedenpuhdistusprosessi kuin rakenteilla olevalla laitoksella oli ollut. Selvityksen teki *Suunnittelukeskus Oy* yhdessä Pietarin Vodokanalin (vesi- ja jätevesilaitos) ja muutamien muiden yritysten kanssa. Rakennusten ja rakenteiden kuntotutkimuksen teki Insinööritoimisto *Mikko Vahanen Oy*. Kuntotutkimusohjelma oli paljolti peräisin Englannista ja sen vaatimusten takana oli mm. yhdeksi päärahoittajaksi tuleva Euroopan kehitys- ja jälleenrakennuspankki. Uuden prosessiperiaatteen ja kuntotutkimuksella saatujen tietojen perusteella laskettiin olevista rakenteista olevan hyötyä noin 19 miljoonaa USD verrattuna puhtaalta kentältä aloittamiseen. Koko laitoksen kustannusarvio oli silloin noin 120 miljoonaa USD, mutta Pietarin kustannustaso on noussut huomattavasti sen jälkeen.

Jätevesi tulee puhdistuslaitokselle noin 35 metrin syvyydessä sijaitsevaa tunnelia pitkin. Vasta siinä syvyydessä on tunnelin rakentamiseen sopivia maakerroksia, mikä on selitys myös Pietarin metron tunnelien sijaitsemiseen hyvin syvällä. Peruskallio on Pietarissa satojen metrien syvyydessä.

Ensimmäinen rakennelma veden tulosuunnassa on tulokaivo ja sen operatiivinen osa sulkuportti, jota ei päästy tutkimaan kuntotutkimuksessa. Seuraava kohde on tulopumppaamo, joka on 50 metriä ulkohalkaisijaltaan oleva ja 47 metriä syvä uppokaivo. Ulkoseinämän paksuus on 3 metriä ja sen sisäpinnassa on teräslevy. Kaivo on rakennettu kaivamalla maata sisäpuolelta ja betonoimalla ulkoseinää ylemmäs, jolloin kaivorengas on painunut yhä syvemmälle. Kitkan pienentämiseksi renkaan ja maan välissä on bentoniittisavikerros. Työn aikana rengas oli kallistunut 0,5 metriä. Pohjalaatta on 3 metriä paksu ja vedenpaineen kestävät sisäseinät 1,5 metriä paksuja. Teräspalkkien varassa olevia ripalaattavälitasoja oli lähes valmiina 7 kappaletta. Lisäksi tarvittaisiin uusia tasoja kolmisen kappaletta. Teknisesti pumppaamo arvioitiin tyydyttäväksi jatkorakentamiseen.

2

Pumppaamosta eteenpäin lähes kaikki rakenteet olivat maan pinnalla sijaitsevia enemmän tai vähemmän keskeneräisiä altaita ja keskeneräisiä rakennuksia. Kuntotutkimus tehtiin syyskuussa – marraskuussa vuonna 2000, jolloin alueella oli paikoin haittaa vedestä. Tutkimuksia varten otettiin yli 100 poralieriötä, joista tehtiin ohjelman mukaiset tutkimukset. Enin osa betonirakenteista oli rakennettu elementeistä. Elementtien betonin puristuslujuus oli hyvä, keskimäärin 47 MN/m^2. Betonin runkoaineen rakeisuuskäyrä oli huono; hienossa päässä oli 0 - 4 millimetrin rakeisuus, välikoko puuttui ja karkea pää oli yli 10 millimetrin Viipurin alueen graniittia. Epäsuotuisasta rakeisuudesta ja suuresta sementtimäärästä johtuen betonin kutistuma oli ollut suuri aiheuttaen paljon sisäistä halkeilua ja pintahalkeilua, vetolujuus oli tavanomaista huonompi vaihdellen 0-1,9 N/mm^2 ja vesitiiviys vaihteli paljon eikä kunnolla täyttänyt meikäläisiä vaatimuksia. Suojahuokosia ei ollut ollenkaan, mutta siitä huolimatta vain muutamasta kohdasta löydettiin paikallista pakkasrapautumaa, ja niillekin löytyi todettavissa olevat syyt. Karbonatisoituminen vaihteli seinärakenteissa 0 - 23 millimetrin keskiarvon ollessa 8,5 milliä noin 12 vuoden ikäisenä.

Seinäelementit oli valettu vaaka-asennossa. Muotin puolella raudoituksen peitekerros oli enimmäk-

3

1
Tulopumppaamon kuiva keskiosa ennen jatkorakentamista. Uppokaivon halkaisija on 50 metriä ja se jatkuu maan sisään 47 metrin syvyyteen.

