

Nikke Määttä

**VOIMALAITOKSEN VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMIEN
SUUNNITTELU**

VOIMALAITOKSEN VESI- JA VIEMÄRIJÄRJESTELMIEN SUUNNITTELU

Nikke Määttä
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikka, LVI-suunnittelu

Tekijä(t): Nikke Määttä

Opinnäytetyön nimi: Voimalaitoksen vesi- ja viemärijärjestelmien suunnittelu

Työn ohjaaja(t): Mikko Niskala

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2015

Sivumäärä: 33 + 7 liitettä

Suunnittelun kohteena oli kaasuvoimalaitos Meksikossa. Työn tilaajana oli Citec Oy, joka on kansainvälinen suunnitteluyritys.

Työn tavoitteena oli tehdä toteutuskelpoiset vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitelmat voimalaitokseen, sen alueelle ja rakennuksiin. Suunnitelmat tehtiin MagiCAD-suunnitteluohjelmalla ja 3D-mallinnukset NavisWorks- ja PDMS-mallinnusohjelmilla.

Opinnäytetyössä keskityttiin pääasiassa voimalaitoksen ja sen alueen viemäroinnin suunnitteluun, mutta työssä on kuitenkin myös osioita käyttövesijärjestelmistä. Työssä on kerrottu laajalti teoriaa vesi- ja viemärijärjestelmistä Suomen rakennusmääräyskokoelman (myöh. RakMK) osan D1 mukaisesti. Voimalaitoksen viemärijärjestelmien erikoisuuksista löytyy myös oma osio.

Asiasanat: LVI-suunnittelu, viemärointi, käyttövesi, voimalaitos

ALKULAUSE

Tämä projekti, jossa sain olla mukana, oli erittäin mielenkiintoinen ja opettavainen. Haluan kiittää Citec Oy:ta tästä mahdollisuudesta ja Citecin työntekijöitä, jotka ovat opastivat minua työhön liittyvissä asioissa.

Paikka ja päiväys

Allekirjoitus

Nimen selvennös

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKULAUSE	4
SISÄLLYS	5
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 VIEMÄRÖINTI	9
2.1 Mitoitus	9
2.2 Kaltevuus	10
2.3 Määräykset	10
2.4 Ääni	11
3 KÄYTTÖVESI	12
3.1 Määräykset	12
3.2 Mitoitus	12
4 VOIMALAITOKSEN VIEMÄRÖINTI	13
4.1 Musta vesi	13
4.2 Pumppaamot	13
4.3 Harmaa vesi	14
4.4 Sadevesi	15
4.5 Öljypitoinen jätevesi	15
4.6 Kemikaalipitoiset jätevedet	15
4.7 Tarkastuskaivot	16
5 SUUNNITTELUN KOHDE	19
5.1 Wärtsilä W18V50SG	19
5.2 Olosuhteet	21
6 SUUNNITTELU	22
6.1 Moottorihalli	22
6.1.1 Viemäröinti	23
6.1.2 Käyttövesi	23
6.2 Sosiaali- ja toimistorakennus	24
6.2.1 Viemärit	25
6.2.2 Käyttövesi	26

6.3 Asemakaava	26
6.3.1 Viettoviemärin lakennallinen mitoitus	26
6.3.2 Kemikaalipitoiset jätevedet	29
6.3.3 Paineviemärit	29
6.4 Sadevesi	30
6.5 3D-mallinnus	31
7 YHTEENVETO	32
LÄHTEET	33

SANASTO

Harmaa vesi	Sisältää hyvin vähän saastuttavia aineita
Hulevesi	Rakennetuilta alueilta poisjohdettava sade- ja sulamisvesi
Musta vesi	Jätevesi, joka sisältää haitallisessa määrin vieraita tai kiinteitä aineita, kuten esimerkiksi WC-pöntöstä syntyvä jäte.

1 JOHDANTO

Tämä lopputyön aihe tuli mieleeni suunnitellessani samankaltaisia projekteja kesätöissä Citec Oy:llä 2015. Juttelin ohjaajani kanssa työpaikalla projekteista, jotka olisivat hyviä opinnäytetyöhön ja valinta oli lopuksi helppo. Tässä kyseisessä voimalaitoksessa oli parhaat puitteet vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluun sen monipuolisuuden vuoksi.

Työn tavoitteena on suunnitella vesi- ja viemärijärjestelmät voimalaitokseen, alueeseen ja sen muihin rakennuksiin. Samaan projektiin kuuluu myös 3D-mallinnukset kahteen eri ohjelmaan sekä materiaalilistojen tekeminen. Työssä kuitenkin keskitytään pääasiassa viemärijärjestelmiin ja niiden suunnitteluun, mutta käydään myös asioita läpi vesijärjestelmistä pääpiirteittäin.

2 VIEMÄRÖINTI

Viemäröinnillä tarkoitetaan putkistoa, joka ohjaa esimerkiksi huleveden eli su-
lamis- ja sadeveden pois talon perustuksista. Yleisimmin viemäröinnillä tarkoite-
taan kuitenkin jätevesiviemäreitä. Viemäriputket sijoitetaan rakennukseen tai
maan alle, riippuen käyttötarkoituksesta ja kohteesta. Materiaaleina käytetään
yleensä muovia tai valurautaa, mutta on olemassa myös ruostumattomasta ja
hapon kestävästä teräksestä sekä betonista tehtyjä viemäriputkia. (1.)

Rakennuksen viemäriputket ohjataan normaalisti lähellä olevaan suurempaan
kokoojaputkeen, joka jossakin yhdistyy suurempaan runkoviemäriin. Runko-
viemäri johtaa jätevedenpuhdistamolle ja sieltä puhdistettu jätevesi lasketaan
jokeen, järveen tai merelle. (1.)

Kemiallisia yhdisteitä tai öljyä sisältäviä vesiä varten on omat viemärit, jotka
johdetaan omiin keräyskaivoihin tai altaisiin. Edellä mainittuja vesiä ei saa las-
kea jäteveden sekaan. (1.)

2.1 Mitoitus

Viemäreiden mitoitusperusteena käytetään viemäripisteiden käytön todennä-
köistä samanaikaisuutta. Kaikkia viemäripisteitä ei kuitenkaan samanaikaisesti
käytetä, joten suurin todennäköinen virtaama eli mitoitusvirtaama on pienempi
kuin viemäriin liitettyjen normivirtaamien summa. (2, s.46)

Tuuletetulle ja tuulettamattomalle viemäriin on omat mitoitusohjeet. Myös put-
kimateriaali vaikuttaa mitoitukseen. Hulevedelle käytetään eri mitoitusperusteita
kuin jätevedelle.

Mitoituksessa on otettava huomioon myös rajoituksia. Esimerkiksi maahan sijoi-
tettavan viemäriin ja tuuletusviemäriin vähimmäisputkikoko on DN 70 ja WC-
istuimeen kytkettävän viemäriin putkikoko on DN 100. (2, s.47)

Täydelliset mitoitusohjeet taulukoineen löytyvät RakMK:n osasta D1.

2.2 Kaltevuus

Viemärointi suunnitellaan yleensä viettoviemäriksi. Jos viemäripiste sijoittuu padotuskorkeuden alapuolelle, viemärit ohjataan jäteveden pumppaamoon, josta se johdetaan paineviemärillä runkoviemäriin. (2, s.46.)

Kytkentäviamärien vähimmäiskaltevuudeksi on määrätty 10 ‰, eli laskua viemärille on oltava 10 mm yhtä metriä kohden. WC-istuimen kytkentäviamärille ja siihen liittyvän vaakakokoojan vähimmäiskaltevuus on 20 ‰. Minimi kaltevuu- den määrää itsepuhdistuvuus virtaama. (2, s.46.)

Hulevesiviemäreiden kaltevuus on yleensä pienempi kuin jätevesiviemäreillä, koska huleveden mukana ei pitäisi kulkea mitään roskia tai jätettä, jotka voisivat aiheuttaa tukoksia. Hulevesi mitoitetaan 100 ‰:n täyttöasteella ja musta jätevesi mitoitetaan 50 ‰:n täyttöasteella.

2.3 Määräykset

Jätevesilaitteisto on suunniteltava ja asennettava siten, ettei siitä aiheudu terveydellistä vaaraa, viemäritulvia, epämiellyttäviä hajuja, melua tai muita haittoja. Jätevesiviemäriin ei saa kaataa vahingollisia aineita, joista on haittaa jätevesijärjestelmälle tai vesihuoltolaitoksen toiminnalle. Vesihuoltolaitokseen liittämättömän viemärijärjestelmän jätevedet on käsiteltävä siten, ettei niistä aiheudu ympäristölle vaaraa tai haittaa. (2, s.19.)

Huonetilat, joissa esiintyy tulvimisvaaraa tai joiden lattiat on voitava huuhdella vedellä, on varustettava tarkoitukseen soveltuvalla viemäripisteellä, esimerkiksi lattiakaivolla, mikäli jätevettä ei voida viemäroidä muulla tavalla haitatta. (2, s.19.)

Jätevesilaitteistoon ei saa asentaa sulkulaitteita ilman erityistä syytä. Poikkeuksena voidaan sanoa esimerkiksi väestönsuoja, johon asennetaan väestönsuojan puolelta suljettavissa oleva sulkuventtiili. (2, s. 20.)

