



LAITOSSUUNNITTELUPROJEKTIN LÄPIVIENTI

Heikki Rantala

Opinnäytetyö

Marraskuu 2011

Kone- ja tuotantotekniikka

Kone- ja laiteautomaatio

Tampereen ammattikorkeakoulu

Tampereen ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka
Kone- ja laiteautomaation suuntautumisvaihtoehto

RANTALA, HEIKKI: Laitossuunnitteluprojektin läpivienti

Opinnäytetyö 53 s., liitteet 3 s.
Marraskuu 2011

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö on tehty AIRIX Ympäristö Oy:ssä Tampereella osana prosessi- ja laitossuunnittelun kehittämishanketta. AIRIX ympäristö Oy on osa FMC Group-konserni, monialaista teknisen suunnittelun asiantuntijaorganisaatiota. AIRIX Ympäristö Oy on yksi suomen johtavista vesihuollon asiantuntijatoimistoista. AIRIX Ympäristö oy palvelee kuntia, teollisuutta ja yksityisiä kaikissa veteen ja vesiprosesseihin liittyvissä kysymyksissä.

Opinnäytetyön tavoitteena on käydä läpi vesihuollon laitossuunnittelua yleisesti hankkeena sekä kertoa vesihuollon laitossuunnittelusta koneisto- ja putkistosuunnittelijan näkökulmasta.

Työn alussa käydään läpi kunnallisen vesilaitoksen laitossuunnitteluprojekti kokonaisuutena hankkeena. Osion on tarkoitus muodostaa selkeä käsitys lukijalle mitä eri vaiheita sisältyy kunnallisen vesilaitoksen suunnitteluun.

Työn toisessa vaiheessa kerrotaan kunnallisen vesilaitoksen koneisto- ja putkistosuunnitteluun liittyvät yleiset suunnitteluperusteet ja suunnitteluun vaikuttavat ohjeet ja säännökset.

Työssä kerrotaan erään kunnan jätevedenpumppaamon saneerauksen koneisto- ja putkistosuunnittelun etenemisestä.

RANTALA, HEIKKI: The completion of plant engineering project

Bachelor thesis 53 pages, appendices 3 pages
November 2011

ABSTRACT

This thesis was made for a company called AIRIX Environment Ltd in Tampere as a part of development project of process and plant engineering. AIRIX Environment is part of FMC Group, which covers the entire field of structure and civil engineering worldwide. AIRIX Environment is one of the leading specialists of water and environmental engineering in Finland. AIRIX Environment services covers all planning with relation to water supply and water process.

The purpose of this thesis is follow through in general means the completion of plant engineering project in municipal water supply and sanitation and tell about water supply and sanitation plant engineering in perspective of pipe- and machinery designer.

In the first part the aim is to tell to readers what all belongs to the project of municipal water supply and sanitation plant engineering.

In the later parts will tell what all design standards involves to the pipe- and machinery design in the municipal water supply and sanitary plant engineering. This thesis includes one example of pipe- and machinery design process in rebuilding sewage pumping station.

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty AIRIX Ympäristö Oy:ssä Tampereella osana prosessi- ja laitossuunnittelun kehittämishanketta. Työn ohjaajana toimi toimialajohtaja Reijo Haronen AIRIX Ympäristö Oy:stä. Työn valvoja toimi Yrjö Viitanen Tampereen ammattikorkeakoulusta.

Haluan kiittää työn valvojaa Yrjö Viitasta Tampereen ammattikorkeakoulusta sekä työn ohjaajaa Reijo Harosta AIRIX Ympäristö Oy:stä. Lisäksi haluan kiittää muita AIRIX Ympäristö Oy:n työntekijöitä heiltä saamastani avusta ja kannustuksesta. Työn kieliopillisesta tarkastamisesta haluan kiittää Eeva-Maria Välikoskea.

Kiitos kuuluu myös kaikille muille työn valmistumisessa auttaneille.

Tampereella 23.11.2011

Heikki Rantala

1 SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | SISÄLLYS | 5 |
| 2 | KESKEISET KÄSITTEET | 7 |
| 3 | JOHDANTO | 8 |
| 3.1 | Taustaa | 8 |
| 3.2 | Työn tavoite | 8 |
| 3.3 | Rajaukset | 9 |
| 4 | LAISSUUNNITTELU PROJEKTINA | 10 |
| 4.1 | Suunnittelun esi- ja yleissuunnittelu | 10 |
| 4.2 | Suunnittelun valmistelu ja kilpailuttaminen | 10 |
| 4.3 | Sopimusasiat | 12 |
| 4.3.1 | Suunnittelijan vastuut | 13 |
| 4.4 | Suunnittelun käynnistäminen, aikataulutus | 13 |
| 4.5 | Laitossuunnittelun osatehtävät ja vaiheet | 13 |
| 4.5.1 | Laitossuunnittelu (Layout-suunnittelu) | 14 |
| 4.5.2 | Prosessisuunnittelu | 14 |
| 4.5.3 | Geotekninen suunnittelu ja maastotutkimukset | 14 |
| 4.5.4 | Aluesuunnittelu | 15 |
| 4.5.5 | Rakennus- ja tilasuunnittelu | 15 |
| 4.5.6 | Rakennesuunnittelu | 16 |
| 4.5.7 | Koneisto- ja putkistosuunnittelu | 16 |
| 4.5.8 | Sähkö-, automaatio ja LVI-suunnittelu | 16 |
| 4.5.9 | Urakka-asiakirjat | 17 |
| 4.6 | Suunnitelmien tarkastaminen | 17 |
| 4.7 | lupamenettelyt | 18 |
| 4.8 | Urakan valmistelu ja kilpailuttaminen | 18 |
| 4.8.1 | Avoin menettely | 18 |
| 4.8.2 | Rajoitettu menettely | 19 |
| 4.8.3 | Neuvottelumenettely | 21 |
| 4.9 | Urakoitsijan valinta | 21 |
| 4.10 | Urakkaneuvottelu ja urakkasopimus | 23 |

| | | |
|-------|--|----|
| 5 | LAITOKSEN PUTKISTO- JA KONEISTOSUUNNITTELU | 25 |
| 5.1 | Suunnitteluperusteet..... | 25 |
| 5.2 | Painelaitedirektiivi PED..... | 26 |
| 5.3 | Standardit | 26 |
| 5.3.1 | Putkiluokkastandardit..... | 27 |
| 5.3.2 | SFS-EN 13480: Metalliset putkistot | 27 |
| 5.3.3 | SFS käsikirja 107: putkiston kannatus | 29 |
| 5.3.4 | Muita olennaisia standardeja..... | 29 |
| 5.4 | Putkikoon valinta | 30 |
| 5.5 | Venttiilien valinta..... | 31 |
| 5.6 | Putkiston kannakointi..... | 32 |
| 6 | CASE: JÄTEVEDENPUMPPAAMON SANEERAUS..... | 33 |
| 6.1 | Yleistä | 33 |
| 6.2 | Työssä käytettävät ohjelmistot..... | 33 |
| 6.3 | Nykytilanne | 33 |
| 6.4 | Saneerauksen lähtökohdat..... | 34 |
| 6.5 | Lähtötiedot | 34 |
| 6.5.1 | Laitoksen nykyiset pumppaus- ja putkistojärjestelyt..... | 35 |
| 6.6 | Suunnittelun kulku | 37 |
| 6.6.1 | Pumpun valinta | 38 |
| 6.6.2 | Putkistoluonnos..... | 39 |
| 6.6.3 | Pumppaamon toiminnallinen suunnittelu ja instrumentointi | 41 |
| 6.6.4 | Toteutussuunnitelmat | 43 |
| 7 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 48 |
| 8 | LÄHTEET..... | 50 |

2 KESKEISET KÄSITTEET

| | |
|-------------------------|--|
| Konsultti | Luonnollinen tai juridinen henkilö, joka alansa asiantuntija vastiketta vastaan suorittaa toimeksiannon |
| Urakoitsija | Tilaaajan sopimuskumppani, joka on sitoutunut aikaansaamaan määritellyn työtuloksen |
| Suunnittelija | Tehtävän suunnittelutyön suorittava organisaatio tai henkilö |
| Pääsuunnittelija | Lain edellyttämä kohteen pääsuunnittelija |
| Tilaaaja | Tehtävän toimeksiantaja; Tässä työssä tilaajalla tarkoitetaan kunnan vesiliikelaitosta tai kunnan teknistä toimea |
| Kunnallinen vesilaitos | Kunnallisella vesilaitoksella tarkoitetaan kunnan jätevedenpumppaamoja, jätevedenpuhdistamoja ja talousveden valmistuslaitosta tai pumppaamoja |
| rakennuttaja | Organisaatio, jonka tehtäväksi rakentaminen on annettu |
| valvoja | Rakennuttajan puolesta työsuoritusta valvova henkilö |
| DWG | Autocad-piirustuksen tiedostomuoto |
| Tarkemittaus | Rakennuskohteessa suoritettava vanhojen rakenteiden ja laitteiden päämittojen tarkastus |
| Tarjouspyyntöasiakirjat | Tarjouspyyntöasiakirjoja ovat urakkatarjouspyyntökirje, urakkaohjelma, urakkarajaliite, urakkatarjousloma, yksikköhintaluettelo ja tekniset asiakirjat |
| YSE 1998 | Rakennusurakan yleiset sopimusehdot 1998 |
| KSE 1995 | Konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot 1995 |
| Lisätyö | Urakoitsijan tekemä työsuoritus, joka ei kuulu alkuperäiseen suoritusvelvollisuuteen (YSE 1998) |
| Muutostyö | Sopimuksen mukaisten suunnitelmien muuttamisesta aiheutuva urakoitsijan työsuorituksen muutos (YSE 1998) |

3 JOHDANTO

3.1 Taustaa

Aiheen taustana on työskentelyni AIRIX ympäristö Oy:ssä vesihuollon laitossuunnittelija. Olen työskennellyt kolme vuotta yrityksessä suunnitellen kunnan vesihuoltolaitoksia. Työn tarkoituksena on analysoida AIRIX Ympäristö Oy:ssä käytössä olevaa suunnittelukäytäntöä ja arvioida käytäntöjen sopivuutta suunnittelijan näkökulmasta. Lisäksi on tarkoitus selvittää 3D suunnittelun soveltuvuutta, ajankäyttöä ja kustannuksia sekä 3D suunnitteluun oletettuja hyötyjä perussuunnittelussa.

3.2 Työn tavoite

Kunnallisen vesihuoltoon liittyvän rakennushankeen suunnittelu on osa konsulttitoimistoissa tehtävää toimeksiantoa, joka liittyy vesihuollon toimialaan. Opinnäyte työn tarkoituksen koota yhteen periaatteet, jotka liittyvät kunnallisen vesihuoltolaitoksen suunnitteluun hankkeena yleisesti sekä kertoa tarkemmin suunnittelijan työssä tarvittavista suunnitteluperusteista liittyen kunnallisen vesilaitoksen koneisto- ja putkisto suunnitteluun.

Työn alussa kerrotaan kunnallisen vesilaitoksen laitossuunnitteluprojektiin liittyvät yleiset perusteet. Tarkoituksena on kertoa hankkeen kulkuun liittyvät vaiheet mahdollisimman monipuolisesti, jotta lukijalle jäisi hyvä kuva mitä kaikkea liittyy kunnallisen vesilaitoksen rakentamisen eri vaiheisiin. Laitossuunnitteluprojektiin liittyy useiden eri suunnittelualojen työsuorituksia sekä urakan valmisteluun liittyviä suorituksia.

Opinnäytetyön tarkoituksena on koota yhteen periaatteet, joiden avulla koneistosuunnittelija pystyy tuottamaan koneisto- ja putkistosuunnitelmat urakkalaskentaa varten sekä selvittää eri menetelmien tarvittavat lähtö- ja mitoitus tiedot.

Case osiossa kerrotaan koneisto- ja putkistosuunnittelun eteneminen eräässä saneerauskohteessa.

3.3 Rajaukset

Opinnäytetyössä käydään vesilaitoksen pumppaamon suunnittelussa käytettävät yleiset mitoituseriaatteen. Lainsäädäntöä sisällytetään työhön yleisellä tasolla. työssä ei oteta huomioon laitoksen rakentamisessa tai käytöstä aiheutuvia kustannuksia. Hankkeessa tarvittavat rakennuslupamenettelyt ja muut ympäristölupiin liittyvät menettelyt on rajattu työn ulkopuolelle.

4 LAITOSSUUNNITTELU PROJEKTINA

4.1 Suunnittelun esi- ja yleissuunnittelu

Hankkeen suunnittelu alkaa esisuunnittelulla, jonka tarkoituksena on määrittää suunnittelutehtävän laajuus ja sisältö nykytilanteen ja laadittavien ennusteiden perusteella. Esi-suunnittelua kutsutaan myös usein nimellä hankesuunnittelu. Esi-suunnittelulla pyritään antamaan riittävät tiedot suunnittelukohteen periaatteellisen toteuttamispäätöksen tekoa varten sekä muodostaa projektin toteuttamiselle periaatteellinen aikataulu. Esi-suunnitelma voidaan eräissä tapauksissa liittää yleissuunnitelman alkutiedoiksi, jolloin siitä ei laadita erillistä asiakirjaa.

Esi-suunnitelmassa esitettyjen vaihtoehtojen pohjalta laaditaan projektille yleissuunnitelma. Yleissuunnitelma laaditaan niin tarkasti, että asiakirjojen perusteella voidaan arvioida onko laitos terveydelliseltä, tekniseltä ja taloudelliselta kannalta oikein suunniteltu ja miten laitos on rakennettavissa (Karttunen 2004, 601). Yleissuunnitelman asiakirjoihin kuuluvat selostus, kartat ja piirustukset sekä kustannusarviot. Lisäksi muut mahdollisesti projektia koskevat merkittävät selvitykset esitetään yleissuunnitelmassa. Yleissuunnitelman pohjalta voidaan kohteelle laatia yksityiskohtaiset toteutussuunnitelmat.

Pienemmissä kohteissa esi- tai yleissuunnitelma voidaan jättää tekemättä ja edetä suoraan luonnossuunnitteluvaiheeseen. Menettely on perusteltua kohteissa, joissa haetaan teknisiä ratkaisuja jo olemassa oleviin laitoksiin esimerkiksi pumppujen tai putkistojen saneeraus tai jäteveden esikäsitteilylaitteiden hankinta. Oletuksena on, ettei laajemmalla yleissuunnittelulla tai vertailulla saada lisäarvoa itse suunnitteluun tai, että suunnittelu pitää toteuttaa nopeasti (Haronen, 2011).