2
Aluekuva idästä länteen päin kesällä 2004, jolloin rakennustyöt olivat jo melko pitkällä. Maaston korkeus on noin 17 metriä merenpinnasta. Taustalla siintää Suomenlahti, jonne puhdistettu vesi puretaan noin kahden kilometrin päähän.

3
Tulopumppaamo siinä vaiheessa, kun enin osa kantavien rakenteiden täydennyksistä on tehty. Pitkissä jänneväleissä käytettiin jännitettyjä 400 mm:n ontelolaattoja.











seen hyvin pieni, mistä oli jo aiheutunut karbonatisoitumisen mahdollistamaa ruostumista ja betonipeitteen lohkeamista. Vastaavasti toisella puolella betonipeitteet olivat yli-isoja. Elementtisaumat todettiin huonoiksi eivätkä ne olleet vesitiiviitä.

Betonirakenteisen aluekanaviston kuntoa ei pystytty tutkimaan täydellisesti, koska kanavat ja tunnelit olivat täynnä vettä. Bitumoituja 2 metrin teräsputkia oli myös huomattava määrä asennettuna.

Rakennusten rungot todettiin kuntotutkimuksessa teknisesti jatkorakennuskelpoisiksi, mikäli niille olisi järkevää käyttöä. Keskeneräisiä runkoja ei kuitenkaan hyödynnetty jatkosuunnittelussa, joten ne purettiin.

POHJARAKENNUS

Maaperä alueella on pääosin silttiä. Alueen maanpinta on noin 17 metriä meren pinnan yläpuolella. Puhdistamon itäosassa, pääpumppaamon ja hiekanerotuksen kohdalla maakerrokset ovat melko tiiviitä. Alueen keski- ja länsiosalla on 3-4 metrin paksuisen tiiviin savikuorikerroksen alla pehmeä 3-6 metriä paksu pehmeä kerros, jonka alapuolella kerrosten tiiviys kasvaa syvyyden kasvaessa. Pohjavesi on lähellä maanpintaa.

Rakennukset perustettiin maanvaraisesti lukuun ottamatta lietteenkäsittelylaitosta joka perustettiin kitka- ja koheesiopaaluina toimivilla teräsbetonisilla lyöntipaaluilla. Altaat ja putkistot perustettiin maanvaraisesti ja niiden suunnittelussa huomioitiin laskennollinen painuma ja painumaerot. Pitkäaikaisten painumien laskettiin olevan noin 40- 60 millimetriä. Ensimmäisissä altaiden täytöissä syntyi 15 millin painumat, josta 10 milliä palautui tyhjennettäessä.

RAKENNUKSET

Pietarin lounaisen jätevedenpuhdistamon noin 40 hehtaarin alueella on yli 20 erilaista rakennusta tai allasryhmää. Rakennuksista 15 on uudisrakennuksia, lattiapinta-alaltaan yhteensä noin 10 000 m^2. Suurin yksittäinen rakennus on noin 4000 m^2:n lietteenkäsittelylaitos. Peruskorjattuja tai vastaavia rakennuksia on neljä. Kunnostettuja tai täydennettyjä altaita ja allaskokonaisuuksia on yhteensä 17 kappaletta.

Kahden peräkkäisen tulokaivon pohjalla noin 35 metrin syvyydessä sijaitsevat massiiviset sulkuluukut jäteveden virtaamisen pysäyttämiseksi tuloputkessa. Ulkohalkaisijaltaan 8,5 metriset kaivot oli rakennettu aiemmassa vaiheessa, eikä niille ollut tarvetta tehdä kuin pintakorjauksia. Kaivojen yläpuolelle, maan päälle rakennettiin kylmä halli, johon sijoittuu luukkujen käyttöön tarvittava hydrauliikkalaitteisto sekä 20 tonnin siltanosturi luukkujen ylösnostamiseksi. Rakennus on maan varaan perustettu, kantavat pystyrakenteet ovat teräsbetonisia elementtipilareita. Kattorakenteena ovat teräsristikot ja kantava profiilipelti.