Viemäri on asennettava maahan tai rakenteisiin siten, ettei siihen pääse syntymään haitallista painauma ja siten, että se kestää mahdolliset kuormitukset tai muiden materiaalien tai maaperän syövyttävyyden vaikutukset. (2, s. 24.)

Jätevesilaitteiston materiaalin on oltava sellaista, että se kestää ja toimii oikein suunnitellun käyttöiän ajan. Jätevesilaitteisto liitoksineen on oltava tiivis. (2, s. 24.)

Jätevesilaitteisto tulee varustaa tarpeellisin erotin- ja käsittelylaittein, jos jätevesi sisältää haitallisessa määrin joitakin seuraavia aineita:

- 1) hiekkaa, lietettä tai muita kiinteitä aineita
- 2) rasvaa tai muita aineita, jotka erottuvat jäteveden jäähtyessä
- 3) bensiiniä, muita palo- ja räjähdysalttiita aineita, öljyä tai muita aineita, jotka eivät liukene veteen
- 4) syövyttäviä aineita tai
- 5) raskasmetalleja tai muita ympäristölle haitallisia aineita.

Erotrin- ja käsittelylaitteet on tehtävä ja sijoitettava siten, että ne ovat helposti huollettavissa ja tyhjennettävissä ja ettei niistä aiheudu terveydellistä haittaa. Erottimien on oltava käyttövarmoja.

Öljyn- ja rasvanerotimissa on oltava varastotilan täyttymisen ilmaiseva hälytysautomaatiikka. Öljyn- ja tarvittaessa rasvanerotimet varustetaan näytteenotokaiivoin. Jos onnettomuusriski on suuri, varustetaan öljynerotin automaattisella sulkijalaitteella. (2, s. 24.)

Viemärijärjestelmien määräykset kokonaisuudessaan löytyvät RakMK:n osasta D1

2.4 Ääni

Rakennukseen asennettava viemäri on sijoitettava niin, ettei siitä aiheudu häiritsevää melua. Melun minimoimiseksi pyritään välttämään pystyviemäreiden suunnanmuutoksia. Pystyviemäreiden asennus pyritään tekemään sellaiseen tilaan, joka ei ole ääniteknisesti vaativa, kuten makuuhuone tai olohuone. (2, s. 23.)

3 KÄYTTÖVESI

3.1 Määräykset

Kiinteistön vesilaitteistosta otettavan veden tulee olla sellaista, että sen käytöstä ei aiheudu terveydellistä tai muuta haittaa tai vaaraa. Vesilaitteistosta on saatava käyttötarkoitukseen nähden riittävästi vettä. (2, s. 6.)

Vesilaitteisto on sijoitettava kiinteistöön tarkoituksenmukaisesti. Sen tulee olla riittävän kestävä ja käyttövarma sekä muilta ominaisuuksiltaan sellainen, että sitä voidaan käyttää ilman tapaturman tai hygieenisten haittojen vaaraa. Vesilaitteiston suunnittelussa ja toteuttamisessa on otettava huomioon hyvän energiatalouden vaatimukset. (2, s. 6.)

Vesilaitteisto on tehtävä sellaiseksi, että veden kanssa kosketukseen joutuvista materiaaleista ei irtoa tai liukene veteen haitallisessa määrin terveydelle haitallisia tai vaarallisia aineita. Veden on säilyttävä jatkuvasti laatuvaatimukset täyttävänä. Vesilaitteiston materiaaleina on käytettävä käyttötarkoitukseen sopivia laadultaan testattuja ja tarkastettuja materiaaleja. (2, s. 7.)

Vesijärjestelmien määräykset kokonaisuudessaan löytyvät RakMK:n osasta D1.

3.2 Mitoitus

Vesilaitteiston täytyy kestää vähintään 1000 kPa sisäistä ylipainetta ja vesilaitteisto on mitoitettava vallitsevat paineolosuhteet huomioon ottaen. Vesikalusteista täytyy saada riittävä virtaama käyttötarkoitukseen nähden ilman haitallisia paineiskuja ja häiritsevää melua. (2, s. 12.)

4 VOIMALAITOKSEN VIEMÄRÖINTI

Voimalaitoksen ja sen alueen viemäröinnissä käytetään useita eri viemäriverkostoja. Osalle verkostoa rakennetaan omat keräyskaivot ja osa johdetaan kunnan verkostoon.

Teollisuusjätevesien eli ns. asumisjätevesistä poikkeavien jätevesien laatu vaihtelee merkittävästi teollisuudenalan mukaan. Viemäriin laskettavien teollisuusjätevesien laatua rajoitetaan ympäristöluvista, vesihuoltolaitosten yleisissä määräyksissä ja teollisuusjätevesisopimuksissa määrätyillä raja-arvoilla. Yleisissä määräyksissä on raja-arvoja mm. raskasmetalleille ja rasvalle. (4.) Osa rajoituksista perustuu siihen, että tietyt kemikaalit voivat muodostaa riskin vesihuoltolaitoksen työntekijöille tai aiheuttaa jätevesiverkoston korroosiota (5, s.154).

Teollisuuslaitoksilta voidaan tarvittaessa edellyttää jäteveden esikäsitteilyä ennen sen johtamista viemäriin. Teollisuuslaitoksilla on myös omia jätevedenpuhdistamoita, joissa puhdistettu vesi voidaan johtaa vesistöön laitosten ympäristölupien mukaisesti. (5, s.154.)

4.1 Musta vesi

Mustaa jätevettä voimalaitoksen alueelta kertyy sosiaalituloja sisältävistä rakennuksista. Jätevesi johdetaan jätevesisäiliöön ja sieltä kunnan verkostoon. Jätevedelle on myös keräyssäiliöitä, jotka tyhjennetään erikseen.

4.2 Pumppaamot

Voimalaitoksen jätevesiverkostoon joudutaan usein asentamaan välipumppaamoja, koska välimatka jätevesisäiliöön voi kasvaa liian suureksi ja viettoviemäriin kaltevuus ei riitä.

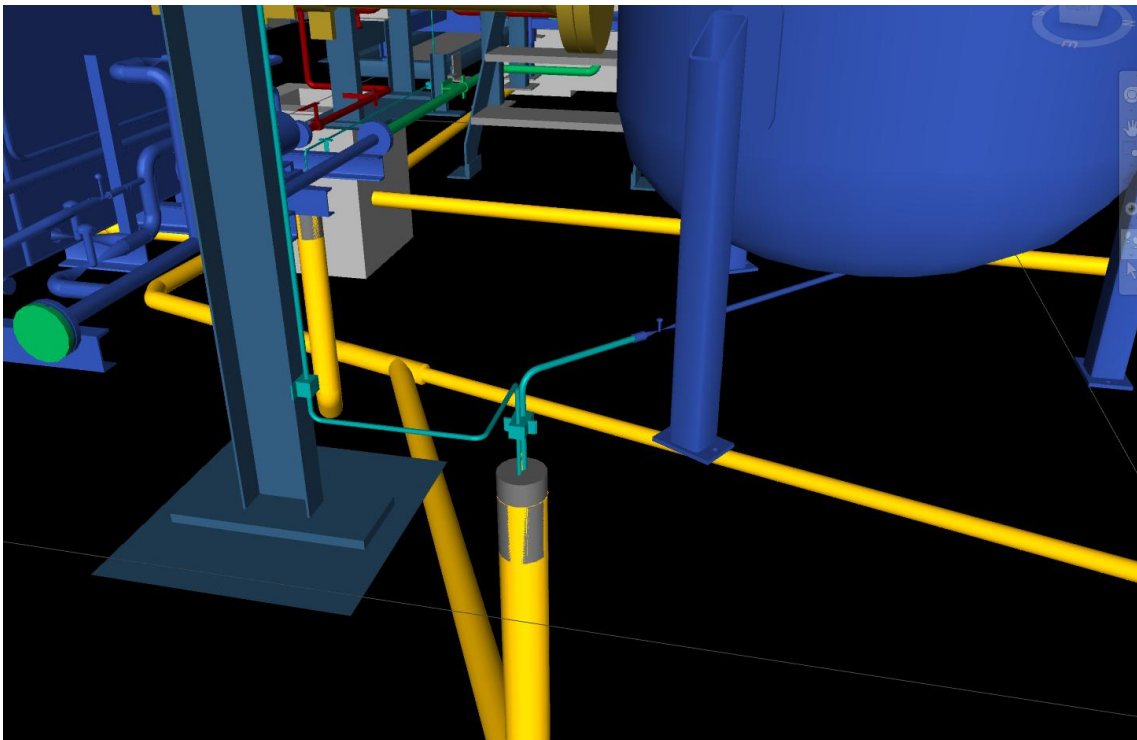
Pumppaamon tarkoituksena on nostaa jätevesiputkiston korkeutta niin, että se nousee mitoitettun padotuskorkeuden yläpuolelle ja täten voidaan johtaa jätevesisäiliöön.

Pumppaamoja kuitenkin vältetään, koska ne lisäävät kustannuksia ja saattavat vähentää verkoston luotettavuutta. Usein pyritään etsimään toisenlaista ratkaisua, esimerkiksi koko rakennuksen siirtoa suunnitteluvaiheessa. Jätevesisäiliön korkeuden muuttaminen voi olla mahdotonta, koska sille määrätty korkeus voi olla ehdoton minimi kunnan viemäriin johtamista varten.