4.2 Suunnittelun valmistelu ja kilpailuttaminen

Pääasialliset asiakkaat AIRIX Ympäristö Oy:ssä ovat kuntien tekninen toimi tai yleisemmin kuntien vesiliikelaitokset. Tästä johtuen palveluhankintoihin tässä työssä luetaan vesilaitoksen laitos Hankkeiden suunnittelu ja näin ollen kappaleessa käsitellään vain hankintalaissa 30.3.2007/349 tarkoitettujen vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankintoja.

Hankintalain 30.3.2007/349 3 luvun 12 §:n mukaan on hankintayksikön kilpailutettava EU-kynnysarvon ylittävä palveluhankinta. Kynnysarvon ylittäväksi palveluhankinnaksi luetaan yli 387 000 € hankinta (HILMA julkiset hankinnat 2011).

Kynnysarvon alittavassa hankinnassa on vesiliikelaitos vapaa valitsemaan tai kilpailutamaan laitoshankkeen suunnittelijan parhaaksi katsomallaan tavalla. Kuntien omat hankintasäännökset saattavat rajoittaa hankinnan kilpailuttamista.

Riippumatta hankintaa säätelevästä lainsäädännöstä hankinta-asiakirjat ja kilpailutus pyritään hoitamaan sekä julkisella, että yksityisellä sektorilla mahdollisimman avoimella ja syrjimättömällä menettelyllä kustannustehokkuuden varmistamiseksi (Haronen, 2011). Poikkeuksena on se, että julkisessa kynnysarvon ylittävässä hankinnassa ei voida käyttää yksittäisten laitteiden tuotenimeä muussa merkityksessä kuin suosituksena. Muissa hankinnoissa laitteet ja tuotteet voidaan yksilöidä nimeltään ja toimintavaatimuksena.

TAULUKKO 1. Erityisalojen hankintalain 12 § EU-kynnysarvot 1.1.2010–31.12.2011

| Hankintalaji | Kynnysarvo (euroa) |
|-----------------------------|--------------------|
| Tavara- ja palveluhankinnat | 387 000 |
| Rakennusurakat | 4 845 000 |
| Suunnittelukilpailut | 387 000 |

Edellä mainitun kynnysarvon ylittävä hankinta on hankintayksikön ilmoitettava ja kilpailutettava hankintalain 30.3.2007/349 35 §:n mukaisesti. Tarjouspyyntö on tehtävä kirjallisesti. Tarjouspyyntö on tehtävä niin selkeästi, että tarjouksen antajat saadaan keskenään vertailukelpoiseksi. Tarjous pyydetään toimittamaan kirjallisesti ja määräaikaan mennessä.

Tarjouksista on valittava se, joka on hankintayksikön kannalta kokonaistaloudellisesti edullisin. Kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen vertailuperusteina voidaan käyttää esimerkiksi laatua, hintaa, teknisiä asioita tai ympäristöystävällisyyttä (Hankintalaki 349/2007). Käytettäessä valinnan perusteena kokonaistaloudellisuutta ovat vertailuperusteet ja niiden suhteellinen painotus ilmoitettava hankintailmoituksessa ja tarjouspyynnössä.

Tarjouksien vertailun ja hankintapäätöksen tekemisen jälkeen on hankintayksikön tehtävä hankintaa koskeva kirjallinen sopimus. Hankintasopimus voidaan tehdä aikaisintaan 21 päivän kuluttua siitä, kun tarjoaja on saanut hankintapäätöksen tiedoksi. Hankintasopimus voidaan kuitenkin tehdä tätä aikaisemmin, mikäli sopimuksen tekeminen on ehdottoman välttämätöntä yleistä etua koskevasta pakottavasta syystä tai ennalta arvaamattomasta hankintayksiköstä riippumattomasta syystä.

4.3 Sopimusasiat

Työn tilaajan ja suunnittelijan välille muodostetaan projektin kohteesta suunnittelusopimus. Tilaajan tarjouspyynnössä esittämät myös sopimuksessa määriteltävät asiat ja sovittavat asiat toistuvat suunnittelusopimuksessa ja sopimukseen voidaan täsmentää tarjouspyynnössä mainittuja asioita. Suunnitteluhankinnan pohjana käytetään tavallisesti RT-kortiston sopimuslomaketta RT 80252 ja siihen liitetään konsulttitoiminnan yleiset sopimusehdot KSE 1995.

Yleisen sopimuskäytännön YSE1995 ja KSE 1998 mukaisesti tilaajan ja suunnittelijan välillä pidetään urakkaneuvottelut ennen suunnittelusopimuksen lopullista allekirjoittamista. Urakkaneuvottelujen tärkein tehtävä on varmistaa asiakirjojen ristiriidattomuus, tarkistaa sopimukseen liitettävät asiakirjat ja hyväksyä maksuerätaulukot sekä varmistaa, että hankkeen tavoitteet tulevat kirjatuiksi. Suunnittelijalla on tässä vaiheessa tärkeä rooli löytää tilaajan tavoitteet, joita urakkatarjouspyynnöstä on jäänyt huomioimatta. Urakkaneuvotteluissa tilaaja tai suunnittelija voi täsmentää toiminnallisia tavoitteita. Suunnittelijalle on tärkeää ymmärtää tavoitteiden osalta ne kohdat, jotka poikkeavat merkittävästi alkuperäisen tarjouspyynnön aineistosta, jotta niiden aikataulu- ja kustannusvaikutuksista voidaan sopia sopimusehtojen edellyttämällä tavalla (Haronen, 2011).

Konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen pääperiaatteena on, että suunnittelija toimii asiantuntijana, jonka tehtävä on neuvoa tilaajaa edellä mainituissa asioissa. Tähän perustuu myös konsultin vastuu suunnitelmien toteutettavuudesta ja oikeellisuudesta ja tavoitteiden täyttymisestä.

4.3.1 Suunnittelijan vastuut

Suunnittelija vastaa siitä, että hänen luovuttamansa suunnitelmat tai suorittamansa tehtävä on sopimusten mukainen ja täyttää voimassa olevien lakien, asetusten ja viranomaismääräysten vaatimukset. Mikäli suunnittelijan laatimissa suunnitelmissa havaitaan puutteita tai virheitä on suunnittelijan oikeus ja velvollisuus korjata virheet.

Jos suunnittelija tilaajan kirjallisesta kehotuksesta huolimatta kieltäytyy korjaamasta suunnitelmissa olevia virheitä tai puutteita kohtuullisessa ajassa, tilaajalla on oikeus korjauttaa ne suunnittelijan kustannuksella. Suunnittelija on lisäksi velvollinen korvaamaan aiheuttamansa vahingon (KSE 1995, kohta 3.2).

4.4 Suunnittelun käynnistäminen, aikataulut

Hankkeen yksityiskohtainen suunnittelu eli toteutussuunnittelu käynnistetään organisoimalla suunnitteluryhmä. Suunnitteluryhmän koko vaihtelee laitoshankkeen koon ja vaativuuden mukaan. Hankkeen alussa työryhmän kesken pidetään aloituskokous, jossa varmistetaan yhteiset suunnittelutavoitteet. Suunnittelutavoitteita ovat suunnitelmien laajuus, laatu ja kustannukset. Suunnittelun käynnistämisen yhteydessä projektipäällikkö täsmentää hankkeen lähtötiedot ja tarkentaa suunnittelun reunaehdot. Tarvittaessa projektipäällikkö antaa tarkennetun suunnitteluohjeen. Myös suunnitteluprosessin periaatteet käydään läpi suunnittelun käynnistämisen yhteydessä. Hankkeen suunnittelulle laaditaan yksityiskohtainen aikataulu. Suunnitelma-aikataululla kuvataan suunnitelmien sisältö ja suunnittelun ajoitus.

Yleensä aikataulu laaditaan tilaajan asettaman aikaraamin mukaan. Aikataulu voidaan esittää päävaiheittain (esim. aloitus, luonnossuunnittelu, toteutussuunnittelu) tai tekniikka-alueittain (esim. prosessisuunnittelu, rakennussuunnittelu, rakennesuunnittelu, aluetekninen suunnittelu, talotekninen suunnittelu) kohteen laajuus riippuen.

4.5 Laitossuunnittelun osatehtävät ja vaiheet

Vesihuoltolaitoksen laitossuunnitteluprojektiin osallistuu eri suunnittelualojen suunnittelijoita työn eri vaiheissa. Laitossuunnittelussa valitaan yleensä projektin vetäjäksi kokenut pääsuunnittelija, joka kokoaa suunnitelmat ja vastaa suunnitelmien yhteensopivuudesta.

4.5.1 Laitossuunnittelu (Layout-suunnittelu)

Laitossuunnittelussa (Layout-suunnittelu) tuotetaan suunnitelma laitosalueesta ja prosessien sijoittelusta rakennuksiin alueella. Alustavissa layout-piirustuksissa esitetään prosessien, laitteiden ja oheistilojen tilantarpeet, tärkeimmät putkisto- ja laitostekniikan-reititykset, putkiston toteutusperiaatteet ja tarvittavat tilavaraukset. Suunnittelussa tuotetaan yleensä seuraavat dokumentit:

- Laitos-layout
- Laitesijoituspiirustukset
- Putkistoreittipiirustukset

4.5.2 Prosessisuunnittelu

Prosessisuunnittelun lopputuloksena laaditaan prosessiselostus. Selostuksessa esitetään mm. prosessiyksiköt ja laitteet, niiden mitoitus, toimintatapa, ohjaus- ja säätöperiaatteet (ohjaustapaselostus, PI-kaavio). Prosessiselostus laaditaan siten, että siitä käy ilmi prosessin säätö- ja ohjearvot. Muut säätöarvot sisältyvät automaatio suunnitteluun.

Suunnittelussa voidaan tuottaa muun muassa seuraavia dokumentteja kohteen laajuudesta riippuen:

- PI-kaavio
- Prosessiselostus (toiminta, prosessin parametrit, päälaitteiden mitoitusarvot ja ohjaus
- Hydraulinen profiili

4.5.3 Geotekninen suunnittelu ja maastotutkimukset

Geotekninen suunnittelu ja maastotutkimukset käsittää rakennusten ja kaikkien rakenteiden perustamisen ja kaivantojen suunnittelun. Suunnittelua varten laaditaan pohjatutkimusohjelma. Perustamistapalausunto sisältää rakennusten perustamistapojen ja routasuojauksen lisäksi ohjeet myös kaivannoista ja mahdollisesta tuentatarpeesta. Maastotutkimukset suoritetaan suunnittelun pohjaksi. Laitos-, rakennus- ja geosuunnittelijat

laativat yhteistyössä tutkimusohjelman. Maastotutkimuksiin sisältyy alueen tontin ja olemassa olevien rakenteiden tarkemittaukset suunnittelun tai sopimuksen edellyttämällä tavalla.

4.5.4 Aluesuunnittelu

Aluesuunnittelu kattaa laitokselle varatun tontin alueella tapahtuvan suunnittelun ja lisäksi liittymiset nykyisiin putkistoihin ja teihin. Aluesuunnittelussa määritetään mm. pinnantasaus ja rakennekerrokset ja kuivatusjärjestelyt. Rakennuskohteen alueen sisäinen liikennesuunnittelu sisältää mm. kemikaali-, lietteenkuljetus- ja huoltoliikenteen tilavaraukset. Suunnittelussa tuotetaan yleensä kohteen laajuus huomioiden seuraavat dokumentit:

- Alue-layout, rakenteiden sijoitukset, piha- ja liikennejärjestelyt
- Maanalaisten putkistojen asemapiirros
- Kaivantojen ja piharakenteiden tyyppipoikkileikkaukset
- Maanrakennustyöselostus
- Massaluettelot
- Kaivokortit

4.5.5 Rakennus- ja tilasuunnittelu

Rakennus- ja tilasuunnittelun suunnittelutyö käsittää arkkitehti- ja rakennussuunnittelun sekä rakennuslupa-asiakirjojen laatimisen. Suunnitelma sisältää mm. pääpiirustukset, rakennetyypit, palo-osastoinnit sekä julkisivujen ja piha-alueiden täydentävät rakennusosat työselityksineen. Suunnittelussa tuotetaan yleensä kohteen laajuus huomioiden seuraavat dokumentit:

- Asemapiirros
- Tasopiirroksset
- Leikkauspiirroksset
- Julkisivupiirroksset
- Rakennustapaselostus
- Huoneselostus
- Ovi- ja ikkunakaaviot
- Rakennuslupa-asiakirjat

4.5.6 Rakennesuunnittelu

Rakennesuunnittelussa tuotetaan yksityiskohtaiset rakennesuunnitelmat kaikista rakennettavista laitosrakennuksista ja rakennelmista. Suunnittelussa tuotetaan kohteen laajuus huomioiden tarvittavat työselitykset, piirustukset ja detaljit kohteen rakentamista varten. Rakennesuunnitteluun liittyy myös rakenteiden mitoittaminen ja mitoituslaskelmien dokumentointi.

4.5.7 Koneisto- ja putkistosuunnittelu

Koneisto- ja putkistosuunnittelussa käytetään 2D/3D-laitossuunnittelusovellusta. Suunnittelussa noudatetaan PSK-suunnitteluohjeita, SFS/EN-standardeja ja vedenkäsittelylaitosten suunnittelun yleisiä laatustandardeja sekä julkisista hankinnoista annettua lakisääteä. Suunnittelussa tuotetaan kohteen laajuus huomioiden seuraavat dokumentit:

- Putkistomitoitus
- Koneisto- ja putkistotasopiirustukset
- Koneisto- ja putkistoleikkauspiirustukset
- Kannakointipiirustukset
- Tarvittavat mitta- ja tyyppiirroksukset
- Laite- ja koneistoerittelyt
- Koneistotyöselostus (koneistojen ja putkistojen yleiset tekniset vaatimukset)

4.5.8 Sähkö-, automaatio ja LVI-suunnittelu

Sähkösuunnitteluun sisältyy laitoksen talo- ja prosessisähkösuunnittelu ja instrumentoinnin kaapelointien mitoittaminen ja suunnittelu. Automaation suunnittelutehtävä sisältää laitoksen kaikkien prosessiautomaatiojärjestelmien toteutuksen ja tiedonsiirron suunnittelun ja hankintaerittelyt. LVI-suunnittelu tehtävään sisältyy laitoksen LVI-järjestelmien suunnittelu. Suunnittelu tehdään yleisten taloteknisten suunnitteluohjeiden mukaisesti.