Tulopumppaamo oli suurin peruskorjattava kokonaisuus. Pumppaamon kuivaa ja märkää prosessinosaa erottaa 1,5 metriä paksu teräsbetoninen väliseinä. Ulkokehällä sijaitseva märkäpuoli pitää sisällään tuloaltaat sekä 80 millimetrin rakovälillä olevat karkeavälpät välpejätteen siirtolaitteistoineen. Kuivalla puolella sijaitsevat 11 pumppua moottoreineen sekä ilmanvaihto- ja sähkötiloja. Pumput nostavat jäteveden 50 metriä korkeammalla sijaitsevaan esikäsittelylaitokseen. Tulopumppaamon massiiviset seinärakenteet olivat pääosin paikalla valettuja. Välitasojen kantavat teräsrakenteet sekä niihin tukeutuvat laattaelementit olivat projektin alkaessa ylimpiä tasoja lukuun ottamatta paikoilleen asennettuja mutta viimeistelemättömiä. Pumppaamorakennuksen ylimmät välitasot ja seinärakenteet viimeisteltiin ja päälle rakennettiin nosturihalli, sosiaalitilat ja teknisiä tiloja. Uusi rakennus tukeutuu pumppaamon seinärakenteisiin. Kantavat pystyrakenteet ovat nosturihallin ja sosiaalitilojen osalla elementtipilareita, teknisissä tiloissa teräspilareita. Sosiaalitilojen yläpohjassa on käytetty venäläisiä tyyppielementtipalkkeja sekä venäläisiä esijännittämättömiä ontelolaattoja. Märän osan kattamiseen käytettiin pitkistä jännevaleistä johtuen esijännitettyjä ontelolaattoja, joiden saatavuus Pietarin alueella oli hyvä. Nosturihallin ja teknisten tilojen kattorakenteena ovat teräsristikot tai teräspalkit ja kantava profiilipelti.

Esikäsittelylaitos rakennettiin keskeneräiseksi jääneiden hiekanerotusaltaiden viereen, osittain hyödyntäen vanhoja rakenteita uusien hiekka- ja rasvapumppaamoiden seinärakenteina. Esikäsittelylaitos on kaksikerroksinen. Tuloallas, johon jätevesi pumpataan sekä välppäämö sijaitsevat kerroksista ylemmässä, alemmassa on välpejätteen siir-



7

toon liittyvää laitteistoa. Vedessä olevat roskat kerätään 6 millimetrin rakovälillä olevilla hienovälpillä, joita on 8 kappaletta. Rakennus on vesitiivistä paikallavalubetonia tuloaltaan ja välppäkanavien yläreunaan saakka. Välppäämössä on 5 tonnin siltanosturi välppäkoneistojen huoltotoimia varten. Välppähallin kantavat pystyrakenteet ovat elementtipilareita, kattorakenteena teräsristikot ja kantava profiilipelti. Pellin päällä on lämmöneristeenä meikäläiseen tapaan tuuletusuritettu kaksikkovilla ja kaksinkertainen kumibitumikermikate.

Alueen suurin rakennus on lietteenkäsittelyrakennus, johon on sijoitettu runsaasti toimintoja: Ilmastuksen tarvitsemat suuret 0,75 barin paineen kehittävät turbopuhaltimet 4 kappaletta, joista kolme käy ja yksi on varalla, valvomo ja puhdistuslaitoksen ohjauskeskus, sosiaalitilat, lietteen käsittely polymeroimalla ja muilla tavoin, muilta laitoksilta mahdollisesti autoilla tuotavan lietteen vastaanotto kuivaukseen, lietteen kuivaus lingoilla, kuivatun lietteen välivarastointi suuriin siiloihin sekä kuljetus muualle jatkokäsittelyyn. Rakennuksessa on lisäksi kemikaalien varastosäiliöitä sekä kaksi suurta teräsbetonista lietesäiliötä. Useiden toimintojen vuoksi rakennus on melko mittava. Vastaavaan tarkoitukseen oli samalla paikalla jo paljon suurempi keskeneräinen rakennus, mutta se purettiin pois huonosti soveltuvana. Uudessa lietteenkäsittelyrakennuksessa on kaikkiaan 10 kerrosta. Se perustettiin noin 10 metrin pituisille 350 x 350 millimetrin teräsbetonisille lyöntipaaluille, joiden sallittu kuorma ominaisarvona on 500 kN. Maan sisällä oleva kellarikerros auttaa oleellisesti vaakakuormien hallinnassa. Painavimmista laitteista turbopuhaltimet sijaitsevat maantasokerroksessa ja lingot korkealla ylimmässä kerroksessa. Lingot pyörivät yli 3000 r/min ja saattavat aiheuttaa värinää silloin kun kuivattava massa asettuu niihin epätasaisesti. Kantavat rakenteet ovat paikalla valettua teräsbetonia yhden alueen elementtipilareita, elementtipalkkeja ja jännitettyjä ontelolaattoja lukuun ottamatta. Laattavahvuus on pääosin 250 millimetriä ja kantavien seinien paksuus 250 milliä. Kunnollisen betonoitavuuden ja vesitiiviyden saavuttamiseksi säiliöiden seinäpaksuus on 400 milliä. Lietesiiloja kantava laatta on 800 millinn paksuinen ja se mitoitettiin FEM-ohjelmilla. Rakennus on jäykistetty ala-