4.3 Harmaa vesi

Voimalaitoksen harmaat vedet ovat ympäristölle harmittomia ja ne voidaan täten johtaa suoraan sadevesiverkoston. Harmaan veden vesipisteitä ovat esimerkiksi kondenssivesien poistoputket, hätäsuihkujen lattiakaivot ja mahdolliset jäähdytysaltaiden vedet, jos ne ovat kemikaalivapaita.

Harmaan veden vesipisteitä voidaan liittää myös muihin verkostoihin, mikäli sadevesiverkoston liitännä on kauempana tai muuten vaikeammin liitettävissä (kuva 1).



KUVA 1. Kondenssiveden johtaminen öljyvesiverkoston

4.4 Sadevesi

Yleensä voimalaitokset kattavat laajan alueen, joka voi olla rankan sateen vaikutuksen alainen. Tapauksissa, missä ei ole mahdollista rakentaa maan päälläistä sadevesijärjestelmää kaivannoilla ja ojilla, täytyy rakentaa maanalainen sadevesiputkisto ja sadevesikaivot. Sadevesijärjestelmän tarkoituksena on estää voimalaitoksen alueen tulviminen ja johtaa sadevesi turvallisesti pois alueelta. (3, s.5.)

4.5 Öljypitoinen jätevesi

Öljyvesiviemärit käsittelevät kaikenlaista öljystä saastunutta jätevettä, joka on peräisin voimalaitoksen eri prosesseista. Öljystä saastuneet vedet on johdettava keräyskaivoihin maanalaisen putkiston avulla. (3, s.5)

Enimmät öljypitoiset jätevedet ovat peräisin itse voimalasta ja sen moottoreista.

Öljyisen jätevesiviemäriin materiaalina voimalan sisällä käytetään ruostumatonta terästä, jotta se kestää kovan kuumuuden omaavan höyrypuhdistuksen.

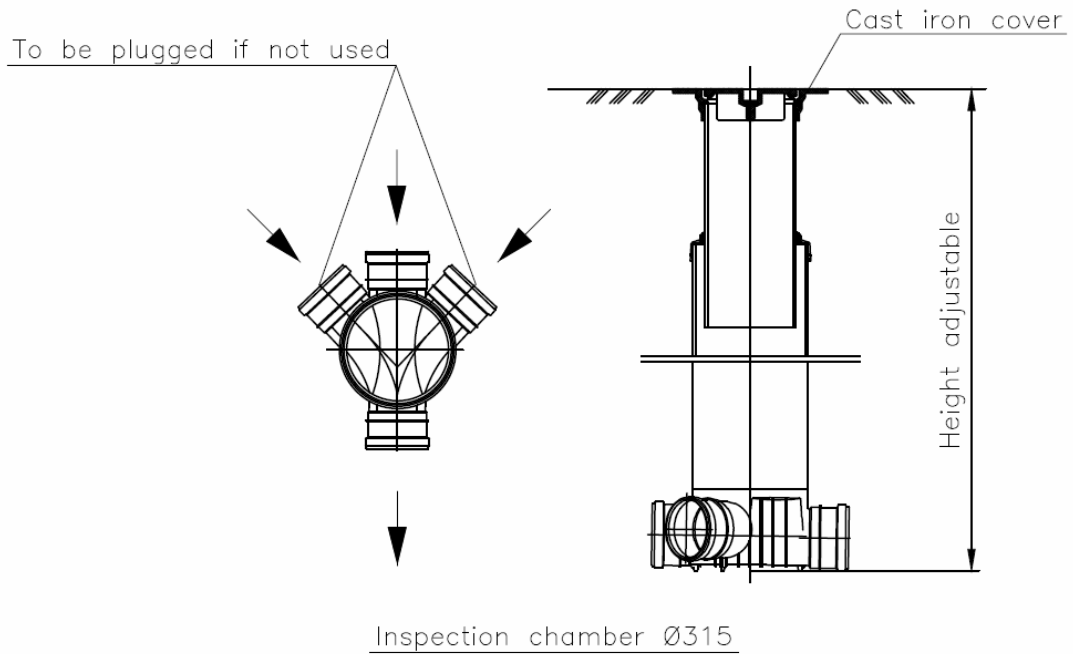
4.6 Kemikaalipitoiset jätevedet

Kemikaalivesiviemärit käsittelevät kaikenlaista kemikaaleista saastunutta jätevettä, joka on peräisin voimalaitoksen eri prosesseista. Kemikaalivedet johdetaan käsittelysäiliöön.

Kemikaalipitoiseen jätevesijärjestelmään on mahdollista johtaa myös harmaata vettä ja öljynerottimen kautta tullutta jätevettä

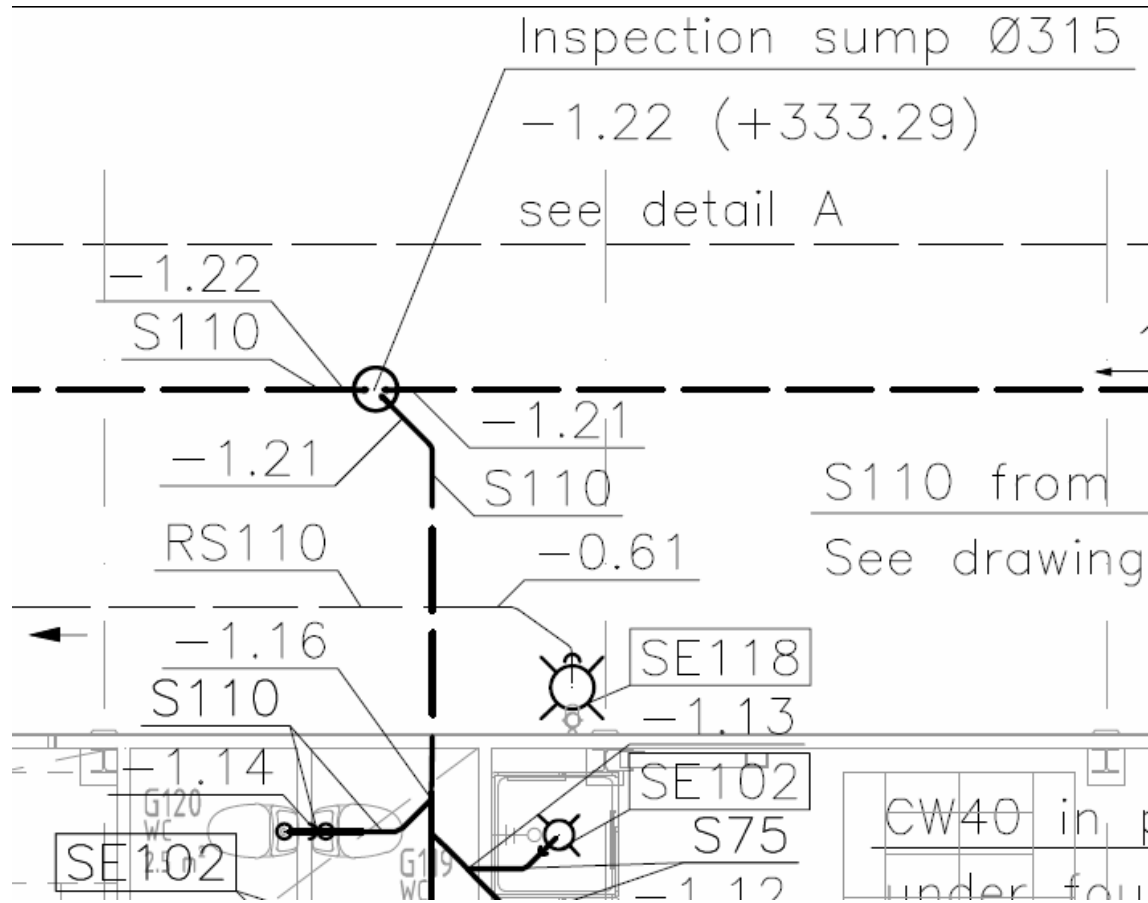
4.7 Tarkastuskaivot

Tarkastuskaivoja suunnitellaan useisiin paikkoihin viemäriverkostoihin. Yleisimmät paikat tarkastuskaivolle ovat viemäriverkoston liitäntäkohdat. (Kuva 2)