4.5.9 Urakka-asiakirjat

Laitoksen toteuttamista varten laaditaan urakka-asiakirjat, joiden avulla saadaan pyydettyä urakkatarjoukset kohteen urakasta tai urakoista. Urakka-asiakirjat laaditaan rakennusurakan yleisten sopimusehtojen YSE 1998:n mukaisesti. Urakka-asiakirjojen suunnittelussa tuotetaan kohteen laajuus huomioiden seuraavat dokumentit:

- Urakkatarjousten tarjouspyyntökirjeluonnos (tilaaja viimeistelee)
- Urakkatarjousten tarjouskaavakkeet (tilaaja viimeistelee)
- Urakkaohjelma
- Urakkarajaliite (jos sivu- tai erillisurakoita)
- Työturvallisuus ja ympäristöliite urakkaohjelmaan
- Erillishankintojen tarjouspyyntöasiakirjat ja hankintaohjelmat

Urakka-asiakirjoissa määritellään kohteen laajuus ja urakointitapa. Suunnittelijan kannalta on oleellista määrittää riittävän yksityiskohtaisesti urakoitsijan velvoitteet työnaikaisen suunnittelun osalta, jotta ei synny ristiriita KSE ja YSE sopimusehtojen välillä.

4.6 Suunnitelmien tarkastaminen

Pääsuunnittelijan tehtävänä on huolehtia laitoshankkeen suunnitelmien riittävästä laadusta ja laajuudesta niin, että suunnitelmilla voidaan osoittaa rakentamiselle asetettujen viranomaismääräysten ja vaatimusten täyttyminen. Pääsuunnittelijan on huolehdittava, että tarvittavat suunnitelmat tehdään ja että suunnitelmat todetaan yhteensopiviksi ja ristiriidattomiksi eri suunnittelualojen välillä. Pääsuunnittelijalla on käytössään tarkastuslistoja eri suunnittelualojen suunnitelmien tarkastamiseksi.

Pääsuunnittelijan tarkastustyön laajuus määräytyy viranomaismääräysten sekä rakennuksen vaativuusluokan mukaisesti. Tarkastuksen suorittamisen tavoitteena on rakentamisen laadun ja turvallisuuden parantaminen.

Suunnitelmat on syytä tarkastaa myös eri suunnittelualojen työryhmissä ennen pääsuunnittelijan tekemää tarkastusta. Tarkastus tapahtuu ristiintarkastuksella siten, että joko projektipäällikkö tai toinen suunnittelija lukee asiakirjat ja tarkastaa piirustukset. Tarkastuksesta on syytä tehdä merkintä (allekirjoitus) suunnitelma-asiakirjoihin.

Suunnitelmat luovutetaan tilaajalla suunnittelusopimuksessa määrättyyn aikaan. Luovutettaviin suunnitelmiin merkitään suunnittelijan ja tarkastajan puumerkit.

4.7 lupamenettelyt

Pääsuunnittelija tai rakennuttajakonsultti vastaa rakennuskohteen suunnitelmiin liittyvien lupien hankinnasta, lisäselvityksistä tai suunnitelmien hyväksyttämisestä viranomaisilla. Lain mukaan pääsuunnittelija tai rakennuttajakonsultti voi kieltää urakan jatkamisen puutteellisin asiakirjoin.

4.8 Urakan valmistelu ja kilpailuttaminen

Kuten suunnittelun kilpailuttamisessa myös rakennusurakan kilpailuttamiseen sovelletaan hankintalakia 2007/349, jonka mukaan hankintayksikön on kilpailutettava EU-kynnysarvon ylittävä hankinta. Eritysalojen hankintalain 12 §:n mukaan rakennusurakan EU-kynnysarvo aikavälillä 1.1.2010 - 31.12.2011 on 4 845 000€ (HILMA 2011). Lainsäädännöllisesti EU-kynnysarvon alittavissa urakoissa ovat kuntien vesiliikelaitokset vapaat valitsemaan urakoitsijan vapaasti. Usein kuntien omien hankintaan liittyvien ohjeistusten perusteella pyritään kuitenkin toimimaan rakennusurakan kilpailutuksessa kuten EU-kynnysarvon ylittävissä hankkeissa kilpailukykyisimmän tarjouksen saamiseksi. Seuraavaksi on esitelty hankintatapoja, joita kuntien vesiliikelaitosten on mahdollista käyttää kilpailuttaessaan kynnysarvon alittavia rakennushankkeita.

4.8.1 Avoin menettely

Avoimessa menettelyssä hankintayksikkö julkaisee hankintailmoituksen HILMA:ssa (Julkiset hankinnat 2011). Kaikki halukkaat toimijat voivat tehdä tarjouksen. Hankintailmoituksen julkaisemisen jälkeen hankintayksikkö voi lähettää suoraan tarjouspyyntöjä mahdollisille urakoitsijoille. Tasapuolinen kohtelu edellyttää kuitenkin, että kaikki tarjoajat saavat saman informaation hankkeesta.

Avoimessa menettelyssä mahdollisesti saatavien lukuisten tarjousten johdosta usein on tarkoituksenmukaista ottaa vertailuperusteeksi hinta, jotta tarjousten käsittely olisi koh-

tuudella hallittavissa. Käytettäessä valintaperusteena tarjousten kokonaistaloudellista edullisuutta on arviointikriteereinä syytä olla vain kohtuullinen määrä, jotta mahdollinen tarjousten runsas määrä pysyy hallittavissa. Avoimessa menettelyssä kelpoisuuden tarkastaminen suoritetaan vasta, kun tarjoukset on saatu.

Avoim menettely ei sovellu kokonaisuudessaan hyvin rakennushankkeen kilpailumuodoksi. Avointa menettelyä voidaan käyttää paremmin, kun hankitaan selkeästi määriteltäviä tuotteita tai palveluita. Esimerkkeinä jos hankitaan vesilaitokselle tai jätevedenpumppaamolle yksittäinen pumppu tai muu vastaava laite, voidaan se tarvittaessa kilpailuttaa avoimella menettelyllä.

4.8.2 Rajoitettu menettely

Rajoitettua menettelyä käytetään silloin kun tarjouspyyntöasiakirjat toimitetaan määrättyille tarjoajille kynnsarvojen alittavissa urakoissa tai erityishankinnoissa.

Rajoitettu menettely voi olla myös kaksivaiheinen hankintamenettely, jossa ensimmäinen vaihe on avoin kaikille tarjoajille. Ensimmäisessä vaiheessa hankintayksikkö julkaisee hankintailmoituksen HILMA:ssa, johon halukkaat toimijat tai urakoitsijat voivat jättää osallistumishakemuksen. Osallistumishakemusten jättäneiden toimijoiden joukosta valitaan ne, jotka saavat urakkatarjouspyynnön. Osallistumishakemuksessa määritellään ehdokkaiden tai tarjoajien soveltuvuutta koskevat vaatimukset. Ainoastaan hankintayksikön valitsemat ehdokkaat, jotka täyttävät hankintayksikön asettamat ominaisuudet ja muut vaatimukset, voivat tehdä tarjouksen.

Urakoitsijoiden valintaperusteina vesilaitosrakentamisessa käytetään muun muassa seuraavia perusteita:

- yrityksen tulee olla merkitty kaupparekisteriin.
- yrityksen tulee olla maksanut kaikki lainsäädännön mukaiset verot, sosiaaliturvamaksut sekä eläkemaksut.
- yrityksen tulee olla luottokelpoinen.
- yrityksellä tulee olla Rakentamisen Laatu RALA ry:n pätevyystodistus tai muu vastaava näyttö pätevydestä tähän urakkaan (esim. laatusertifikaatti).
- yrityksen palveluksessa tulee olla riittävästi kokenutta henkilöstöä tämän urakan toteuttamiseen. Lisäksi yrityksellä tulee olla kokemusta vastaavan kaltaisista urakoista.

Todistukset ja selvitykset, joita urakoitsijoiden tulee toimittaa soveltuvuuden arvioimiseksi voivat olla muun muassa seuraavat asiakirjat:

- kaupparekisteriote
- todistus verojen maksamisesta tai verovelkatodistus
- todistus eläkemaksujen maksamisesta
- pankin tai muun luottolaitoksen antama lausunto luottokelpoisuudesta
- todistus Rakentamisen Laatu ry:n pätevyystodistus tai muu vastaava näyttö pätevydestä
- yrityksen referenssiluettelo vastaavan kaltaisista urakoista viimeiseltä kolmelta vuodelta
- selvitys yrityksen kokonaisliikevaihdosta kolmelta viimeksi kuluneelta tilikaudelta
- selvitys rakennusurakan toteuttajasta, toteutusorganisaatiosta (oma työ ja aliurakointi eriytettynä), henkilö- ja konekalustoresursseista ja laadunvarmistuksesta

Lisäksi hankintayksikkö voi pidättää itsellään oikeuden arvioida yritysten soveltuvuutta mahdollisten aikaisempien urakoiden yhteydessä yrityksestä saatujen kokemusten perusteella.

Rajoitetussa menettelyssä hankintayksikkö voi ennalta rajata ehdokkaiden lukumäärän, joille tarjouspyyntö tullaan lähettämään. Ehdokkaita, joilta tarjouspyyntö pyydetään, tulee suhteuttaa hankinnan kokoon ja laatuun. Tarjouksien saajien lukumäärän tulisi olla kuitenkin vähintään viisi. Mikäli osallistumishakemusten perusteella todetaan kohteeseen soveltuvia urakoitsijoita olevan vähemmän kuin viisi voidaan urakkakilpailua kuitenkin jatkaa soveltuvien tarjoajien kesken.

Tarjouspyyntöasiakirjat lähetetään osallistumishakemusten perusteella valituille tarjoajille. Tarjouspyyntöä ei toimiteta enää muille toimijoille, koska ehdokkaat on jo valittu osallistumishakemusten perusteella. EU-kynnysarvon alittavissa urakoissa voi hankintayksikkö myös lähettää tarjouspyynnöt suoraan valituille urakoitsijoille ilman erillistä osallistumishakemusta. Tässä tapauksessa ehdokkaiden tai tarjoajien soveltuvuutta koskevat vaatimukset tarkistetaan urakkatarjousten vertailun yhteydessä.

Rajoitettu menettely sopii erinomaisesti vesilaitosrakentamisen urakkakilpailumuodoksi. Menettelyllä saadaan urakoitsijoiksi rajattua toimijat, joilla on vaadittavaa kokemusta entuudestaan vesilaitosrakentamisesta. (Haronen, 2011)

4.8.3 Neuvottelumenettely

Neuvottelumenettelyllä tarkoitetaan poikkeuksellista hankintamenettelyä, jossa hankintayksikkö julkaisee HILMA:ssa ilmoituksen, johon halukkaat toimijat voivat pyytää saada osallistua. Hankintayksikkö voi myös suoraan kutsua ehdokkaita neuvottelumenettelyyn. Hankintayksikkö neuvottelee tarjoajien kanssa mukauttaakseen tarjoukset tarjouspyynnössä esitettyihin vaatimuksiin. Usein kuntien omat hankintasäädökset edellyttävät vahvoja perusteluita, mikäli hankintayksikkö haluaa kilpailuttaa urakan neuvottelumenettelyllä. Neuvottelumenettely ei ole varsinaisena kilpailumuotona järkevä vaihtoehto kilpailuttaa vesilaitosrakentamisen urakkaa. Neuvottelumenettelyyn voidaan siirtyä, mikäli esimerkiksi rajoitetulla menettelyllä ei ole löytynyt soveltuvaa tarjousta kohteeseen.

4.9 Urakoitsijan valinta

Urakoitsijan valinta tapahtuu tarjoajan kelpoisuuden tarkastamisella ja tarjousvertailun perusteella. Osallistumishakemuksen perusteella tarjouskilpailuun valittujen urakoitsijoiden kelpoisuus on tarkistettu jo osallistumishakemusvaiheessa. Muussa tapauksessa tarjoajan kelpoisuuden osoittaminen suoritetaan toimittamalla tarjouspyyntökirjeessä vaaditut kelpoisuusvaatimukset.

Tarjousvertailun voi suorittaa tilaaja. Usein kuitenkin suunnittelun tehnyt konsultti on mukana tarjousten vertailussa (Haronen 2011). Urakoitsija valitaan yleisesti tarjouksen kokonaistaloudellisuuden perusteella. Kokonaistaloudellisuuden edullisuuden muodostavat tarjouksen hinta ja laatu. Urakan tarjouspyyntökirjeessä määritellään tarjouksen hinnan ja laadun välinen suhde tai hinta/laatupisteitys. Hinta ja laatupisteiden välisen suhteen määrittelee kohteen laajuus ja muut rakennuttajan toimintatavat. Esimerkiksi tarjoushinnan maksimipistearvo voi olla 70 pistettä, jolloin laadun maksimipistearvo on 30 pistettä.

Hintavertailussa tarjoukset pisteytetään kokonaishinnan osalta suhteessa hinnaltaan edullisimpaan siten, että edullisin tarjous saa kokonaishinnan osalta maksimipisteet. Muiden urakoitsijoiden osalta hintapisteet lasketaan kaavalla:

$$\text{maksimipisteet} = \frac{\text{halvin hinta}}{\text{tarjouksen hinta}}$$

TAULUKKO 2. Esimerkki tarjouksen hintavertailutaulukosta, jossa hintapisteiden maksimiarvo on 70 pistettä.

| | Yritys A | Yritys B | Yritys C | Yritys D |
|---------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Hinta € (alv 0 %) | 356 000 | 373 000 | 347 000 | 361 500 |
| Hintapisteet | 68 | 65 | 70 | 67 |

Laatupisteiden vertailussa käytetään tarjouspyynnössä esitettyjä vertailuperusteita. Laadullisina vertailuperusteina käytetään esimerkiksi seuraavia argumentteja:

- tarjouksen sisällön tekninen laatu ja soveltuvuus kohteeseen sekä työmaa-aikataulu (painotus esim. 40 %)
- työhön osoitetut resurssit ja urakan työmenetelmien tai urakan toteutusperiaatteiden soveltuvuus kohteeseen (painotus esim. 30 %)
- tarjoajan vastaavat referenssit ja niistä saatavilla oleva laatutieto (painotus esim. 15 %)
- laadunvarmistus (painotus esim. 15 %)

Kunkin laadun osa-alue arvioidaan asteikoilla 0-5. Osa-alueiden laatupisteet määritellään kaavalla painotus x saadut pisteet. Edellä mainituista osa-alueista parhaat yhteispisteet saaneelle tarjoukselle annetaan täydet laatupisteet esim. 30 pistettä ja muiden tarjousten laatupisteet lasketaan eri osa-alueista saatujen yhteispisteiden suhteessa parhaat laatupisteet saaneeseen tarjoukseen.