SUUNNITTELIJAT

Suunnittelukeskus Oy
Prosessi, laite ja LVI
Arkkitehtuuritoimisto Vesa Ekholm & Antero Syrjänen Oy
Arkkitehtisuunnittelu
Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy / Zao Ficote
Rakennesuunnittelu
Etteplan Oy
Sähkösuunnittelu
Pääsuunnittelijana projektissa toimi paikallinen suunnitteluinstituutti *Lengiproinzhprojekt*, jonka vastuualueeseen kuuluivat viranomaishyväksynnät. Töitä valvovana insinöörinä toimi brittiläinen *Black&Veatch*. Rakennesuunnittelu toteutettiin yhteistyössä *Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy*:n ja Vahanen-konserniin kuuluvan venäläisen *ZAO Ficote*n välillä.

RAHOITTAJAT:

EBRD, NIB, EIB, NDEB, FMoE, Nefco, Sida, Finnfund

YHTEENVETO

- hankkeeseen osallistui 85 yritystä
- päätoteuttaja *YIT*:n *Skanska*n ja *NCC*:n vuonna 2002 perustama *SWTP Construction Oy*
- laitoksen kapasiteetti on 330 000 m^3/d, mikä vastaa 715 000 asukkaan tuottamaa jätevettä
- maata ja täyttöhiekkaa siirrettiin 1 500 000 tonnia
- yhteensä asennettiin 1000 tonnia prosessilaitteistoa ja 230 tonnia muita teräsrakenteita
- putkistoa asennettiin14 kilometriä
- kaapeleita vedettiin 350 kilometriä
- miesvahvuus enimmillään 667 henkilöä kesäkuussa 2005
- prosessilaitteistoa toimitettiin Suomesta, Ruotsista, Saksasta, Hollannista, Englannista, Turkista ja Venäjältä
- kustannuksista rakennustyöt muodostivat noin 50 % ja laitteistohankinnat myös noin 50 %
- jätevedenpuhdistamo vihittiin käyttöön 22.9.2005

4
Tulopumppaamon keskiosan tasojen suuret teräspalkit olivat pääosin asennettuina.

5
Ilmastusaltaan väliseinä, joka on mitoitettu 6 metrin vedenpaineelle. Seinäelementit on liitetty elementtianturoihin haarukkaliitoksella.

6
1980-luvun seinäelementit oli valettu vaaka-asennossa. Muotin puoleinen raudoituksen peitekerros oli hyvin pieni ja pinnassa olevat teräkset olivat jo alkaneet ruostua. Korjaustyön lähtökohtana oli, että korroosio käytännössä pysähtyy.

7
Tulopumppaamo lähes valmiina.



8

8
Selkeytinallas kuntotutkimuksen aikaan. Etenkin ylivuotokourujärjestelmät olivat hyvin keskeneräisiä. Pohjien mittatarkkuus ei riittänyt laahainjärjestelmille, joten kaikkiin altaisiin valettiin uudet pohjat.

osastaan suurten seinien ja yläosastaan hissikuilun ja porrashuoneen seinien muodostamien mastojen avulla.

Erilaisia pumppaamorakennuksia ovat paluulietepumppaamo, teknisen veden pumppaamo sekä raakalietepumppaamot. Pumppaamoiden allasosat ovat pääsääntöisesti paikallavalubetonirakenteita, pystyrakenteet kantavia teräsbetoniseiniä tai -pilareita, kantavat vaakarakenteet paikallavalua tai ontelolaattoja. Pumppaamojen betonirakenteet ovat paljolti myös prosessin osina, minkä vuoksi ne ovat paikoin mutkikkaita.

Hallintorakennus laboratorioineen rakennettiin olemassa olevan väestönsuojan päälle alkuperäisiä pilarisijainteja noudattaen. Väestönsuojan yläpohjalaatan päälle valettiin peruspalkisto, johon asennettiin peruspultit hallintorakennuksen pilareita varten. Kaksikerroksisen hallintorakennuksen pilarit ja palkit ovat venäläisiä tyyppielementtejä. Väli- ja yläpohjiin suunniteltiin venäläiset ontelolaatat, joiden käytöstä kuitenkin jouduttiin luopumaan aikataulusyistä. Tasot toteutettiin niiden sijasta paikalla valettuina. Väestönsuojaan tehtiin tarvittavat pintakorjaukset.