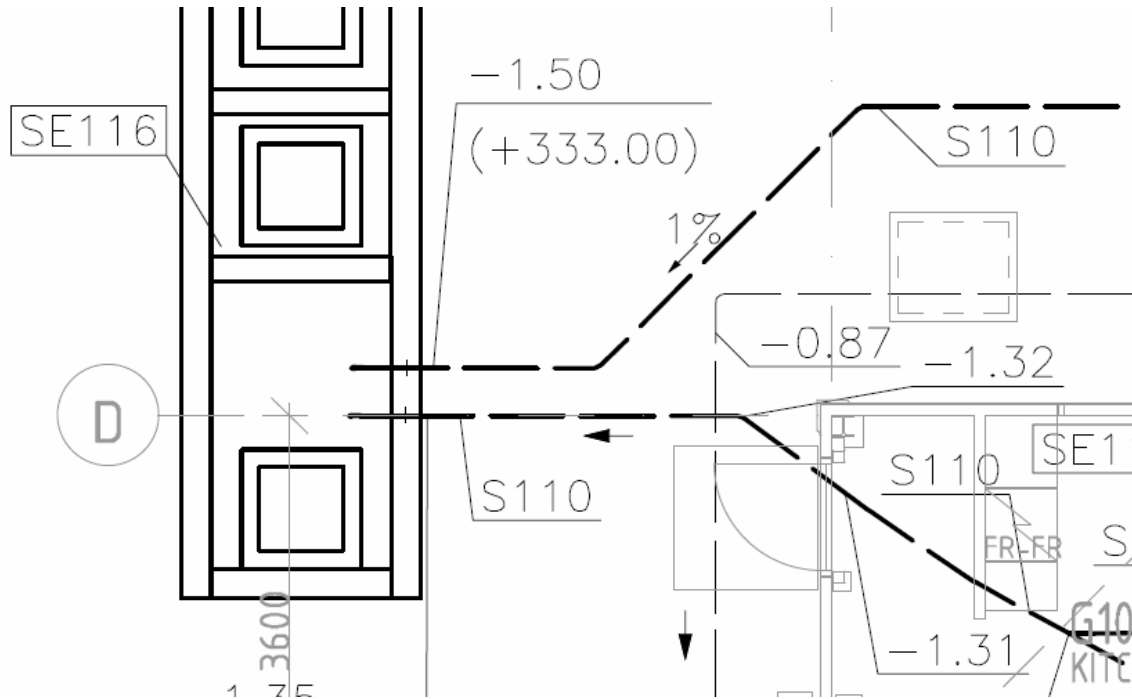
KUVA 2. Tarkastuskaivo

Rakennuksen perusmuurin lävistävä viemäri varustetaan välittömästi perusmuurin ulko- tai sisäpuolisella puhdistusaukolla. Puhdistusaukkojen välinen etäisyys saa olla enintään 20 m. (Kuva 3)



KUVA 3. Rakennuksen sijainti ja tarkastuskaivon asennus

Tarkastuskaivon asennuksen voi myös välttää, mikäli jätevesisäiliö on tarpeeksi lähellä rakennusta ja jätevesi voidaan johtaa suoraan sinne (kuva 4)

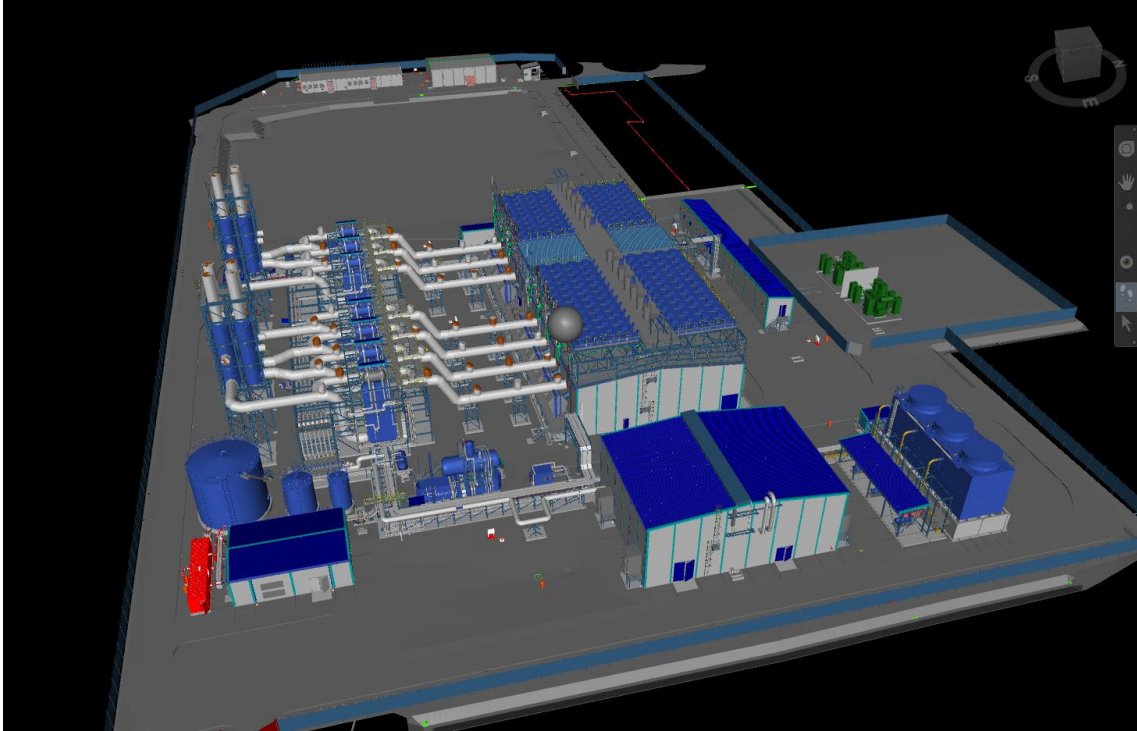


KUVA 4. Rakennuksen verkoston liitäntä ilman tarkastuskaivoa

Voimalaitoksen alue on suuri, joten viemäriverkoston pituus voi kasvaa todella suureksi ja tarkastuskaivoja asennetaan 30 metrin välein puhdistusmahdollisuuden takaamiseksi. RakMK:n osan D1 mukaan tarkastuskaivojen välinen enimmäisetäisyys on 40 metriä rakennuksen perusmuurin ulkopuolella.

5 SUUNNITTELUN KOHDE

Suunnittelun kohteena on Wärtsilän voimalaitos Meksikossa, jonka sydämenä toimii seitsemän kappaletta Wärtsilän W18V50SG-kaasumoottoreita (kuva 5).

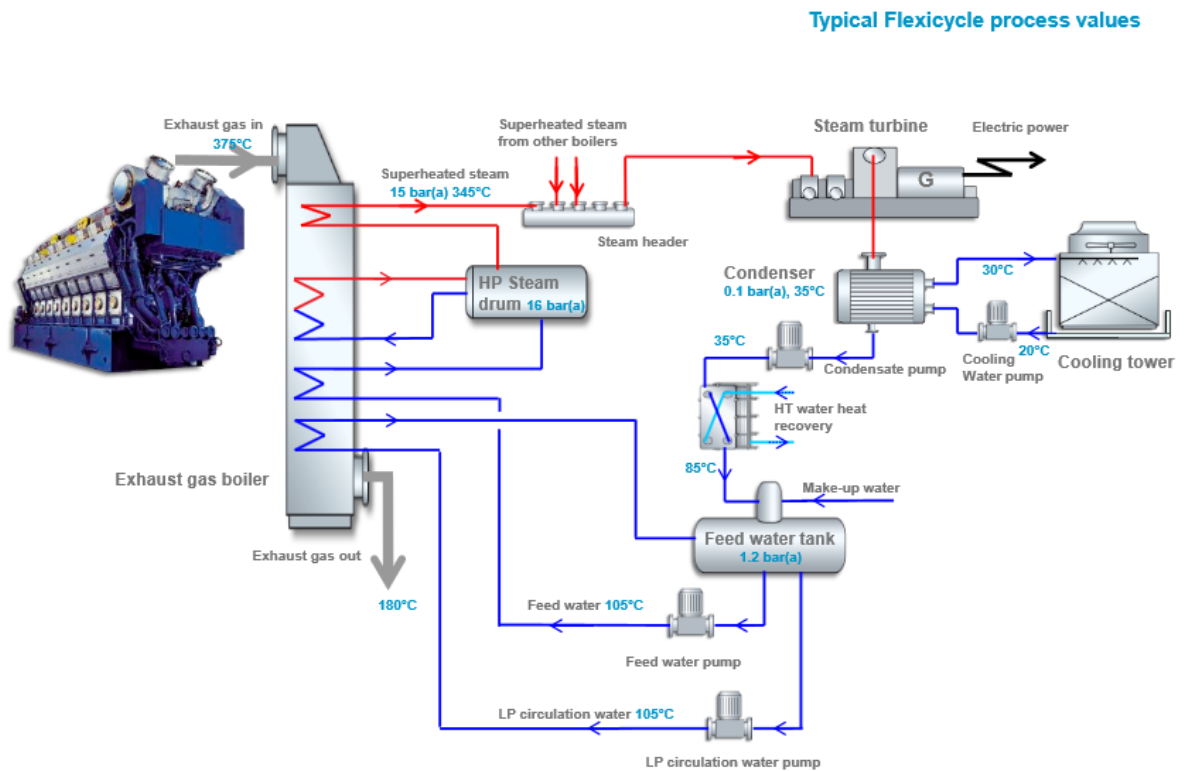


KUVA 5. Voimalaitoksen alue

5.1 Wärtsilä W18V50SG

W18V50SG-kaasumoottori on suunniteltu ympäristöystävällisyyttä ajatellen. Kaasuvoima tukee kahta puhtaamman energijärjestelmän elementtiä: se käyttää uusiutuvia energialähteitä ja syrjäyttää hiilivoimaloiden sukupolven. W18V50SG on suurin olemassa oleva kaasulla toimiva moottori markkinoilla ja sillä on luokkansa paras hyötysuhde tällä hetkellä. (6)

Alla olevassa kuvassa on esimerkki moottorin ja voimalaitoksen toimintaperiaatteesta. (Kuva 6)



KUVA 6. Kaasumoottorilaitoksen toimintaperiaate (7)

Tekniset tiedot

Moottorin tyyppi W18V50SG

Moottorien lukumäärä 7

Voimalaitoksen tyyppi Peruskuormitus, yhdistetty sähköverkkoon

Tehon tuotto 139,115 MW

Voltit / Taajuus 13,8 kV / 60 Hz

Polttoaine Kaasu

5.2 Olosuhteet

Voimalaitos sijaitsee 333 metriä merenpinnan yläpuolella. Lämpötilat alueella vaihtelevat 15 °C:n ja 40 °C:n välillä. Ulkoilman suunnittelulämpötilana on käytetty 35 °C:ta. Ilmanlaatu voimalaitoksen alueella on hyvä. Sateisiin on varauduttu hyvällä sadevesiviemärijärjestelmällä.