TAULUKKO 3. Esimerkki tarjouksen laatuvertailutaulukosta, jossa hintapisteiden maksimiarvo on 30 pistettä.

| | Yritys A | Yritys B | Yritys C | Yritys D |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Tarjouksen sisällön tekninen laatu ja soveltuvuus kohteeseen sekä työmaa-aikataulu | 5 * 40 % | 4 * 40 % | 5 * 40 % | 4 * 40 % |
| Työhön osoitetut resurssit ja urakan työmenetelmien tai urakan toteutusperiaatteiden soveltuvuus kohteeseen | 4 * 30 % | 0 * 30 % | 5 * 30 % | 5 * 30 % |
| Tarjoajan vastaavat referenssit ja niistä saatavilla oleva laatatieto | 5 * 15 % | 3 * 15 % | 3 * 15 % | 3 * 15 % |
| Laadunvarmistus | 5 * 15 % | 5 * 15 % | 5 * 15 % | 4 * 15 % |
| Yhteensä | 4,7 | 2,8 | 4,7 | 4,15 |
| Laatupisteet | 30 | 18 | 30 | 26 |

Hinta- ja laatupisteytyksen yhteenlasketun pistemäärän avulla saadaan selville kohteen tarjouksista kokonaistaloudellisesti edullisin.

TAULUKKO 4. Tarjousvertailun yhteenlasketut hinta- ja laatupisteet.

| | Yritys A | Yritys B | Yritys C | Yritys D |
|-----------------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Hintapisteet | 68 | 65 | 70 | 67 |
| Laatupisteet | 30 | 18 | 30 | 26 |
| Yhteensä | 98 | 83 | 100 | 93 |

4.10 Urakkaneuvottelu ja urakkasopimus

Urakkaneuvottelut käydään tarjouskilpailun voittaneen urakoitsijan ja rakennuttajan eli työn tilaajan välillä YSE 1995 mukaisesti. Urakkaneuvottelun tarkoituksena on tarkastaa yhdessä tilaajan ja urakoitsijan kesken, että urakkatarjouspyyntö ja urakkatarjous ovat toisiaan vastaavat sekä sopia sopimukseen liitettävistä asiakirjoista. Urakkaneuvotteluissa käsitellään mahdolliset urakka-asiakirjoissa esiintyneet epäselvyydet ja neuvotellaan molempia tyydyttävä ratkaisu. Urakkaneuvotteluun laaditaan asialista ja neuvot-

teluissa käsiteltävät asiat kirjataan urakkaneuvottelupöytäkirjaan, joka liitetään urakkasopimukseen sitovaksi asiakirjaksi. (Haronen 2011)

Urakkasopimus laaditaan talonrakennushankkeen urakkasopimuksia varten laaditulle lomakkeelle RT 80260 urakkasopimus. Urakkasopimus tehdään kahtena samansisältöisenä kappaleena, joista yksi kummallekin sopijapuolelle. Urakkasopimukseen liitetään urakkaneuvottelupöytäkirja, rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998, tarjouspyyntöasiakirjat, asiakirjaluettelossa mainitut tekniset suunnitelma-asiakirjat, ja urakoitsijan jättämä tarjous. Myös lisä- ja muutostöitä varten urakoitsijan täyttämä ja rakennuttajan tarkastama ja hyväksymä yksikköhintaluettelo liitetään urakkasopimukseen. Urakkasopimuksessa asiakirjojen pätevyysjärjestys on YSE 1998 13 §:n mukainen poikkeuksella, että yleiset sopimusehdot YSE 1998 ovat järjestyksessä tarjouspyyntöasiakirjojen jälkeen.

Urakkasopimusasiakirjojen lisäksi urakassa noudatetaan Suomessa voimassa olevia lakeja ja asetuksia sekä yleisiä kunnallisia määräyksiä ja ohjeita. Urakkasopimus katsotaan syntyneeksi vasta kun molemmat osapuolet ovat allekirjoittaneet urakkasopimuksen. Urakkasopimuksen laadinta sisällytetään usein kohteen konsultin toimeksiantoon.

5 LAITOKSEN PUTKISTO- JA KONEISTOSUUNNITTELU

5.1 Suunnitteluperusteet

Putkiston ja koneiston suunnitteluperusteet kunnallisten vesihuoltolaitosten yhteydessä perustuvat monilta osin ns. hiljaiseen tietoon ja aiempiin kokemuksiin (Takamaa 2011). Vanhempien suunnittelijoiden aiemmat kokemukset ovat isossa roolissa suunnittelussa. Toki suunnitteluun liittyy suuri määrä eri standardeja, mutta standardit eivät aina kerro yksiselitteisesti suunnitteluohjeita vaan ne voivat sisältää virheitä tai puutteita. Varsinaisia lakeja suunnittelun pohjalle on olemassa vain muutamia. Lait ovat painelaitelaki 27.8.1999/869, sekä laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 390/2005. Lisäksi putkistosuunnittelua erityisesti talousvesi ja viemärien putkistoissa käytettävien materiaalien osalta ohjaa suomen rakentamismääräyskokoelma D1, 2007.

Koko suunnittelun perustana on idea mitä tulisi tehdä. Tämä ideointi on tehty usein jo ennen toteutussuunnitelmien tekoa, joko hankkeen esisuunnittelu tai yleissuunnitteluvaiheessa. Ennen toteutussuunnittelua laitoshankkeelle on tehty virtauskaavio, joka käydään läpi ja täydennetään toteutussuunnittelun yhteydessä. Prosessisuunnittelija tekee täydennykset kaavioon toteutussuunnittelun yhteydessä. Virtauskaaviosta selviää prosessissa väliaineelle tapahtuvat toimenpiteet, käsittelyt, päävirtausreitit ja merkittävät väliaineen siirtoon käytettävät pumput. Virtauskaaviota voidaan kutsua eräänlaiseksi PI-kaavion luonnokseksi.

PI-kaavioon eli putkisto- ja instrumenttikaavioon täydennetään kaikki prosessissa käytettävät laitteistot. PI-kaavioon merkitään kaikki rakennettavat putkiyhteet, laitteet ja instrumentit. Esimerkiksi pumpuissa ja putkistoissa kulkevat tilavuusvirrat merkitään PI-kaavioon. Putkistot ja laitteet suunnitellaan PI-kaavion perusteella. PI-kaavion perusteella on koneisto- ja putkistosuunnittelijan helppo edetä johdonmukaisesti prosessi läpi, koska kaikki laitteet ja putkireitit ovat kaavioon merkittyinä. Tarvittaessa putkisto- ja koneistosuunnittelija voi toiminnallisuuden parantamiseksi tehdä lisäyksiä PI-kaavioon. Suunnittelun edetessä voi myös laitteiden ja putkiston mitoituksessa tapahtua muutoksia, joita putkistosuunnittelijan havaitsee. Nämä muutokset korjataan myös PI-kaavioon. Lisäksi PI-kaavio on erinomainen työkalu tarkastaessa suunnitelmia. Kaaviota järjes-

telmällisesti seuraamalla pystyy helposti havaitsemaan mahdolliset puutteet koneisto- ja putkistosuunnitelmissa.

5.2 Painelaitedirektiivi PED

Euroopan unionin kautta on tullut painelaitedirektiivi 97/23/EY (engl. pressure equipment directive) eli PED. Painelaitedirektiivi on tullut voimaan Suomessa 29.11.1999. Painelaitedirektiiviä sovelletaan sellaisten painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien suunnitteluun, valmistukseen ja vaatimustenmukaisuuden arviointiin, joiden suurin sallittu käyttöpainne ylittää 0,5 bar. Painelaitedirektiivi ei koske esimerkiksi veden hankintaa, jakelua ja poistoa varten rakennettavia verkostoja.

Turvatekniikan keskus TUKES on julkaissut vuoden 2009 kesäkuuhun mennessä hyväksytyt PED:n soveltamisohjeet. Soveltamisohjeiden on tarkoitus auttaa painelaitteiden suunnittelijoita, valmistajia, maahantuoja, tarkastajia ja viranomaisia toimimaan direktiivin mukaisesti. Soveltamisohjeet eivät ole direktiivin korjauksia eivätkä lainsäädäntöä, eikä niillä ole juridista sitovuutta. (TUKES 3/2009)

Putkiston valmistajan noudattaessa putkiston valmistuksessa eurooppalaista standardia SFS-EN 13480 katsotaan valmistajan täyttävän painelaitteista annetun kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksen 938/1999 olennaiset turvallisuusvaatimukset. Myös putki- luokkastandardi PSK 4201 täyttää PED:n olennaiset turvallisuusvaatimukset.

5.3 Standardit

Erilaisia standardeja on olemassa suuri määrä, joiden tarkoituksena on ohjeistaa suunnittelijaa kuinka jokin asia tulisi tehdä. Standardeille on ominaista, että jokin organisaatio on määritellyt ne helpottaakseen suunnittelijan työtä suunnittelemalla standardiin liittyvät asiat etukäteen ja helpottaakseen suunnittelun etenemistä. Näin suunnittelijan ei tarvitse aina suunnitella asioita uudestaan vaan tarvittavat asiat löytyvät standardista. Suunnittelijan on tärkeä kuitenkin tietää mistä tarvittavat standardit löytyvät ja miten niitä kuulu käyttää eri tilanteissa. Suomessa käytetään pääasiassa Eurooppalaista EN-normin mukaista suunnittelua, jolloin suunnittelu on yhdenmukaista myös eri Euroopan maiden välillä. Seuraavaksi on esitelty koneisto- ja putkistosuunnittelun kannalta merkittäviä standardeja.

5.3.1 Putkiluokkastandardit

Putkiluokkastandardin avulla voidaan valita putkistolle ulkomitat, eri osien materiaali ja paksuudet yhdenmukaisesti. Putkiluokka määritellään putkille virtaavan aineen perusteella tai materiaalin, paineen ja lämpötilan mukaan. Kunnallisen vesihuollon laitosuunnittelussa putkiluokka valitaan tavallisesti paineen tai virtaavan aineen perusteella. Vesijohtoverkoston tuotettavan puhtaan veden pumppaamojen putkiluokka tulee valituksi lähes aina käytettävän paineen perusteella, koska putkiston materiaalina käytetään lähes poikkeuksetta ruostumatonta teräsputkea. Jäteveden kanssa kosketuksissa olevat putket ovat lähes poikkeuksetta haponkestävää terästä, joten myös nämä putket valitaan paineen perusteella. Perusmateriaalin pysyessä lähes aina samana voidaan valita yksi paineluokka kohteeseen, jolloin kaikki osat mitoitetaan kestämaan valittu painetaso lämpötilassa +20 °C.

Putkiluokkastandardien avulla putkiston suunnittelu helpottuu, koska niiden avulla komponenttien mitat ja materiaalit ovat yhdenmukaiset. PSK standardisointi on julkaissut vuonna 2008 uudet putkiluokkastandardit PSK 4201, jotka noudattavat SFS-standardien mukaisia putkiluokkastandardeja. PSK standardisoinnin putkiluokkastandardien valintaperusteena ovat materiaali ja paineluokka. Putken materiaalin ollessa lähes poikkeuksetta ruostumatonta tai haponkestävää terästä voidaan putkiluokka valita käytettävän paineen perustella. Putkiluokan täydellinen merkintä sisältää sanan putkiluokka, putkiluokkastandardin, kirjaimen E (EN-hyväksyntä), nimellispaineen lukuarvon (bar), materiaalitunnuksen ja lisätunnuksen.

Esimerkki: putkiluokka PSK4232 E10H1A tarkoittaa ruostumattomasta teräksestä EN.14307 valmistettua paineluokan PN10 teräsputkea.

5.3.2 SFS-EN 13480: Metalliset putkistot

Standardin julkaisija on Suomen Standardoimisliitto SFS. Standardi käsittää kahdeksan osaa, jossa käsitellään koneisto- ja putkistosuunnittelun kannalta keskeisiä asioita. Standardin mukaisesti tehty suunnittelu ja valmistus antaa vaatimuksenmukaisuusoletuksen painelaitedirektiivin mukaan. Standardia ei ole pakko käyttää, mutta turvallisuustason

toteutuminen on osoitettava muulla tavalla jos standardia ei käytetä. Seuraavaksi esitellään lyhyesti standardin eri osiot.

Osa 1: Yleistä

Osa yksi käsittelee yleisesti putkiston termistöä, symboleja, määritelmiä ja yksiköitä.

Osa 2: Materiaalit

Osa kaksi käsittelee putkiston materiaaleja ja niiden vaatimuksia. Tämä standardi viittaa usein muihin standardeihin, joissa käsitellään materiaaleja tarkemmin. Vesilaitoksen suunnittelussa yleisimmät näistä tarvittavat standardit ovat ruostumattomien teräsputkien standardit SFS-EN 10216 ja SFS-EN 10217 sekä putken osien standardit SFS-EN 10253-1, -2, -3 ja -4.

Osa 3: Suunnittelu ja laskenta

Osa kolme kertoo putkiston mitoitukseen liittyviä asioita kuten kuormitukset, laskentalujuudet, käyrät ja taivutukset, laippaliitokset, aukot ja haaroitukset, ulkopuoliset paineet, väsyttävät kuormitukset, jänniteanalyysit ja kannakesuunnittelu.

Osa 4: Valmistus ja asennus

Osa neljä esittelee putkiston valmistukseen liittyvät vaatimukset esimerkiksi vaatimukset taivutuksille, esivalmistukselle, lämpökäsittelylle ja hitsaukselle.

Osa 5: Tarkastus ja testaus

Osa viisi käsittelee tarkastus- ja testausvaatimuksia teollisuusputkistoille.

Osa 6: Maahan asennettavien putkistojen lisävaatimukset

Osa kuusi käsittää vaatimuksia putkistolle, joka asennetaan kokonaan tai osittain maan sisälle.