Täysin peruskorjattua rakennusta edustaa työpaja, jonka teräsbetoninen runko ja seinien kevytsoraelementit säilytettiin. Yläpohjan eristerakenteet sekä sisäpuoliset huonetilat ja maanvarainen laatta purettiin ja korvattiin uusilla. Ulkoseinät lisälämmöneristettiin, verhottiin profiilipellillä sekä asennettiin uudet sokkelielementit. Kattopalkkeihin ripustettiin 5 tonnin siltanosturi raskaiden tarvikkeiden siirtoja varten.

Yleisesti sekä paikallavalu- että elementtirakenteissa käytetty betoniluokka on meikäläistä K30 -luokkaa vastaava venäläinen B25 ja betoniteräs suomalaista A 400 HW:tä likipitäen vastaava A-III. Yläpohjien lämmöneristeenä on pääosin mineraalivilla; lietteenkäsittelylaitoksen säiliöiden käännetyissä katoissa XPS-solumuovia. Vedeneristeet ovat kumibitumikermejä. Ulkoseinät ovat yleensä Paroc-elementeistä, betoniseinien ulkopuolella on osin z-ranka ja mineraalivilla, tuuletus sekä profiilipeltiverhous.

ALLASRAKENTEET

Keskeneräiset altaat olivat elementtirakenteisia ja toteutettu käyttäen venäläisiä tyyppielementtejä. Ilmastus- ja selkeytysaltaissa perustukset oli tehty käyttäen työbetonin päälle asennettuja anturaelementtejä, joihin seinät liittyvät jäykästi holkkiliitoksin. Lähes kaikki altaiden loppuunsaattamiseksi tarvittavat elementit olivat varastoituina työmaalle ja niitä käytettiin vanhoja suunnitelmia mukaillen täydentäen liittymiä ja puuttuvia osia paikallavaluin. Muissa altaissa ja kanaalirakenteissa seinäperustukset olivat suoraan massiiviseen pohjalaattaan liittyviä paikalla valettuja holkkirakenteita. Altaissa, joiden perustukset olivat elementtirakenteisia, pohjalaatat olivat perustuselementtien väliin paikalla valettuja betonirakenteita. Vedeneristykseksi pohjalaatoissa oli alkuperäisissä suunnitelmissa määritetty polymeeribitumimastiksi sekä mekaaniselta kulutukselta suojaava laastikerros. Korjauksissa vesitiiveys varmistettiin yleensä uusilla vesitiiviillä pohjalaatoilla. Ympyrämuotoisten elementtirakenteisten altaiden seinäelementtien yläreunoihin on muodostettu elementtien raudoituksella vetorengas. Altaiden alaosissa on vastaavasti ympäri kiertävä ulkopuolinen teräsbetoninen vetorengas. Elementtien yläosien raudoitusjatkokset oli tehty hitsaamalla. Alkuperäisen hitsaustyön heikosta laadusta johtuen elementtien yläosien vetorenkaita vahvistettiin lisäraudoituksin riittävän kapasiteetin varmistamiseksi ja betonivalusta saatiin hyvä alusta laahainkoneiston kumipyörälle. Koska alaosien vetorenkaiden toteutuksessa havaittiin poikkeamia alkuperäisiin suunnitelmiin, päätettiin myös niitä vahvistaa. Seinäelementtien saumaleveydet vaihtelivat välillä 5…100 millimetriä ja niiden saumauksiin käytettiin erityisesti kohteen vaatimukset huomioivaa kutistumakompensoitua saumabetonia. Alkuperäiset saumat säilytettiin mahdollisuuksien mukaan. Ulkoseinien vesitiiviiden saumojen tiiveys varmistettiin hypalon-saumanauhoin silloin kun saumaan kohdistuvaa liikettä oli odotettavissa. Liikkumattomiin tai hyvin pienen liikkeen saumoihin hitsattiin päälle kumibitumikermikaista.

Hiekanerotuksessa altaisiin johdettavassa vedessä oleva hiekka laskeutuu altaiden pohjalle ja rasva erottuu pinnalle. Prosessia tehostetaan ilmastuksella. Altaiden pohjalta hiekka laahataan ilmastusaltaan päässä sijaitsevaan suppilomaiseen syvennykseen, josta se edelleen pumpataan pestä-

väksi. Muusta altaasta erotettuun kanavaan erottunut rasva laahataan pinnalta, ja pumpataan säiliöihin jatkokäsittelyä varten. Käyttöön otettujen hiekanerotusaltaiden suppilorakenteet ja pohjalaatat olivat valettuja, seinärakenteista oli asennettuna vain muutama elementti. Seinärakenteet täydennettiin käyttäen työmaalla varastoituina olleita elementtejä. Aiemmasta poikkeavan prosessin vaatimuksia vastaamaan tehtiin elementtirakenteisia väliseinärunkoja sekä erityisiä ruuhielementtejä pidentämään kapeiden altaiden ylivuotoreunaa.