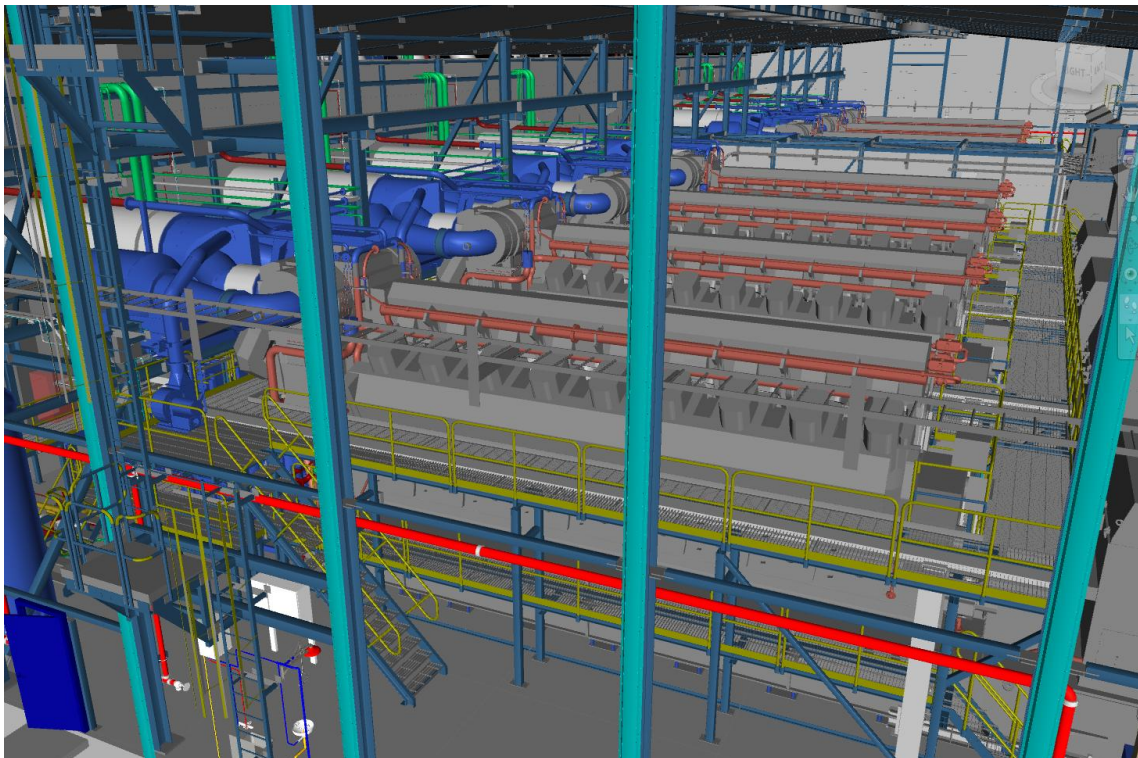
6 SUUNNITTELU

Työssä suunniteltiin koko voimalaitoksen- ja sen kaikkien rakennusten vesi- ja viemärijärjestelmät, mutta käydään tässä osiossa läpi vain moottorihallin, sosi-aali- ja toimistorakennuksen sekä asemakaavion suunnittelua. Suunnitelmissa on useita viittauksia muihin kuviin, jotka on merkitty dokumentti tunnisteilla (esimerkiksi DBAD123456). Vesi- ja viemärijärjestelmät suunniteltiin MagiCAD-ohjelmistoa käyttäen.

6.1 Moottorihalli

Moottorihallin vesi- ja viemärijärjestelmät on suunniteltu Suomen RakMk:n osan D1 (2007) ohjeita ja määräyksiä noudattaen.

Hallissa on seitsemän moottoria, joista enimmät öljyiset jätevedet ovat peräisin (Kuva 7).



KUVA 7. Moottorihalli

6.1.1 Viemäröinti

Moottorihallin viemärisuunnittelussa käytin kahta eri putkimateriaalia, ruostumatonta terästä ja muovia.

Muoviviemäreitä käytin harmaalle vedelle, joka on peräisin kondenssiputkista, hätäsuihkuista ja pesualtaista. Harmaan veden putkistot ovat kuitenkin liitettynä öljyisen jäteveden verkostoon.

Ruostumatonta terästä käytin öljyiselle jätevedelle, jotta se voidaan puhdistaa kuumalla höyryllä tukosten estämiseksi. Hallissa on useita ritiläkaivoja puhdistusmahdollisuuksien takia.

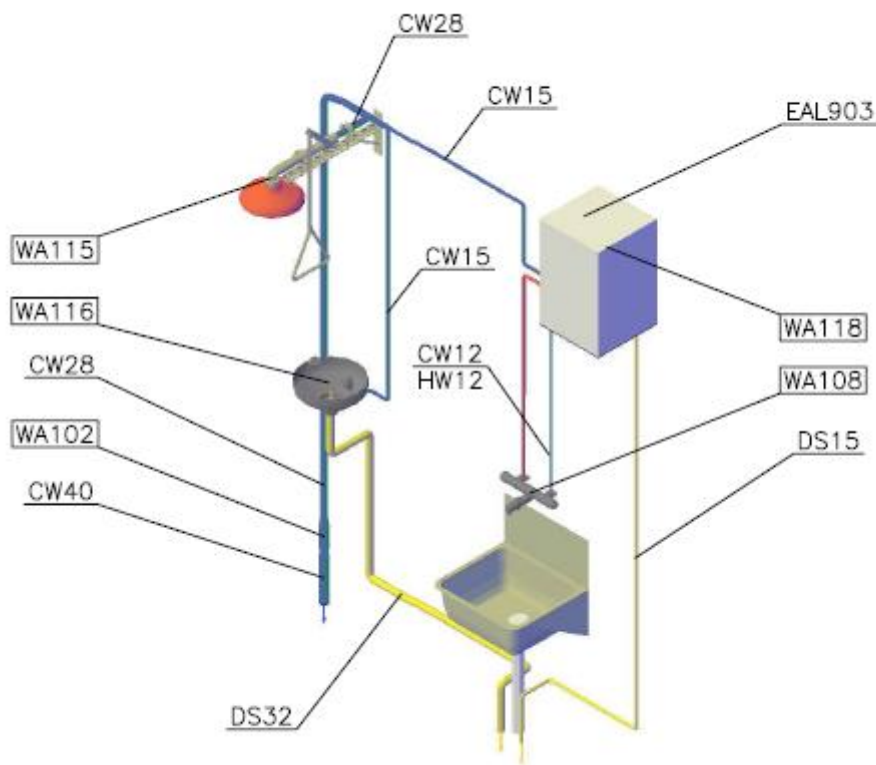
Jätevedet johdetaan hallin ulkopuolella sijaitsevaan umpinaiseen 2,5m³ öljyvesisäiliöön, joka tyhjennetään säännöllisin väliajoin.

Suunnitelmaan piti merkata tarkasti alapohjan läpäisykohdat asentajan työn helpottamiseksi. Putkistoon piti myös merkata korot jokaisen haaran kohdalle sekä putkiston alku- ja loppupäähän.

Hallin sadevedet tulevat joko rännikaivolle tai ritilällä varustettuun syvennöksen, josta se johdetaan sadevesijärjestelmään.

6.1.2 Käyttövesi

Käyttövettä moottorihallissa on kolmessa pisteessä. Yhden käyttövesipisteen kalusteisiin kuuluu hätäsuihku, silmähuuhtelu, pesuallas ja 15 dm³:n sähköllä toimiva lämminvesivaraaja. (Kuva 8)



KUVA 8. Käyttövesipiste

Jokaiselle hätäsuihkulle tulee oma runkolinja hallin ulkopuolelta riittävän paineen takaamiseksi. Syöttöjohto tuodaan muovisella $\varnothing 40$ PEM putkella suoja-putkessa lattiapinnan yläpuolelle. Muoviputkeen liitetään sulkuventtiili, josta se jatkuu kuparilla vesikalusteille.

Käyttövesipisteen mitoitusperusteena käytin hätäsuihkua, jonka mitoituspainne on 200 kPa ja mitoitusvirtaama $2,0 \text{ dm}^3/\text{s}$. Vaikka hallissa on kolme hätäsuihkua, voidaan olettaa, että vain yhtä suihkua tullaan käyttämään kerrallaan, koska useiden hätätapauksien saman aikaisuus on hyvin epätodennäköistä.