Osa 7: Lämmittämättömien painelaitteiden turvajärjestelmät

Osa seitsemän on julkaistu standardina SFS-EN 764-7, joka käsittää vaatimuksia painelaitteiden ja laitekokonaisuuksien turvallisuudelle.

Osa 8: Alumiini ja alumiiniseosteisten putkistojen lisävaatimukset

5.3.3 SFS käsikirja 107: putkiston kannatus

Käsikirja sisältää PSK standardisoinnin laatimat putkiston kannatusta käsittelevät standardit.

Käsikirja antaa putkistosuunnittelussa ja asennuksessa tarvittavat tiedot kootussa muodossa. Käsikirjaan kootussa aineistossa esitellään johdatus kannakointiin, annetaan suunnittelu- ja esittämisohjeita sekä erilliset standardit teräs- ja muoviputkistojen kannakkeille.

5.3.4 Muita olennaisia standardeja

On olemassa lukuisia hyödyllisiä standardeja, joita voidaan käyttää hyväksi putkisto- ja koneistosuunnittelussa. Seuraavaksi esitellään niistä muutamia, joiden avulla suunnittelu voidaan tehdä laadukkaasti:

- SFS-EN ISO 14122: Koneturvallisuus, hoitotasot ja tikkaat
- PSK 0201: Teollisuusventtiilit. Valinta ja käyttösuositus
- PSK 2401: Putkiston virtausnopeudet.
- PSK 2640: Teollisuuden kone- ja laitoshankinnat. Putkistosuunnittelun toteutusperiaatteet.
- PSK5801: Putkistopiirustukset. Putkireittipiirustus.
- PSK5802: Putkistopiirustukset. Taso ja leikkauspiirustukset

5.4 Putkikoon valinta

Kunnallisen vesihuoltolaitoksen sisäinen putkistokoko voidaan mitoittaa putkiston suurimman sallitun painehäviön tai putkiston halutun virtausnopeuden mukaan. Laitoksen sisäisten putkistojen osalta mitoitus tehdään käytännössä halutun virtausnopeuden mukaan, koska painehäviöt eivät sisäisissä putkistoissa käytettävissä virtausnopeuksissa muodosta kokonaispaineen kannalta merkittäviä lisäyksiä. Väliaineen lämpötilan nousu ei muodostu määrääväksi tekijäksi putkiston mitoituksessa kunnallisen vesihuoltolaitoksen suunnittelussa, koska väliaineiden lämpötila pysyy pääsääntöisesti välillä 4...20 °C. Putken koko voidaan ilmoittaa nimelliskokona (DN) tai putken todellisen halkaisijan ja seinämävahvuuden mukaan.

PSK standardisointi on julkaissut ohjeen Putkiston virtausnopeudet PSK 2401, jonka avulla putkiston koko voidaan määrittää. Ohjeessa on määritelty putkiston suositeltuja virtausnopeuksia eri väliaineille ja lämpötiloille. PSK 2401 ilmoittaa putkiston virtausnopeuksia painepuolella ja PSK 2401 mukaan imupuolen putkisto tulee mitoittaa 50...70 % suuremmaksi kuin painepuolen putkisto. Yrityksessäni on käytössä periaate putkikoon valintaan, jossa laitoksen sisällä paineputkiston virtausnopeuden maksimiarvona käytetään 3 m/s ja imupuolella 1.0 m/s (Takamaa, 2011). Yleisesti putkiston koko pyritään optimoimaan siten, että virtausnopeus paineputkissa on 1.2...2.0 m/s ja imuputkistossa 0.7...1.0 m/s (Takamaa, 2011). Putkikoon valintaan saattaa vaikuttaa myös muut tekijät. Laitosten saneerauksia suunniteltaessa tulee eteen tilanteita, jolloin joudutaan tekemään kompromisseja putkikoon suhteen esimerkiksi tilanahtauden takia.

Putkessa tapahtuvalle virtaukselle voidaan laskea keskimääräinen nopeus kaavalla:

$$v = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2}$$

jossa,

v = putkiston virtausnopeus, m/s

Q = tilavuusvirta, m³/s

D = putken sisähalkaisija, m

Lisäksi on olemassa erilaisia pumppuvalmistajien ohjelmistoja, joiden avulla putkisto virtausnopeus ja putkistossa tapahtuvat häviöt saadaan tarkistettua helposti.

5.5 Venttiilien valinta

Kunnallisen vesihuoltolaitoksen putkistoihin asennetaan usein venttiileitä. Venttiilin valintaa helpottamaan PSK standardisointi on julkaissut ohjeen PSK 0201 Teollisuusventtiilit, Valinta ja käyttösuositus. Standardin tarkoituksena on antaa yleiset periaatteet venttiilityypin valintaan.

Venttiilityypit, joita laitoksilla tyypillisesti käytetään ovat:

- sulkuventtiili
- takaiskuventtiili
- säätöventtiili
- ilmanpoistovenntiili
- pohjavenntiili

Sulkuventtiilien tehtävä nimensä mukaisesti on sulkea laitoksen prosessi tai putkisto-osa järjestelmästä. Sulkuventtiileinä pääsääntöisesti käytetään täysaukkoisia palloventtiileitä, kumiluistiventtiileitä ja erilaisia läppäventtiileitä. Täysaukkoisia palloventtiileitä käytetään yleensä kokoluokan ollessa alle DN80. Palloventtiileitä voidaan käyttää sekä jätevedelle, että puhtaalle vedelle. Läppäventtiileitä käytetään yleensä puhtaan veden putkistojen valmistuksessa. Läppäventtiilin etuna on pieni tilantarve putkistossa. Jätevedelle läppäventtiili ei sovellu hyvin veden epäpuhtauksien takia (Takamaa, 2011). Kumiluistiventtiili on yleisin käytetty venttiilityyppi kunnallisen vesihuoltolaitoksen putkistossa. Kumiluistiventtiileitä voidaan käyttää sekä jäteveden, että puhtaan veden putkistoissa.

Takaiskuventtiilin tehtävä on mahdollistaa nesteen virtaus vain haluttuun suuntaan. Yleisesti puhtaalle vedelle käytetään läppätakaiskuventtiileitä ja jätevedelle käytetään pallo-takaiskuventtiileitä niiden luotettavuuden vuoksi.

Ilmanpoistoventtiileitä käytetään putkistoon jäävän ilman poistamiseksi. Ilmanpoistoventtiili pyritään sijoittamaan aina putkiston korkeimpaan kohtaan parhaan mahdollisen ilmanpoiston saavuttamiseksi. Ilmanpoistoventtiileitä on saatavana yksi- ja kaksitoimisia. Yksitoiminen venttiili päästää ilmaa vain pois putkistosta kun taas kaksiosainen ilmanpoisto toimii myös putkiston suojana alipainetilanteissa päästäten korvausilmaa putkistoon.

5.6 Putkiston kannakointi

Putkiston kannakoinnilla tarkoitetaan putkiston painokuorman vastaanottamista kannakointipisteessä. Kannakointi voidaan jakaa kahteen osa-alueeseen primääri- ja sekundaari kannakointiin. Putkistosuunnittelijan tehtävä on määrittää primäärikannakointi, jolla tarkoitetaan putken ympärille kiinnitettävien kannakkeita esimerkiksi putkipantoja. Sekundäärikannakointi, joka on kiinteisiin rakenteisiin kiinnitettävä kannake, suunnittelee yleensä rakennesuunnittelija. SFS käsikirjasta 107 putkiston kannatus löytyy paljon esimerkkejä putkiston primääri- sekä sekundaarikannakkeista.

6 CASE: JÄTEVEDENPUMPPAAMON SANEERAUS

6.1 Yleistä

Laitossuunnitteluprojektin esimerkiksi otetaan kunnan jätevedenpumppaamon saneeraus. Pumppaamon saneeraustarpeen ovat havainneet kunnan omat vesihuoltolaitoksen työntekijät. Kohteessa suoritettiin myös rakennetekninen ja talotekninen saneeraus samanaikaisesti, mutta tarkoitukseni on kertoa kohteen suunnittelusta putkisto ja koneistosuunnittelijan näkökulmasta. Putkisto- ja koneistosuunnittelun tarkoituksena on tuottaa pumppaamon putkisto- ja koneistosuunnitelmat urakkalaskentaa varten. Pumppaamon putkisto- ja koneistosuunnittelussa tuotetaan seuraavat asiakirjat:

- putkiston taso- ja leikkauspiirustukset
- laite-erittely
- pumppaamon toimintaselostus
- yleinen koneistotyöselostus

6.2 Työssä käytettävät ohjelmistot

Pääosin työ tehtiin Autocad 2D-ohjelmistolla. Autocad-ohjelmistoon on tehty lisäosa, jonka avulla saadaan putkistoista piirrettyä myös 3D-malli. Urakkatarjouspyyntöön liitettävät koneisto- ja putkistopiirustukset tuotetaan tasokuvina. Mallin avulla saadaan nämä tasokuvat helposti tuotettua. Lisäksi työssä käytettiin Microsoft Office-työkaluja tuotettaessa tekstidokumentteja urakkalaskentaa varten.

6.3 Nykytilanne

Pumppaamo on alun perin rakennettu vuonna 1972 ja toimii kunnan pääjätevedenpumppaamona puhdistamolle. Pumppaamossa oli nykytilanteessa kolme erittäin suurta kuiva-asenteista jätevesipumppua, joista yksi toimii varapumppuna. Pumppujen tekninen käyttöikä oli tulossa loppuun. Lisäksi nykyisten pumppujen paineputkien takaiskuventtiilit olivat tulleet tiensä päähän. Pumpun käyntivuoron päätyttyä takaiskuventtiilien lisäpaine kolahti voimakkaasti sulkeutuessaan ja vesihuoltolaitoksen henkilökunnan mukaan takeita putkiston kestävydestä ei enää ollut. Lisäksi huippukulutustilanteessa pumppujen kapasiteetti ei riittänyt pumppaamaan jätevettä paineputkeen vaan imualtaan pinta nousi hetkittäin, jolloin jätevettä jouduttiin ohittamaan jokeen.

6.4 Saneerauksen lähtökohdat

Saneerauksen lähtökohdat sovittiin kunnan vesihuoltolaitoksen henkilöstön ja suunnittelijan välisessä keskustelussa ennen suunnittelun aloittamista. Nykyiset kolme suurta jätevesipumppua oli havaittu olevan liian suuria, jolloin pumppukohtainen painelinja kasvaa liian suureksi ja näin ollen venttiilit ovat hankalasti käsiteltäviä. Lähtökohdaksi otettiin, että nykyiset kolme pumppua oli tarkoitus vaihtaa kahdeksaan taajuusmuuttaja-ohjattuun kuiva-asenteiseen jätevesipumppuun, joista huipputilanteessa kuusi käy tarvittaessa yhtä aikaa kahden jäädessä varapumpuiksi. Tarkoituksena oli saada paineputkien venttiilit paremmin käytettäväksi henkilökunnalle ja lisätä varmuutta huippuvirtaamatilanteessa. Saneerauksessa oli otettava huomioon, että saneeraus ei saa juuri aiheuttaa haittaa nykyiselle toiminnalle. Työn vaiheistus oli otettava huomioon jo suunnitteluvaiheessa siten, että turhaa ohitusta ei pääse tapahtumaan. Lyhytaikainen ohitus viereiseen jokeen oli kuitenkin mahdollista.

Nykytilanteessa pumppaamon virtaamaa ei mitata ja tilaaja esitti toiveen virtaamamittauksen lisäämisestä laitokselle. Pumppaamo oli myös rakenneteknisesti osittain tiensä päässä, joten pumppujen saneerauksen yhteydessä pumppaamoon tehtiin myös rakennetekninen saneeraus. Myös talotekniset järjestelmät uusittiin lähes kokonaisuudessa. Taloteknisiä saneerauksia ei kuitenkaan käsitellä tarkemmin case:n yhteydessä.

6.5 Lähtötiedot

Tilaaja antoi suunnittelijalle lähtötiedoiksi nykyisten pumppujen tuottotiedot ja yhdessä sovimme käytettävän mitoitusvirtaaman ja painetason työn alussa. Varsinaista yleisuunnitelmaa tai mitoitusarkkitehtuuria ei kohteessa ollut käytettävissä, mutta vesilaitoksen ammattitaitoisen henkilökunnan avulla saatiin luotettava kuva halutusta virtaamasta. Lisäksi tilaaja luovutti vanhat suunnitelmat laitoksesta suunnittelijan käyttöön.

TAULUKKO 4. Tilaajalta saadut pumppaamon tuottotiedot

| Pumppu | tuotto l/s |
|---------------------------------------|------------|
| Vanha jätevesipumppu | 450 |
| Uusi jätevesipumppu | 175 |
| Pumppaamon kokonaistuotto (6 pumppua) | 750 |

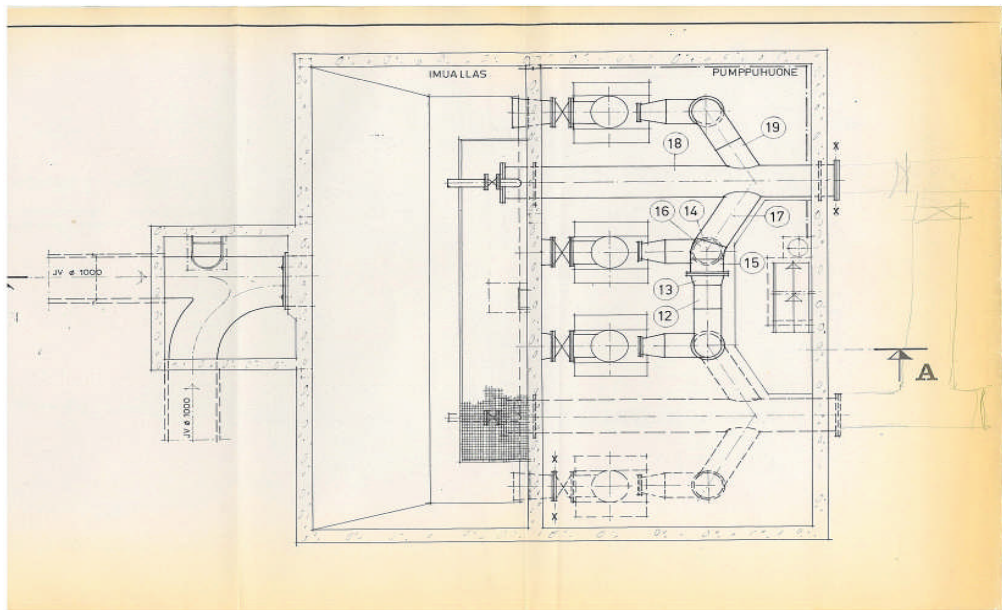
6.5.1 Laitoksen nykyiset pumppaus- ja putkistojärjestelyt

Jätevesi pumpataan kunnan jätevedenpuhdistamolle. Painelinjan pituus on noin 1000 m ja paineputken halkaisija $d=800\text{mm}$. Pumppaamolta lähtevän paineputken ja putken purkupään korko on lähes samalla tasolla, joten pumppauksessa tarvittava paine muodostuu lähes kokonaan imualtaan vesipinnan erotuksesta paineputken lähtökorkoon ja putkistossa syntyvästä painehäviöstä. Pumppaamalla suoritettiin saneerauksen alussa painekoe siten, että nykyisestä paineputkesta mitattiin paine sekä yhden että kahden pumpun käydessä. Näin saatiin selville todellinen tarvittava paine uusille pumpuille.