Selkeytysaltaissa altaaseen johdettu vesi viipyy altaassa määrätyn ajanjakson, mahdollistaen lietteen erottumisen jätevedestä. Pohjalle painuva liete kerätään laahaimin edelleen pumpattavaksi ja jatkokäsiteltäväksi. Esiselkeytyksessä liete laahataan pumpattavaksi pohjakourujen suppiloihin, jälkiselkeytyksessä liete imetään suoraan laahaimelta. Keskeneräisiä selkeytysaltaita oli 14 kappaletta. Selkeytysaltaan halkaisija on 54 metriä ja syvyys 6 metriä. Altaan alapuolista betonitunnelia pitkin tuleva vesi jakautuu altaaseen keskitornista, johon tukeutuu myös lietteen jatkokäsittelyyn keräävä laahainlaitteisto. Neljästätoista perusratkaisuiltaan toisiaan vastaavasta altaasta neljä täydennettiin esiselkeytysaltaiksi, neljä kuormitushuippujen kontrollointiin tarvittaviksi tasausaltaiksi ja kuusi jälkiselkeytysaltaiksi. Esiselkeytysaltaiden vanhat seinä-, kouru- ja pohjarakenteet hyödynnettiin tekemällä niille tarvittavat betonikorjaukset. Uusi pohjalaatta valettiin uuden laahainlaitteiston toleranssivaatimusten mukaisesti. Jälkiselkeytysaltaiden kouruelementit tukirakenteineen puretttiin ja korvattiin uusilla pilari- ja kouruelementeillä työn nopeuttamiseksi. Alkuperäisestä kallistetusta pohjalaatasta ja lietteen keräilyn tarkoitetusta pohjakanaalista luovuttiin ja niiden päälle tehdyn hiekkatäytön varaan valettiin uusi tasainen pohjalaatta uuden laahainlaitteiston vaatimusten mukaisesti. Kaksi uutta jälkiselkeytysallasta rakennettiin perustus- ja seinärakenteiden osalta muita alueen altaita vastaavalla elementtitekniikalla. Kouruelementit ja tukirakenteet suunniteltiin erikseen nykytarpeiden mukaisiksi. Tasausaltaat valettiin alkuperäisten altaiden sisäpuolelle käyttäen vanhoja elementtirakenteita muottina välttäen näin betonikorjausten tekeminen ko. altaissa.



9



10



11



12



13



14

9
Jälkiselkeytinaltaan betonielementtisaumojen tiivistämistyö meneillään. Alareunassa näkyy altaan ulkopuolinen vetorengas. Yläreunan vetorenkaan viimeistelyä ei ole vielä aloitettu.

10
Tuloallas ja välppäämö rakenteilla. Välppähallin elementtipilarit ovat asennettuina.

11
Alueella oli useita runkovaiheessa kesken jääneitä rakennuksia. Prosessirakennukset olivat turhan suuria eikä niitä pystytty muutenkaan kunnolla hyödyntämään, joten ne purettiin. Työpaja-varastorakennus kunnostettiin käyttöön.

12
Hiekanerotuksen rakenteet täydennysrakentamisen alkuvaiheessa.

13
Pääpumppaamon suuritehoinen pumppu, joka oli jo ollut asennettuna ja ruostunut veden sisällä yli 10 vuotta. Kaikki pumput vaihdettiin uusiin. Suurten pumppujen moottoriteho on 1,1 MW. Pienempien pumppujen moottoritehot ovat 550 kW.

14
Jälkiselkeytinaltaan betonielementtisaumojen tiivistämistyö meneillään. Alareunassa näkyy altaan ulkopuolinen vetorengas. Yläreunan vetorenkaan viimeistelyä ei ole vielä aloitettu.