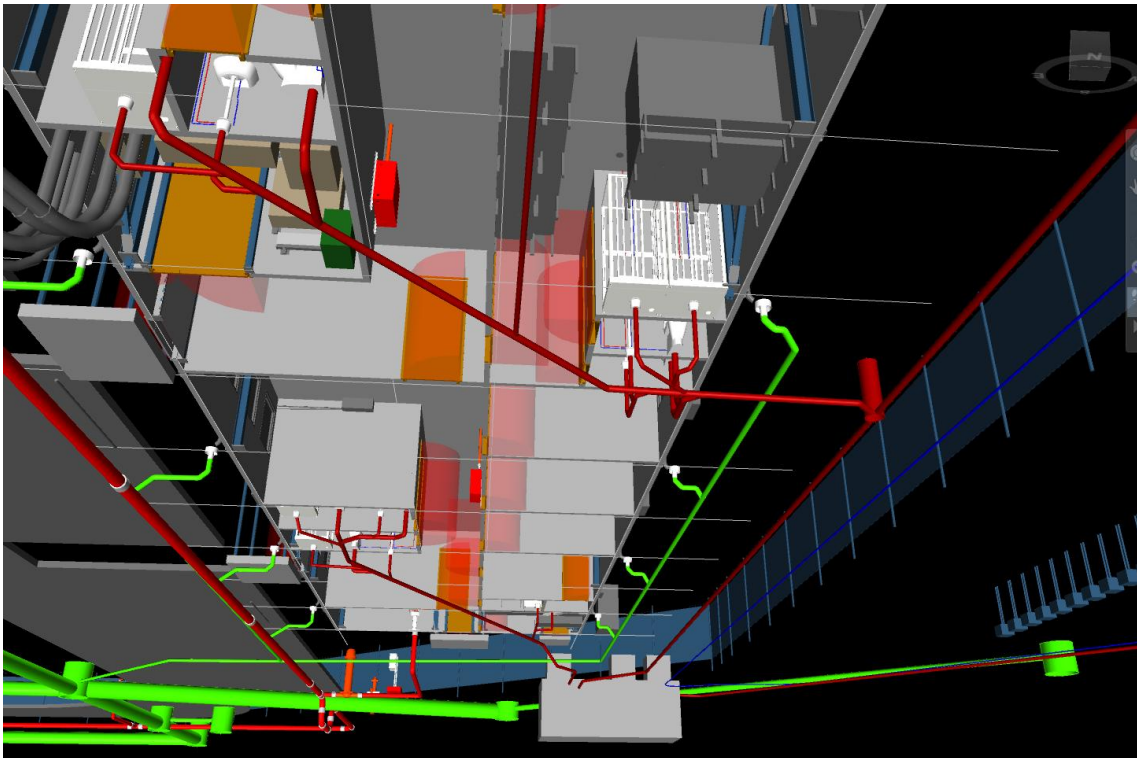
6.2 Sosiaali- ja toimistorakennus

Sosiaali- ja toimistorakennuksen vesi- ja viemärijärjestelmät on suunniteltu Suomen RakMk:n osan D1 (2007) ohjeita ja määräyksiä noudattaen.

6.2.1 Viemärit

Rakennuksen viemäriputkiston materiaalina käytetään muovia. Kohteen viemärointi on jaettu kahteen osaan, jotta saadaan viemäreiden kaadot ja viemärikoko pysymään halutuissa mitoissa. Rakennuksen vieressä kulkevalle runkolinjalle on asetettu yhden prosentin kaato jätevesisäiliön liitäntäkorkeuden ja linjan pituuden mukaan. Kohteen omien viemäriputkien kaato on WC-pönttöjen mukaan asetettu suoraan kahteen prosenttiin.

Rakennuksen itäpuolen viemärointi on liitetty rakennuksen vieressä kulkevaan runkoviemäriin, joka johtaa jätevesisäiliölle. Liitäntäkohdassa on tarkastuskaivo putkiston puhdistusta varten. Itäpuolen viemäroinnin vesipisteet koostuvat WC-tiloista ja suihkuista. (Kuva 9)



KUVA 9. Sosiaali- ja toimistorakennuksen viemärit

Länsipuolen viemäriputkisto on liitetty suoraan vieressä sijaitsevaan jätevesisäiliöön. Viemäroinnin vesipisteet koostuvat kahdesta pesuhuoneesta, yhdestä pesualtaasta sekä keittiöstä. Sadevedet laskevat rakennuksen kahdeksan

syöksytorven kautta sadevesiputkistoon, joka johtaa viereiseen sadevesikaivoon.

6.2.2 Käyttövesi

Kohteessa on kaksi 500 dm³:n sähköllä toimivaa lämminvesivaraajaa, yksi kummassakin päässä rakennusta. Syöttöjohto tulee rakennuksen sisälle PEM Ø40 muoviputkessa, josta se jatkuu lattiapinnan yläpuolella kuparilla. Runkolinjat kulkevat talon yläpohjassa, josta on haaroitettu kytkentäjohdot vesikalusteille.

6.3 Asemakaava

Asemakaavan suunnittelu oli tässä projektissa työläin osio, koska alueella kulkee useita eri viemäriverkostoja.

Asemakaavan vesi- ja viemärijärjestelmät on suunniteltu Suomen RakMk:n osan D1 (2007) ohjeita ja määräyksiä noudattaen muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta.

6.3.1 Viettoviemäriin rakennallinen mitoitus

Voimalaitoksen alueen suuruuden vuoksi ei jokaista viemäriputkistoa voinut mitoitaa normaalimääräysten mukaisesti, koska siinä tapauksessa putkisto olisi kulkeutunut liian syväälle maahan ja kaivamista olisi tullut liian kallista, eivätkä korot olisi sopineet kytkennöille.

Jollei viemäreiden kokoa laitteiston suuruuden tai muodon vuoksi voida mitoitaa normaalisti RakMK:n osan D2 mukaisesti, voidaan se tehdä seuraavasti. (8, s. 360)

Vajaatäyttöisen putken viemärointikyky määritellään kuvan 10 käyrästä ja siihen liittyvän kaavan 2 avulla. Suhde h/d on tässä tapauksessa enintään 0,5. Karkeusluku k on muoviputkille 0,00025m. (8, s. 361)

Viemäriin itsepuhdistuvuus lasketaan kaavasta 1

$S = J * \gamma * R$, jossa

KAAVA 1

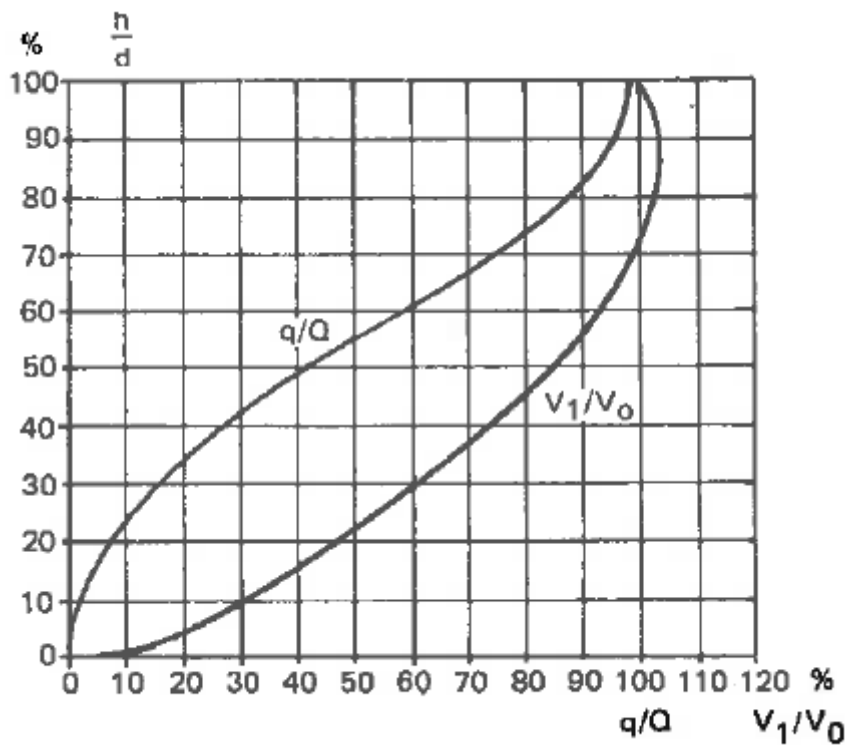
S = Työntövoima

J = energiaviivan kaltevuus

R = hydraulinen säde

γ = tilavuuspaino

Viemäri on itsepuhdistuva, jos $S \geq 0,25 \text{ mm H}_2\text{O}$ (2,5 Pa)



KUVA 10. Virtaama vajaassa, tuuletetussa vaakaviemärissä

Diagrammi on graafinen esitys kaavasta 2.

$$\frac{q}{Q} = 0,46 - 0,5 \cos\left(\pi * \frac{h}{d}\right) + 0,04 * \cos\left(2\pi * \frac{h}{d}\right) \text{ jossa}$$