TAULUKKO 5. Paineokeen tulokset

| | Paine, bar |
|-------------------|------------|
| lähtöpaine | 0,1 |
| yksi pumppu käy | 0,55 |
| kaksi pumppua käy | 0,90 |

Nykyiset kolme jätevesipumppua toimivat kuiva-asenteisesti siten, että pumppujen imuyhteet on johdettu imualtaaseen ja itse pumput sijaitsevat pumppuhuoneessa. Pumppaamon nykyiset kolme suurta jätevesipumppua pumppasivat yhteiseen paineputkeen $d=800$ ja pumppaamoon oli aikanaan tehty tilavaraus myös neljännelle pumpulle. Lisäksi pumppaamossa oli läpivientiyhde tehty toiselle halkaisijaltaan $d=800$ putkelle, mutta nykytilanteessa läpivienti oli tulpattu umpilapilla. Saneerauksen lähtökohtana oli, että uusia seinäläpivientejä ei synny.



KUVA 1. tasokuva pumppaamosta ennen saneerausta.



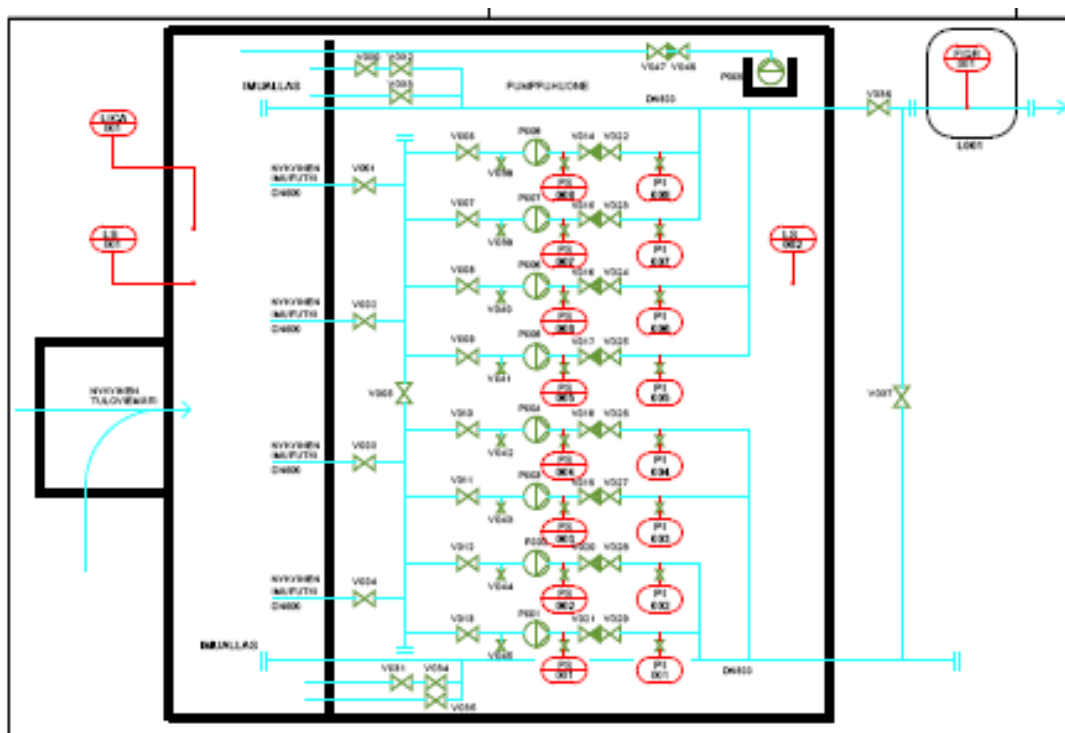
KUVA 2. Kuva pumppaamosta ennen saneerausta.

6.6 Suunnittelun kulku

Saneeraus tuli suorittaa siten, että pumppaamon toiminta ei keskeydy putkistomuutosten takia tarpeettomasti. Vain lyhyt ohitus sallittiin pumppujen imuputkien muutoksien ajaksi.

Suunnittelu aloitettiin laatimalla kohteesta virtauskaavio, josta käy ilmi pumppaamolle tulevat laitteet ja putkiyhteet. Virtauskaavion perusteella voidaan mitoittaa kohteen pumput ja putkistot. Virtauskaaviossa esitettiin kohteen laitteet ja putkistot kuten ne tulevat tulevaisuudessa olemaan. Virtauskaaviossa ei lähdetty poikkeuksellisesti erittelemään uusia ja vanhoja putkilinjoja ja näiden liitoksia erikseen vaan kaavio luotiin hahmottamaan pumppaamon pumppaus ja putkistojärjestelyjen kokonaisuutta saneerauksen jälkeen. Putkistojen mitoitus jätettiin myös pois virtauskaaviosta ja putkien mitoitus esitettiin pumppaamon pohja- ja leikkauspiirustuksissa.

Virtauskaaviosta (kuva 3) käy ilmi, että saneeraus suoritetaan siten, että pumppujen imupuolelle rakennetaan imutukki, joka jaetaan kahteen osaan venttiilin avulla. Näin saadaan saneeraus suoritettua kahdessa vaiheessa siten, että pumppaus on lähes koko ajan toiminnassa. Pumppaamon käyttökätkön aikana rakennettiin myös venttiilijärjestelyt laitoksen ulkopuolelle, jotta vaihteittainen saneeraus saatiin suoritettua.



KUVA 3. Pumppaamon virtauskaavio. (LIITE 1)

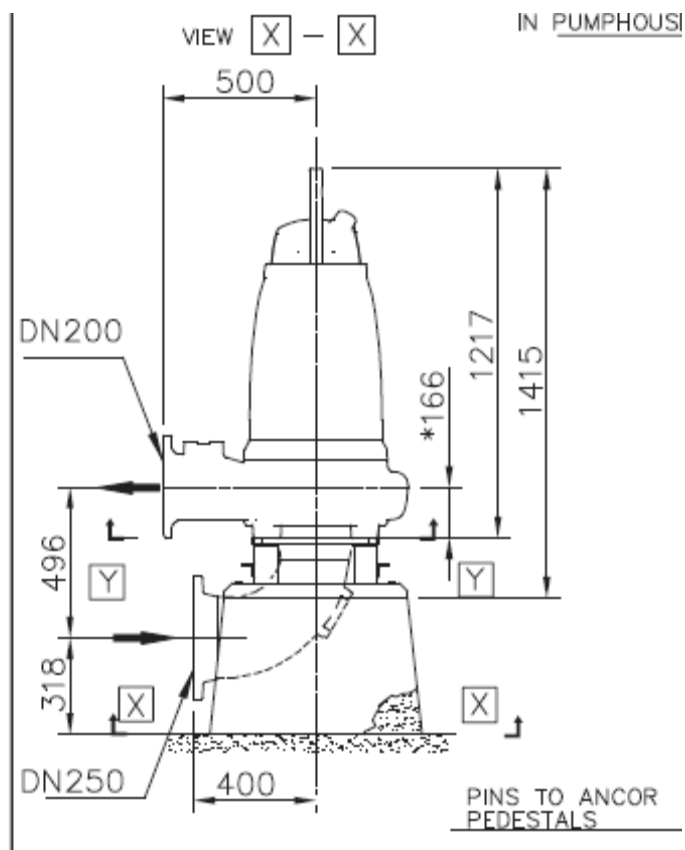
6.6.1 Pumpun valinta

Tilaajan toimittamien mitoitusarvojen perusteella laitokselle lähdettiin etsimään tuottoarvoihin sopivaa pumppua. Laitevalinnassa käytettiin periaatetta, että suunnittelija käyttää laite-erittelyssä esimerkkilaitteita. Näin ollen urakkakilpailussa urakoitsija voi tarvittaessa vaihtaa pumpun vastaavan muun pumppuvalmistajan laitteeseen. Tämä on yleinen käytäntö kunnallisen vesihuoltolaitoksen suunnittelussa.

Lähestyin muutamaa pumpputoimittajaa asian liittyen ja pyysin heiltä ehdotuksia pumppuista. Tämän tyyppisissä kohteissa käytetään usein pumppuvalmistajien apua pumpun valinnassa. Heillä on käytössä tarkat ohjelmat pumppujen mitoitukseen ja lisäksi myös paljon kokemusta oikean pumpun valinnassa. Pumpputoimittajilta saa myös käyttöön mittapiirustukset DWG-muodossa, jonka avulla putkistoa on helppo lähteä hahmottamaan.

Ehdoiksi asetin yhden pumpun minimituoton (175 l/s) ja tuoton 6 pumpun käydessä (750 l/s). Pumput tulivat olla jätevesikäyttöön soveltuvia kuiva-asenteisia uppopumppuja asennusaluksiin. Pumppuja ohjataan taajuusmuuttajien avulla optimaalisen tuoton saavuttamiseksi.

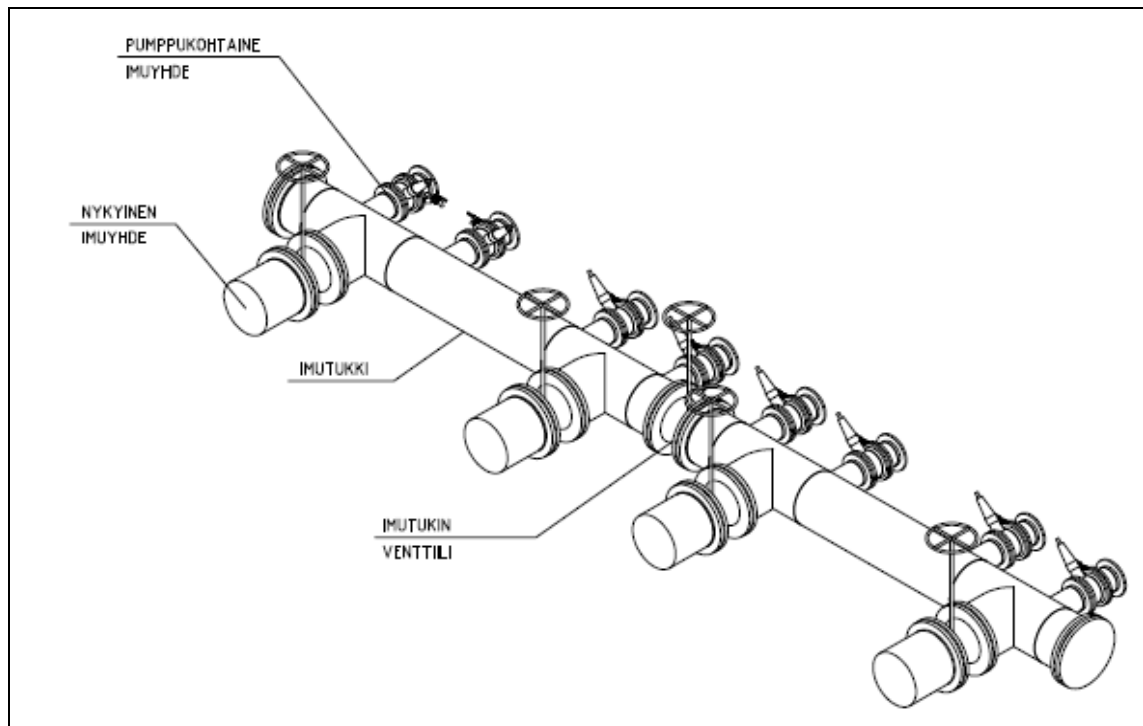
Laitetoimittajien ehdotuksien perusteella saatiin valittua pumppu, joka täytti asetetut ehdot. Laitetoimittaja antoi käyttöön mittapiirustuksen pumpusta ja tuottokäyrät, joissa oli esitelty pumppaamon tuottoarvoja yhden ja useamman pumpun käydessä.