15



16



17



18



19



20

Ilmastusallas on laitoksen mittavin allaskokonaisuus. Sen kuusi allasta sekä tulo- ja lähtökanavat muodostavat laajuudeltaan noin 140 x 140 metrin kokonaisuuden. Vesisyvyys on 6 metriä. Ilmastuksessa jäteveden sekaan puhalletaan ilmastuslohkojen pohjille tasaisesti sijoitettujen venttiilien kautta ilmaa. Myös typen ja fosforin poisto tapahtuu ilmastusaltaassa. Ilmastusallas oli seinien osalta lähes 90-prosenttisesti valmis. Olemassa oleville seinille tehtiin tarvittavat betonikorjaukset. Seinät täydennettiin puuttuvilta osin pääosin paikallavalurakentein. Vanhan pohjalaatan vedeneristystä parannettiin paikoin kumibitumikermieristyksin. Ilmastetuille alueille valettiin uudet pohjalaatat ilmastuslaitteiston tiukkojen tasaisuusvaatimusten vuoksi.

Täysin uudisrakenteiset lietteen sakeutinaltaat (thickeners) ovat täyttöpenkan päälle rakennettuja, halkaisijaltaan 18 metrisiä ja noin kuuden metrin syvyisiä paikalla valettuja altaita. Altaissa on altaat ylittäviin betonisiin hoitosiltoihin tukeutuva laahainlaitteisto. Altaita on neljä.

Allasrakenteista viimeisin on lähtökaivo (outlet chamber), josta puhdistettu jätevesi menee kahta 2 metrin putkea pitkin kahdeksan kilometrin päähän Suomenlahteen. Lähtökaivorakennuksessa suoritetaan jätevedelle vielä viimeiseksi uv-disinfektointi kolmeen kanavaan upotetuilla ultraviolettiyksiköillä. Osa lähtökaivon kanavien seinäelementeistä oli asennettu projektin alkaessa 1980-luvulla. Puuttuvat seinärakenteet tehtiin paikallavaluna. uv-laitteistoa sekä huoltotoimenpiteitä varten. Kanavien vahvistettujen seinärakenteiden varaan on rakennettu kevyellä nostokalustolla varustettu uv-rakennus.

SWTP – WASTEWATER TREATMENT IN ST. PETERSBURG

Prior to the commissioning of SWTP (southwest treatment plant) in the 5 million-resident city of St. Petersburg, the wastewater of 3.5 million people entered the sea through treatment plants, while the wastewater of 1.5 million people was not treated at all. The construction of the southwest treatment plant had begun already in the Soviet era, in 1986, but the project was discontinued in the early 1990s due to financing problems.

In 2000-2001 the structures that had already been completed were subjected to a usability analysis performed by Suunnittelukeskus Oy together with the St. Petersburg water and wastewater company (Vodokanal). The condition survey on the buildings and structures was carried out by Insinööritoimisto Mikko Vahanen Oy. The survey showed that the technical condition of the building frames was sufficiently good to allow continuation of the project. However, incomplete frames were not utilised in the new plans, so they were demolished.

BUILDINGS

The St. Petersburg southwest treatment plant covers an area of ca. 40 hectares, with more than 20 different buildings or groups of basins. The total floor area of the 15 new buildings is ca. 10 000 m^2. The largest single building is the 4000-m^2 sludge treatment plant. Four buildings have been renovated. The total number of renovated or supplemented basins and groups of basins is 17.

The inlet pumping plant was the largest complex that had to be renovated. The dry and wet process parts are separate by a 1.5 m thick reinforced concrete wall. Most of the massive wall structures of the pumping plant had been cast-in-place. The upper intermediate levels and wall structures of the pumping building were completed and a new crane hall, staff facilities as well technical rooms were built on top of them. In the crane hall and the staff facilities the loadbearing vertical structures are prefabricated columns, in the technical rooms they are steel columns. The roof slab of the staff facilities consists of Russian type element beams and Russian non-pre-stressed hollow-core slabs. Pre-stressed hollow-core slabs were used in the roof of the wet section, due to the long spans. Hollow-core slabs are readily available in the St. Petersburg region.

The pre-treatment plant is a two-storey building, built of watertight cast-in-situ concrete up to the top edge of the inlet basin and the screen channels. The loadbearing vertical structures in the screen plant are prefabricated columns and the roof structure consists of steel trusses and loadbearing profile sheet.

With ten storeys, the sludge treatment plant is the lar-



21

gest building in the area. It is the only building with pile foundations. The piles are ca. 10 m long 350x350 mm driven piles, and their permitted total specific load is 500 kN. The loadbearing structures are reinforced concrete structures cast-in-place, except for the prefabricated columns, beams and pre-stressed hollow-core slabs used in one area. Slab thickness is 250 mm in most places and the thickness of the loadbearing walls is 250 mm. Basin walls are 400 mm thick. The slab that supports the sludge silos is 800 mm thick, and it was designed used FEM software.