KAAVA 2

q = virtaama

Q = virtaama täydessä putkessa

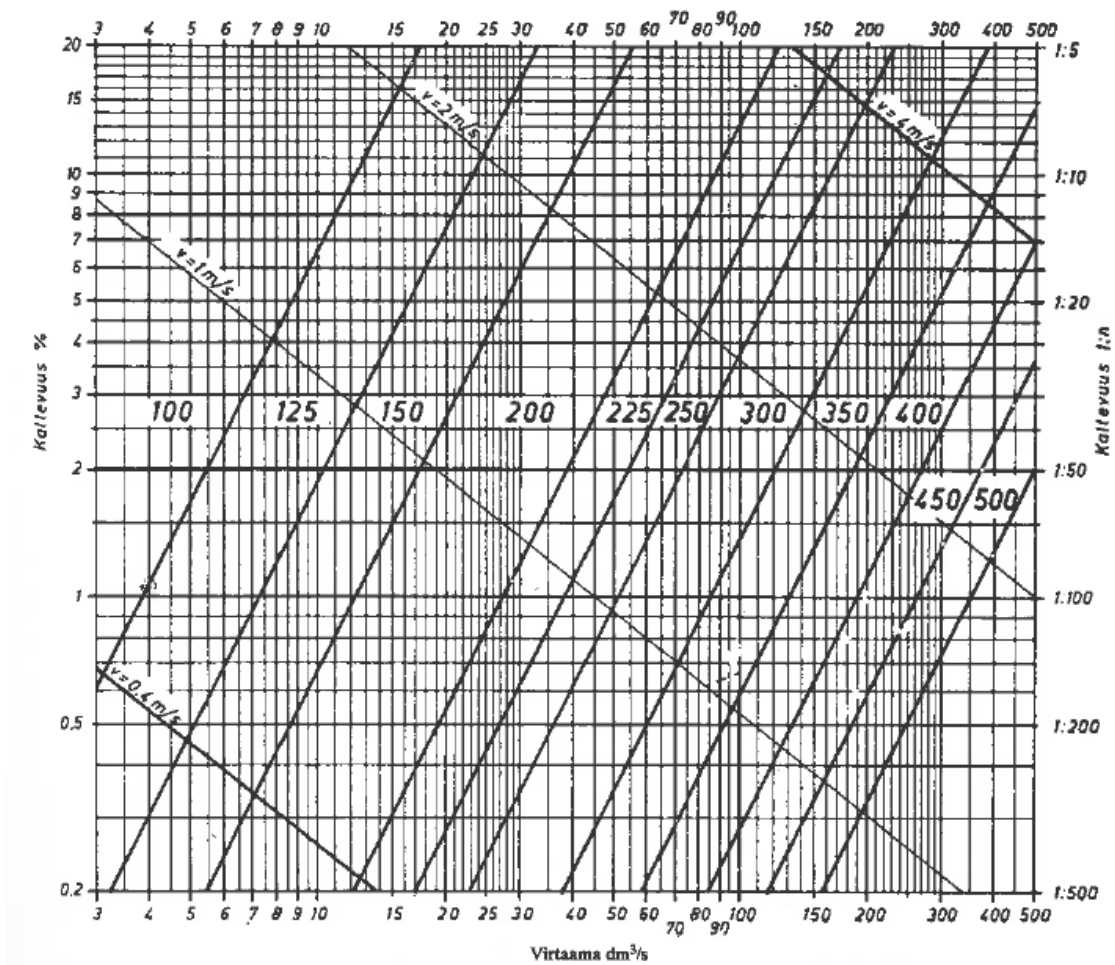
h = nesteenkorkeus putkessa

d = putken sisähalkaisija

V_0 = nopeus täydessä putkessa

V_1 = nopeus vajaassa putkessa

Silloin kun kysymyksessä on suurien virtaamien viemärointi, voidaan pohjaviemäreiden ja ulkoviemäreiden mitoituksessa käyttää kaavaan 3 perustuvaa diagrammia. (Kuva 11)



KUVA 11. Viemärien mitoitusdiagrammi Kutterin kaavan mukaan

$$V = C * \sqrt{R * J}, \quad C = \frac{100 * \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}, \quad m = 0,35, \text{ jossa}$$

KAAVA 3

R = hydraulinen säde

J = energiaviivan kaltevuus

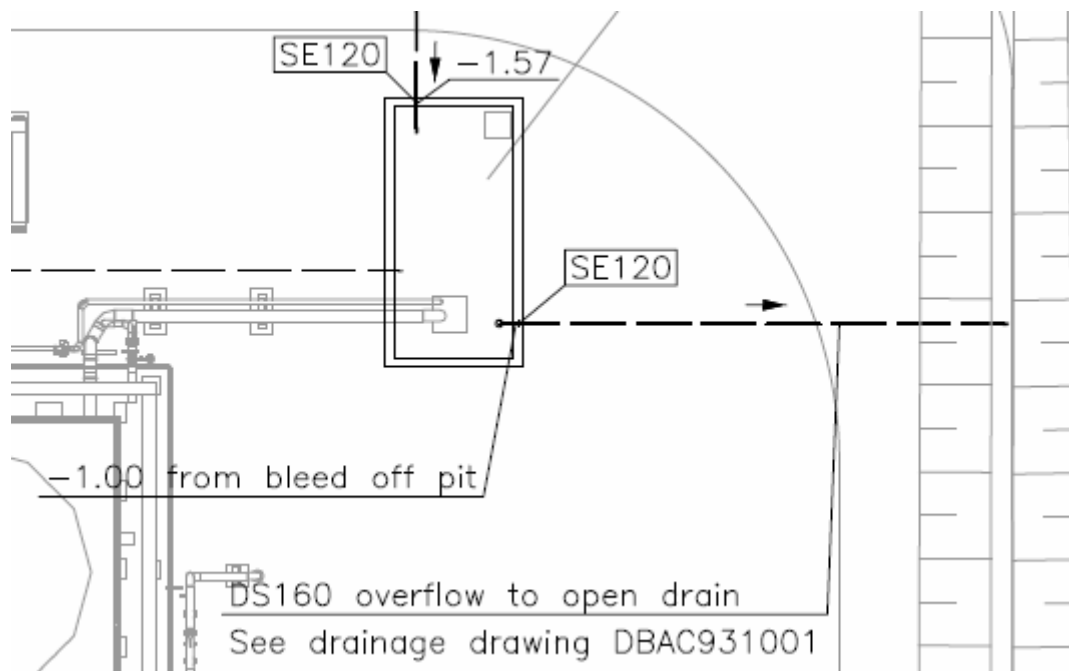
V = nesteen virtausnopeus

6.3.2 Kemikaalipitoiset jätevedet

Edellisessä luvussa esitettyä mitoitusmenetelmää on sovellettu kemikaalipitoisten jätevesien mitoituksessa putkiston pituuden takia.

Kemikaalipitoisia jätevesiä syntyy voimalaitoksen eri prosessien yhteydessä, mitkä johdetaan ensin jäähdytyskaivoon ja sieltä jätevesiverkoston. Jäähdytyskaivoja joudutaan käyttämään, jotta ne eivät ajan myötä polta muoviviemäreitä ja niiden tiivisteitä kuumuutensa takia. Nämä kemikaalipitoiset jätevedet eivät ole syövyttäviä, joten putkimateriaaliksi sopii muovi.

Jätevedet johdetaan käsittelyaltaaseen, josta puhdistetut vedet puretaan imeytysaltaalle. Purkuputkiston suunnittelu imeytysaltaalle ei kuulunut tähän työhön, koska asiakkaalla oli jo oma menetelmä prosessin toteuttamiseksi. Käsittelyaltaassa on ylivuotoputki avo-ojaan, jotta vältetään tulvimiselta. (Kuva 12)