KUVA 4. Leikkaus kuiva-asenteisesta jätevesipumpusta

6.6.2 Putkistoluonnos

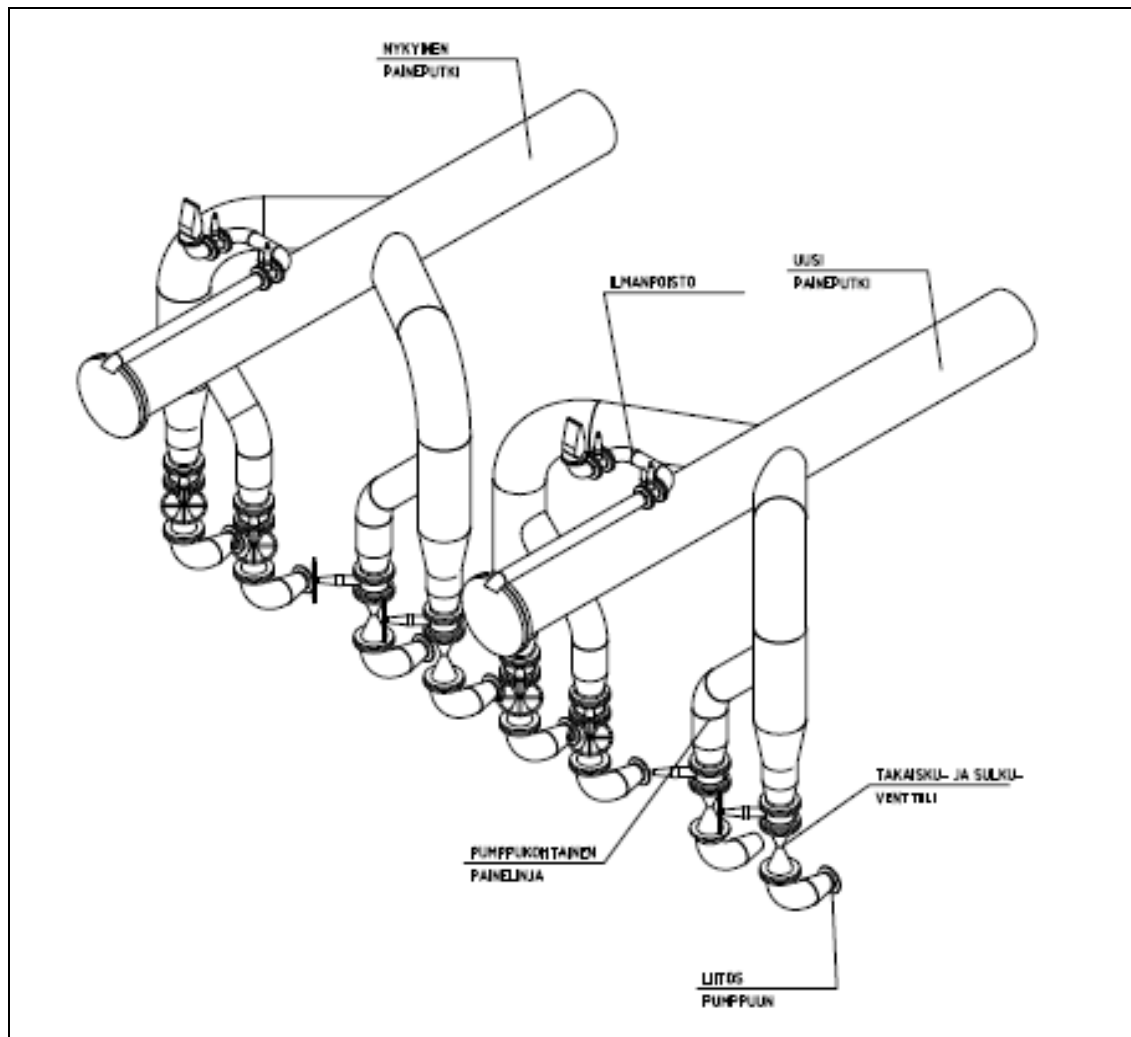
Minulla oli käytössä pumppaamosta pohja- ja leikkauskuva. Kohteessa oli suoritettu lisäksi tarkemittaukset, jonka perusteella nykyiset putkistot oli sijoitettu. Esimerkkipumput sijoitettiin pumppaamon pohjakuvaan ja kohteeseen ryhdyttiin rakentamaan putkistoluonnosta. Pumppaamossa oli olemassa neljä kappaletta imuyhteitä imualtaaseen, joissa kaikissa oli sulkuventtiilit. Nämä yhteet yhdistettiin imutukin avulla, joka jaettiin kahteen osaan venttiilin avulla. Imutukista otettiin putkiyhteet kullekin pumpulle. Yhteet varustettiin sulkuventtiileillä.



KUVA 5. Isometrinen havainnekuva pumppaamon imupuolen putkistojärjestelystä

Painepuolen putkiston suunnittelu lähti liikkeelle lähtökohdasta, että nykyinen olemassa oleva pumppaamosta ulos tuleva paineputki säilytetään ja läpivientivaraus otetaan käyttöön. Pumppaamon sisälle rakennetaan kaksi painepiiriä, jotka yhdistyvät ulkona yhteiseksi painepiiriksi. Kahden pumpun paineputkistot yhdistettiin ennen liittymistä toiseen pumppaamon sisäiseen painepiiriin. Näin ollen pumppaamon sisäisessä paineputkistossa yhdistyy yhteensä neljän pumpun virtaama. Tämä oli edellytyksenä, että pumppaamo pystyi toimimaan mahdollisimman paljon ilman ohituksia saneerauksen ajan. Pumppukohtainen painelinja varustettiin takaisku- ja sulkuventtiilillä, painekytkimellä ja mekaanisella painemittarilla.

Molemmat pumppaamon sisäiset painepiirit varustettiin kaksitoimisella ilmanpoistoverkolla. Ilmanpoisto toteutettiin molempien painepiirien korkeimmasta kohtaa pumppaamon sisällä. Poistuva ilma johdettiin takaisin imualtaaseen ja ilmanpoistohaaraan rakennettiin ohitus venttiilien huoltoa varten.



KUVA 6. Isometrinen havainnekuva pumppaamon painepuolen putkistojärjestelystä

6.6.3 Pumppaamon toiminnallinen suunnittelu ja instrumentointi

Pumppaamon toimintaa ryhdyttiin suunnittelemaan tilaajan esittämien toiveiden mukaisesti. Kunnan muissa pumppaamoissa oli käytössä erään laitevalmistajan pumppauksen ohjausyksikkö, jonka käyttö oli hoitohenkilökunnalle ennalta jo tuttu. Tämän perusteella lähdimme selvittämään voisiko vastaavaa pumppauksen ohjausyksikköä käyttää myös tässä pumppaamossa. Selvityksien perusteella kohteen pumppauksen toimintaa voitiin ryhtyä suunnittelemaan kyseisen ohjausyksikön pohjalta.

Yhdessä automaatisuunnittelijan kanssa päädyimme rakentamaan pumppauksen ohjauksen siten, että pumppaamolle hankitaan ohjausyksikkö pumppujen käyttöön. Pumppujen ohjaus perustuu pumppaamon imualtaaseen asennettavan pinnankorkeusanturin

ohjausyksikölle lähettämiin tietoihin. Pinnankorkeusanturi lähettää mA-viestin ohjausyksikköön, joka muuntaa saadun tiedon pinnankorkeudeksi metreinä pumppaamon imualtaassa ja näyttää tiedon ohjausyksikön näytöllä.

Pinnankorkeusanturin ohjausyksikölle lähetettävät tiedot määriteltiin seuraavasti:

- pinnan korkeuden osoitus
- tallennus raportointijärjestelmiin
- pumppujen pysäytysrajat
- pumppujen käynnistysrajat
- ylärajahälytys (kaukovalvontaan)
- pumppujen kuivakäyntisuoja

Pumppauksen ohjaus huolehtii, että pumput ovat automaattisessa vuorottelukäytössä. Tarvittaessa pysähdyksissä olevat pumput käynnistyvät käynnissä olevien pumppujen rinnalle ja pumppujen käyntivuorojen vaihto tapahtuu pumppujen pysähtyessä tai asetettavan ajan välein. Pumppauksen ohjauksen tulee huolehtia, että riittävä määrä virtaamaa kulkee putkistossa kaksi kertaa vuorokaudessa. Tämä ehkäisee putkistojen tukkeumista. Pumppaamon ohjausyksikkö liitetään kunnan kaukovalvontajärjestelmään, jonka avulla pumppaamon pumput voivat saada pysäytyskäskyn muualta. Pumppaus perustuu ajatukseen, että ensin käynnistyy yksi pumppu ja mikäli imualtaan pinta ei lähde laskemaan asetetun ajan puitteissa, käynnistyy rinnalle seuraava pumppu. Imualtaan pinnan lähtiessä laskemaan ei enää uusia pumppuja käynnisty jo käynnissä olevien rinnalle.

Pumppaamoon rakennettiin mahdollisuus käyttää pumppuja manuaalisesti paikan päältä esimerkiksi automaatiojärjestelmän ollessa pois käytöstä häiriö- tai huoltotilanteessa. Käsikäyttöä varten pumppaamon imualtaaseen laitettiin pintavippa, jonka avulla manuaalista pumppausta hallitaan. Pintavippa antaa käynnistymisluvan pumpuille manuaalisessa ohjauksessa. Käynnistyslupa tarkoittaa, että pumppaamon imualtaassa on riittävästi nestettä ja näin ollen kuivakäynnin vaaraa ei ole. Manuaalisen pumppauksen saatuttaessa pintavipalle asetetun alarajan pumput pysähtyvät automaattisesti. Käsikäyttöä varten jokaiselle pumpulle määriteltiin käsi-automatio-nolla kytkimet, joiden ollessa käsi-asennossa pumppuja voidaan käyttää taajuusmuuttajan näyttöpaneelistä. Normaalisti kytkimet ovat automaatio-asennossa, jolloin pumppausta ohjataan automaatiojärjestelmästä käsin.

Pumppukohtaisiin paineputkiin määriteltiin painekeytkimet, joiden tarkoituksena on estää pumppaus ylipainetilanteen sattuessa. Ylipaine voi aiheutua painepuolen venttiilien ollessa kiinni tai putkiston tukkeutuessa. Lisäksi pumppukohtaiseen paineputkeen määriteltiin mekaaniset painemittarit, joiden avulla käyttäjä pystyy lukemaan paineen ollessa esimerkiksi tarkastelemassa pumppujen toimintaa.

Tilaaajan esittämän toiveen mukaisesti pumppaamolle suunniteltiin virtaamamittaus. Pumppaamolta lähtevä virtaamamittaus päädyttiin rakentamaan ultraäänivirtaamamittarilla. Pumppaamon sisältä lähtevät paineputket yhdistyvät toisiinsa laitoksen piha-alueella, joten saadaksesen tietoon laitoksen kokonaisvirtaaman oli virtaamamittaus suunniteltava piha-alueelle. Päädyimme yhdessä kohteen pääsuunnittelijan kanssa tulokseen, että virtaamamittausta varten pumppaamon piha-alueelle rakennetaan lujitemuovinen kaivo, johon virtaamamittarin anturit asennetaan.

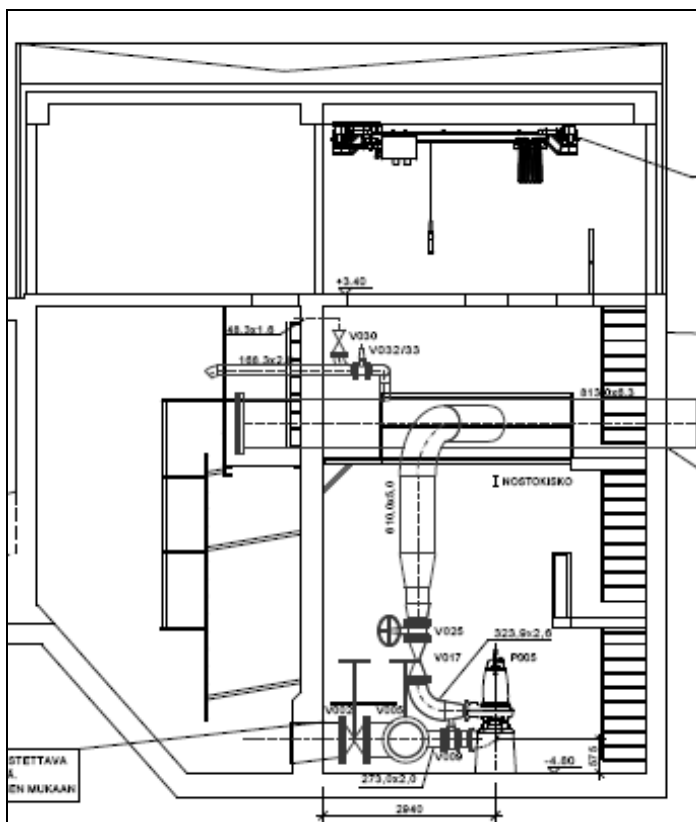
6.6.4 Toteutussuunnitelmat

Pumppaamon koneisto- ja putkistosuunnitelmien luonnokset, laitoksen pumppauksen toiminta, ja alustava laite-erittely esiteltiin tilaajalle suunnittelukokouksen yhteydessä. Tilaaja hyväksyi luonnokset suunnittelukokouksessa ja tältä pohjalta toteutussuunnitelmia ryhdyttiin valmistelemaan.

Toteutussuunnitelmien teko käynnistyi tehtyjen luonnoksien pohjalta. Toteutussuunnittelussa täydennetään luonnokset suunnitelmiksi, jotka liitetään osana pumppaamon urakkatarjouskyselyyn.

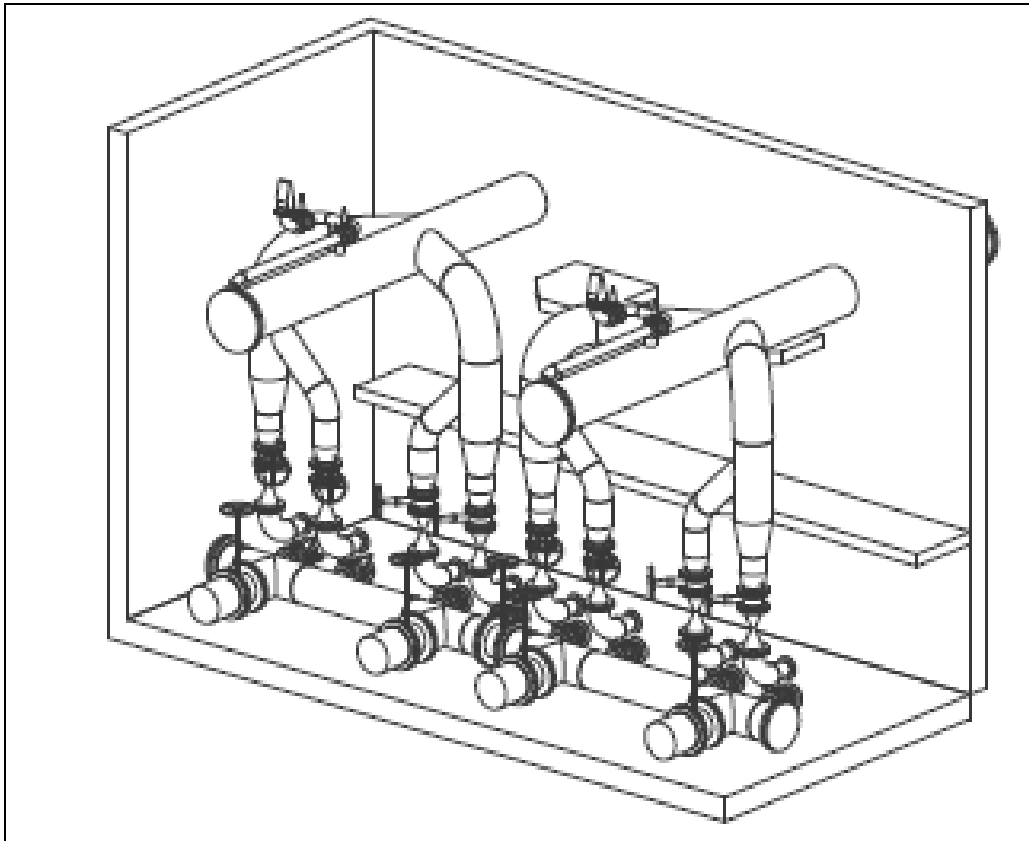
Taso- ja leikkauspiirustukset

Pumppaamosta oli käytössä pääpiirustukset dwg-muodossa. Itse putkiston suunnittelun suoritin Autocad-ohjelmistoon 3D:nä. Yrityksellämme on käytössä Autocad-lisäosa, jonka avulla 3D-mallista saadaan tuotettua taso- ja leikkauspiirustuksia kaksiulotteisesti. Putkistopiirustuksista tulee käydä ilmi rakennettavat putkistot. Piirustuksiin merkitään putkikoot, pääputkistojen mitat rakenteista ja laitteiden positiot on oltava näkyvissä.