The basins in the pumping plants are primarily cast-in-place concrete structures, the vertical structures are loadbearing reinforced concrete walls or columns and the loadbearing horizontal structures are cast-in-place structures or hollow-core slabs.

The administrative building was constructed onto the existing emergency shelter using the original column layout. The columns and beams of the two-storey administrative building are Russian-made type elements. The plans specified Russian hollow-core slabs for the intermediate floors and the roof slabs, but these could not be used due to schedule problems. The floors and roof slabs were then cast-in-place.

The workshop is one of the completely renovated buildings. The existing reinforced concrete frame and lightweight aggregate concrete wall elements remained in place, but additional heat insulation was installed in the external walls, which were also covered with profile sheet. The plinth elements were also replaced.

The concrete used in both cast-in-place structures and in the prefabricated structures is of Russian class B25, which corresponds to the Finnish class K30, and the reinforcement is of Russian class A-III, which corresponds to the Finnish class A 400 HW. The heat insulation used in the roofs is primarily mineral wool, except in the reversed roofs of the tanks in the sludge treatment plant, where expanded plastic XPS has been used. Waterproofing is realised with rubber bitumen membrane. Most of the external walls are built of Paroc elements, with a z frame + mineral wool on the outside of the concrete walls and profile sheet cladding.

BASIN STRUCTURES

The basin structures that had not been completed were made of prefabricated units using Russian type elements. Almost all the elements required to complete the construction of the basins were available on the site, and could be used according to the old plans, using cast-in-place supplementing parts. Repairs were mostly carried out using watertight base slabs. The wall joints of the circular basins were realised using penetrating reinforcement in the top parts of the elements and an external reinforced tension ring beam running round the bottom part of the basin. The joint widths of the wall elements vary between 5 and 100 mm and a special shrinkage-compensated jointing concrete suited to the specific conditions of the plant was used.

The aeration basin is the most extensive basin complex in the plant. The six basins and the inlet and outlet channels form a 140 x 140 m entity, which is 6 m deep. The required repairs were carried out on the concrete walls, with any missing wall parts replaced by cast-in-place structures. New base slabs were cast in the aerated areas.

The condensing basins are completely new structures, cast-in-place basins built on top of a landfill bank. The diameter of the basins is 18 m and they are 6 m deep. The dragging equipment used in the basins is supported on the concrete platforms that run across the basins.

SUMMARY

- *85 companies were involved in the project*
- *main implementor SWTP Construction Oy, founded by YIT Skanska and NCC in 2002*
- *capacity of the plant 330 000 m^3/d, which corresponds to wastewater generated by 715 000 people*
- *total amount of earth and filling sand moved in the project 1 500 000 tons*
- *total weight of process equipment 1000 tons and total weight of other steel structures 230 tons*
- *total length of installed piping 14 km*
- *total length of installed cabling 350 km*
- *maximum number of work force 667 in June*
- *process equipment delivered from Finland, Sweden, Germany, Holland, England, Turkey and Russia*
- *construction work accounted for ca. 50% and equipment purchases also for ca. 50% of the total costs*
- *the wastewater treatment plant was inaugurated on 22 September 2005*

15
Lietteenkäsittelyrakennuksessa lietettä käsitellään usealla tavalla ja lopuksi lähes kaikki vesi poistetaan siitä suurilla sentrifugeilla, jotka ovat ylimmässä kerroksessa. Rakennuksessa on myös ilmastuksen tarvitsema turbopuhallinasema, valvomo ja sosiaalitilat.

16
Ilmastusallas valmiina ja toiminnassa syyskuussa 2005.

17
Ilmastusaltaan yksi kanava kuntotutkimuksen aikaan. Ilmastukseen rakennettiin uudet pohjalaatat ja seinille tehtiin huomattavat korjaukset. Seinien päälle tuli myöhemmin teräsrakenteiset ritiläsillastot

18
Ilmastus ja jälkiselkeytin valmiina ja puhdistuslaitos toiminnassa. Etualalla näkyvä rakennus on paluulietepumppaamo. Taustalla on Suomenlahti ja oikealla näkyy Pietarin lounainen lähiö.

19
Ilmastusaltaan jakokanavan seinää ennen täydennysrakentamista. Pitkien ilmastusaltaiden seinien päät tulivat liitettäväksi tähän paikallavalurakentein.

20
Jäteveden tulotunnelin sulku tarkastusta ja huoltokorjausta varten ylös nostettuna. Sulut kunnostettiin ja asennettiin takaisin paikoilleen.

21
Välppäämö valmiina toimintakunnossa. Hienovälppien rakoväli on 6 millimetriä.