KUVA 8. Valmis putkiston leikkauspiirustus (LIITE 3)

Kuten tässä tapauksessa kohteen putkiston ollessa monimutkainen, on minulla tapana tehdä valmiista putkistosta isometrinen havainnekuva urakoitsijaa varten. Kuvan tarkoituksena on saada putkiston tekijälle mahdollisimman hyvä kuva kokonaisuudesta, jotta tekijän on helpompi hahmottaa omaa tekemistä. Havainnekuvaan ei ole tarpeen osoittaa laitteita ja mitoituksia tarkemmin.



KUVA 8. Valmiin putkiston isometrinen havainnepiirustus.

Laite-erittely ja yleinen koneistotyöselostus

Laite-erittelyluonnos täydennettiin toteutussuunnittelussa. Pumppaamon laite-erittelystä käy ilmi kaikki laitteistot mitä on tarkoitus sisällyttää pumppaamon urakkaan. Laite-erittelyssä mainitaan myös putkistoissa käytettävät materiaalit.

Yleisen koneistotyöselostuksen tarkoitus on määrittää kohteen työn yleiset suoritusperiaatteet. Koneistotyöselostus on yleinen ohje urakoitsijalle, joita täydennetään muiden suunnitelmien avulla. Koneistotyöselostuksesta käy ilmi muun muassa putkiston rakentamisessa käytettävät standardit ja selostus sisältää toimintaohjeet laitoksella suoritettavista tarkastuksista ennen laitoksen käyttöönottoa.



KUVA 9. Kuva pumppaamosta saneerauksen valmistuttua.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä opinnäytetyössä kerrottiin kunnallisen vesilaitoksen laitossuunnittelun eteneminen yleisesti hankkeena ja laitoshankkeen yleiset suunnittuperusteet putkisto- ja koneistosuunnittelija näkökulmasta. Lisäksi työssä esiteltiin erään kunnan jätevedenpumpun koneisto- ja putkistosuunnittelun eteneminen todellisuudessa.

Kunnallinen laitossuunnitteluhanke koostuu useista eri vaiheista. Hankkeen suunnittelun lähtökohdat muodostuvat hankkeen koosta. Suuremmissa hankkeissa täytyy suunnittelun edetä johdonmukaisesti aina esisuunnittelusta toteutussuunnitteluun ja urakan kilpailutukseen. Pienemmissä hankkeissa esimerkiksi pumppujen tai putkiston saneerauksissa tai jäteveden puhdistuksessa käytettävien laitteiden saneerauksen suunnittelussa jätetään esi- ja yleissuunnittelu tekemättä ja siirrytään suoraan toteutussuunnittelun luonnosvaiheeseen. Usein pienessä hankkeessa suoritettavat toimenpiteet päätetään konsultin ja tilaajan välisen keskustelun perusteella. Mielestäni kyseinen toimintapa pienemmissä hankkeissa on varsin toimiva, koska näin saadaan tilaajan toiveiden mukainen lopputulos kustannustehokkaasti. Usein hankkeiden aikataulu edellyttää myös suunnittelun läpiviemistä riittävän nopealla aikataululla ja näin ollen isompiin vaihtoehtojen vertailujen arviointiin ei jää aikaa pienemmissä hankkeissa.

Laitoshankkeiden urakkakilpailutus perustuu hankintalain 349 mukaisiin menettelyihin ja kilpailutus suoritetaan yleensä rajoitetulla menettelyllä. Rajoitettu menettely sopii hyvin kunnallisten vesilaitoshankkeiden kilpailutusmuodoksi, koska menettelyllä saadaan rajattua urakoitsijat, joille tarjouspyyntö kohteesta lähetään toimijoihin, joilla on vaadittavaa kokemusta vesilaitosrakentamisesta. Rajoitetun menetelmän heikkous on siinä, että se rajoittaa avointa kilpailua, estää toiminnan kehittymistä ja kustannustehokkuuden kasvua estämällä uusien toimijoiden pääsyä alalle. Pahimmillaan rajoitettu kilpailuttaminen voi johtaa hankintojen kartellisoitumiseen. Suomessa yleisenä tavoitteena on kilpailutuksen varmistamisessa on pidetty viittä urakan tarjoajaa, vaikka Euroopan Unioni sallii myös kolmen tarjoajan mallin.

Putkisto- ja koneistosuunnittelijan näkökulmasta hankintain 349 mukaisesti alle EU kynnysarvojen alittavissa urakoissa on suunnittelijan mahdollisuus valita kohteessa käytettävät koneet ja laitteet nimeämällä ja yksilöimällä ne käyttämättä vain esimerkkilaitteita. Ilman tilaajan selkeää pyyntöä käyttää tiettyä konetta tai laitetta on minulla kui-

tenkin tapana käyttää ilmoittaa käytettävät koneet ja laitteet vain esimerkkilaitteina jättäen urakoitsijalle mahdollisuuden valita mahdollisimman kustannustehokas vaihtoehto.

Putkisto- ja koneistosuunnitteluun on olemassa suuri määrä erilaisia standardeja ja ohjeita kuinka suunnitelmat tulisi tehdä. Standardit määrittävät putkistojen, venttiilien, laitteiden ja muiden suunnittelussa käytettävien osien paineluokat ja valmistusmitat ja asennusohjeiston. Näiden avulla jo hieman kokemusta saanut suunnittelija pystyy ja tarkistamaan suunnitelmien oikeellisuuden. Aloittelevan suunnittelijan täytyy mielestäni työnuran alkupuolella tukeutua kokeneemmilta suunnittelijoilta saamiin ohjeisiin ja neuvoihin. Talous- ja jäteveden siirtoon ja puhdistukseen liittyvässä suunnittelussa on käytössä erilaisia laitteistoja ja koneita, jotka ovat tehty palvelemaan vain näitä aloja, joten kokemusten perusteella tapahtuva suunnittelu tuottaa monesti hyvän lopputuloksen. On lähes mahdotonta ruveta ilman kokemuksia vesihuollon suunnittelusta ruveta tekemään suunnitelmia kunnalliseen vesihuoltoon.

Opinnäytetyön Case käsitteli jätevedenpumppaamon saneeraukseen liittyvää putkisto- ja koneistosuunnittelua. Kyseinen kohde oli esimerkki kohteesta, jonka suunnittelu käynnistyi suoraan toteutussuunnittelun luonnosvaiheella, jossa tilaaja antoi tiedot nykyisestä järjestelystä ja pyysi ratkaisua ongelmaan. Mielestäni suunnitteluryhmä onnistui kohteen ideoinnissa hyvin ja huolimatta putkiston monimutkaisuuden ja tilan tuomista rajoitteista sain putkiston suunniteltua hyvin toteutettavaksi. Idea imutukin lisäämisestä pumppaamolle miellytti tilaajaa ja uskon, että myöhemmin vastaavanlaisissa saneeraus kohteissa voidaan tätä idea hyödyntää. Putkisto- ja koneistosuunnitelmien taso kohteessa edustaa hyvin tämän tyyppisessä suunnittelussa tuotettavia suunnitelmia, jossa urakoitsijalle annetaan riittävät suunnitelmat kohteen rakentamiseen. 3D suunnittelun avulla pystyn tuottamaan putkiston tasokuvia ja käyttämään putkiston 3D mallia hyväkseni putkistokokonaisuuden hahmottamiseksi. Toistaiseksi AIRIX Ympäristö Oy:llä ei ole käytössä muuta 3D suunnittelua kuin putkistosuunnittelu, joten suunnitelmien yhteensovittaminen 3D maailmaan ei mahdollista. Mikäli rakennukset mallinnettaisiin myös 3D:nä, voisi putkiston sijoittaa rakenteisiin ja esimerkiksi putkiston törmäystarkastelu onnistuisi 3D:nä.

8 LÄHTEET

KARTTUNEN E, 2004. RIL 124-2. Vesihuolto II. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto ry. Karttunen, Erkki. Helsinki 2004.

Hankintalaki. Laki vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista 30.3.2007/349

HILMA julkiset hankinnat 2010. Luettu 1.11.2011. www.hankintailmoitukset.fi

JULKISET HANKINNAT 2011. Luettu 21.11.2011
http://hankinnat.fi/k_etusivu.asp?path=1;161;120419

TUKES 3/2009. painelaitedirektiivin soveltamisohjeet. luettu 2.11.2011.
http://www.tukes.fi/Tiedostot/julkaisut/3_2009.pdf

KSE 1995, Konsulttisopimuksen yleiset sopimusehdot. saatavissa
http://www.skolry.fi/julkaisut/suunnittelu_ ja_konsulttisopimukset_sopimusehdot

Suomen rakentamismääräyskokoelma D1 Ympäristöministeriön asetus kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteista. 24.1.2007

PSK 2401 Putkiston virtausnopeudet 4.6.2009. PSK Standardisointiyhdistys ry. saatavissa: <http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/Standardiluettelo.htm>

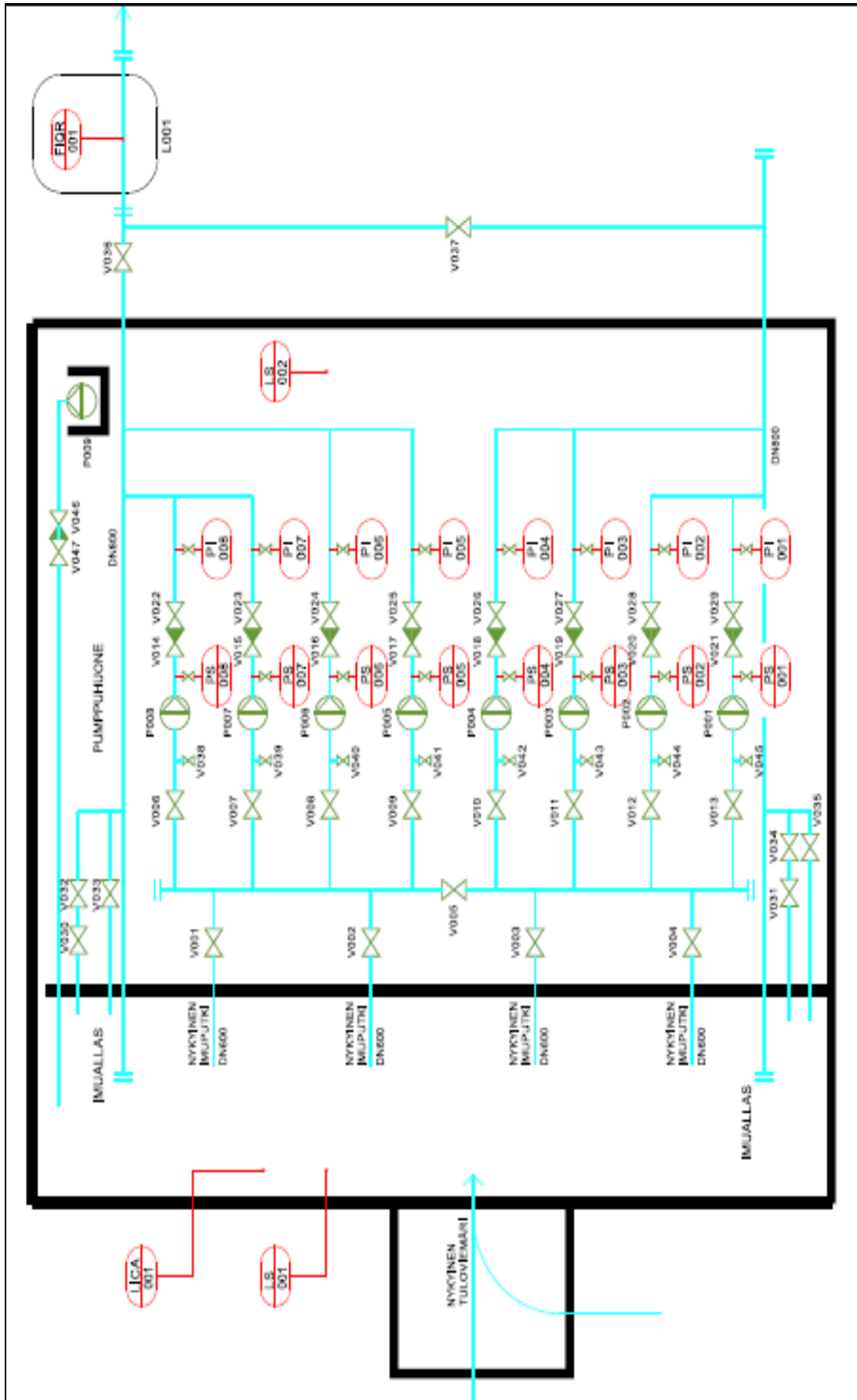
PSK 0201 Teollisuusventtiilit. Valinta ja käyttösuositus 8.9.2011. PSK Standardisointiyhdistys ry. saatavissa:
<http://www.psk-standardisointi.fi/Alasivut/Standardiluettelo.htm>

Haronen, R. AIRIX Ympäristö Oy, Toimialajohtaja, DI, SNIL, RAPS. 2011. Haastattelut 12.5.2011 ja 21.11.2011. Haastattelija Rantala, H. Ei litteroitu

Takamaa, E. AIRIX Ympäristö Oy. Projektipäällikkö (Ins.).2011. Haastattelu 5.9.2011. Haastattelija Rantala, H. Ei litteroitu

PUMPPAAMON VIRTAUSKAAVIO

LIITE 1



PUMPPAAMON LEIKKAUSPIIRUSTUS

LIITE 3