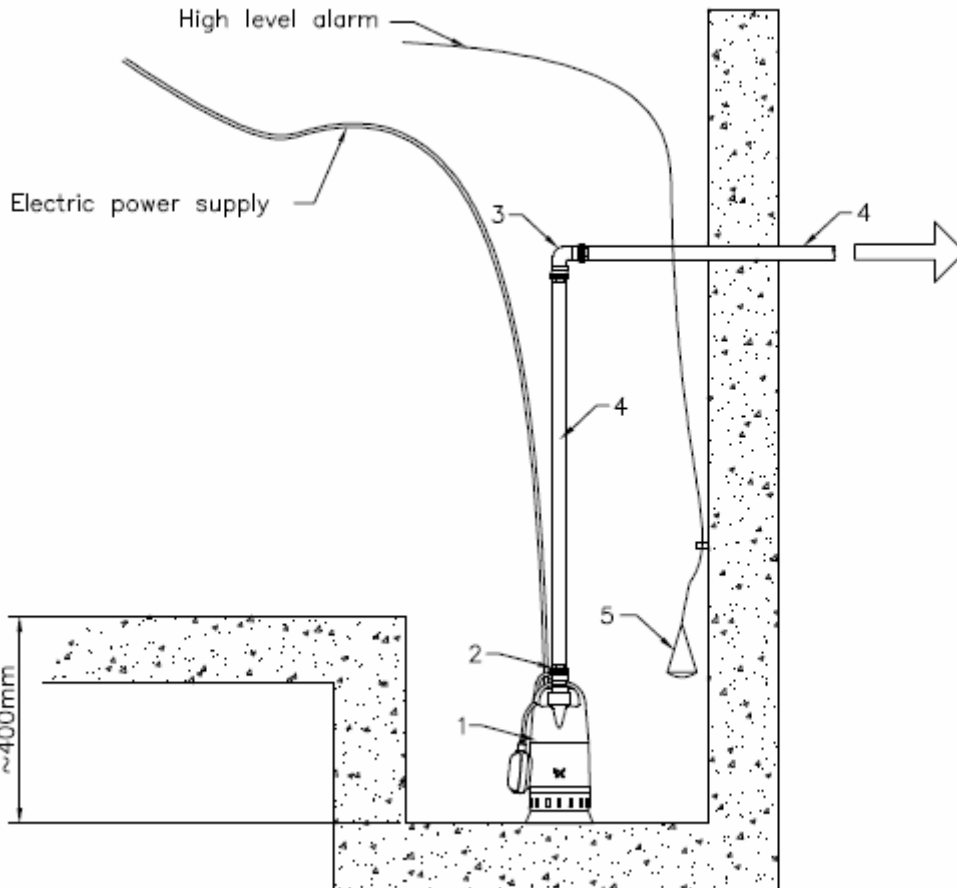


KUVA 12. Käsittelyallas

6.3.3 Paineviemärit

Paineviemäreitä voimalaitoksen alueella on useita, ja pääasiassa niitä käytetään kaapelikaivantojen/-kaivojen tyhjentämiseen sadevedestä. Paineviemäreiden pumppuina käytetään 60 Hz:n taajuudella toimivia, 6 m³/h purkavia uppo-

pumppuja. Kaivoon asennetaan veden ylärajahälytys vikatilanteiden varalle.
(Kuva 13)



KUVA 13. Uppopumppu

6.4 Sadevesi

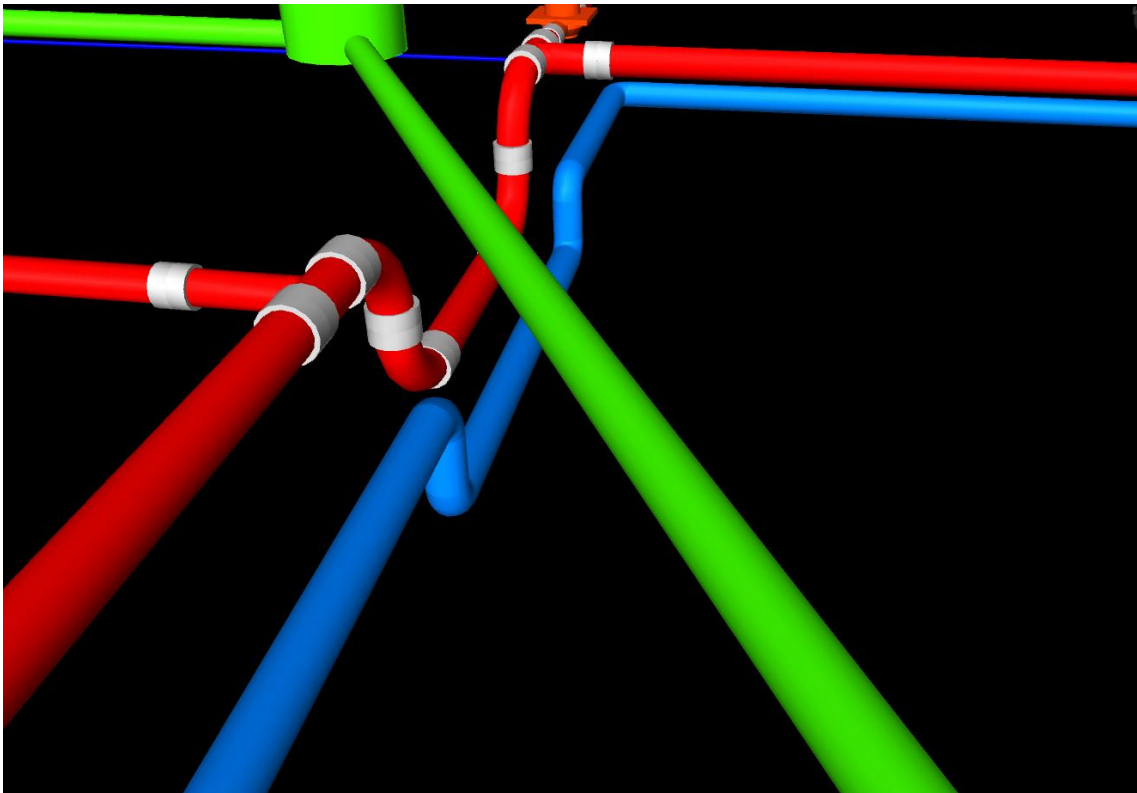
Sadevesiviemärijärjestelmän suunnittelu voimalaitoksen alueelle kuului tässä projektissa Rambollille, mutta tein heidän suunnitelmista yksinkertaiset Magi-CAD-pohjaiset versiot talotekniikkapuolen käyttöön sekä 3D-mallinnukset törmäilyjen tarkasteluun. Rakennusten sadevesijärjestelmien suunnittelu ja liitanta pääjärjestelmään kuului kuitenkin minulle.

Rakennusten sadevesijärjestelmät johdetaan lähimpään sadevesikaivoon tai avo-ojaan.

6.5 3D-mallinnus

Jokaisesta tekemästani suunnitelmasta tein myös 3D-mallinnukset kahdella eri ohjelmalla. Mallinnukset tapahtuivat NavisWorks-Simulate ja PDMS-ohjelmilla. Kahta ohjelmaa joudutaan käyttämään eri suunnittelualojen vuoksi; mm. talotekniikan suunnittelijat käyttävät NavisWorks-ohjelmistoa, kun taas mekaniikan puoli käyttää PDMS-ohjelmistoa. 3D-kuvat joita olen raportissa käyttänyt, ovat peräisin NavisWorks-mallinnuksista.

3D-mallinnukset ovat tärkeä osa suunnittelua näin isossa projektissa, jotta nähdään tarkasti mahdolliset törmäykset muiden putkien kanssa tai se, että tuleeko rakennuksissa tukipilareita tai muita komponentteja putkien tielle. (Kuva 14)



KUVA 14. Yhteentörmäyksen välttelyä

7 YHTEENVETO

Työnä oli suunnitella vesi- ja viemärijärjestelmät voimalaitokseen, sen alueelle ja muihin rakennuksiin. Suunnitelmista täytyi myös luoda 3D-mallinnukset.

Vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitleminen oli suhteellisen helppoa, koska minulla oli jo kesätöistä kokemusta samankaltaisista projekteista. Koulussa käydystä suunnitteluprojektista oli eniten hyötyä MagiCADin käytön kannalta, koska ohjelman perusteet olivat jo hyvin hallussa tämän työn alkaessa. Myös koulussa käyty KVV-kurssi antoi hyvän teoreettisen pohjan vesi- ja viemärijärjestelmien suunnitteluun.

Haasteita suunnitteluun loi pitkät viemäriinjat. Pitkissä viemäriinjoissa täytyi ottaa huomioon purkupään korot ja muut putket, joita alueella kulkee. Joitakin alkuperäisiä suunnitelmia jouduin muokkaamaan useaan otteeseen törmäysten välttämiseksi. Lisätyötä suunnitteluun aiheutui rakennusten paikkojen ja korkojen muutoksista.

Kaikki suunnitelmani hyväksyttiin vanhempien suunnittelijoiden toimesta, joten olen erittäin tyytyväinen projektin lopputulokseen.

LÄHTEET

1. Viemäri. 2014. Wikipedia. Saatavissa:
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Viem%C3%A4ri> Hakupäivä 28.10.2015
2. D1 (2007) Kiinteistöjen vesi- ja viemärilaitteistot. Määräykset ja ohjeet 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma Helsinki. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa:
http://www.finlex.fi/data/normit/28208-D1_2007.pdf
Hakupäivä 28.10.2015
3. Plumbing Design Handbook for Wärtsilä Projects. 2009. Planning instructions for plumbing and drainage systems. Vaasa: Citec Engineering Oy Ab
4. Kouvolan Veden ohjeita teollisuusliittyjille. 2012. Saatavissa:
<https://fi.wikipedia.org/wiki/J%C3%A4tevesi> Hakupäivä 10.11.2015
5. Teollisuusjätevesiopas – asumajätevesistä poikkeavien jätevesien johtaminen viemäriin. Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 50. 2011. Helsinki: Suomen Vesilaitosyhdistys ry. Saatavissa:
<https://fi.wikipedia.org/wiki/J%C3%A4tevesi> Hakupäivä 10.11.2015
6. Why recipis are a safe bet. 2015. Turbomachinery International. Saatavissa: <http://www.turbomachinerymag.com/blog/content/why-recipis-are-safe-bet> Hakupäivä 20.11.2015
7. Perrin, Jerome. 2012. Smart power generation & flexicycle™ – Future Gas Exhibition. Australia. Saatavissa:
<http://futuregas.com.au/pdfs/Jermoe.pdf>
Hakupäivä 27.11.2015

8. Rakennusten vesijohdot ja viemärit. 1987. Suomen Kunnallisteknillisen Yhdistyksen julkaisu N:o 7. Helsinki

LIITTEET

LIITE 1. Site works – Underground pipe systems 1/2

LIITE 2. Site works – Underground pipe systems 2/2

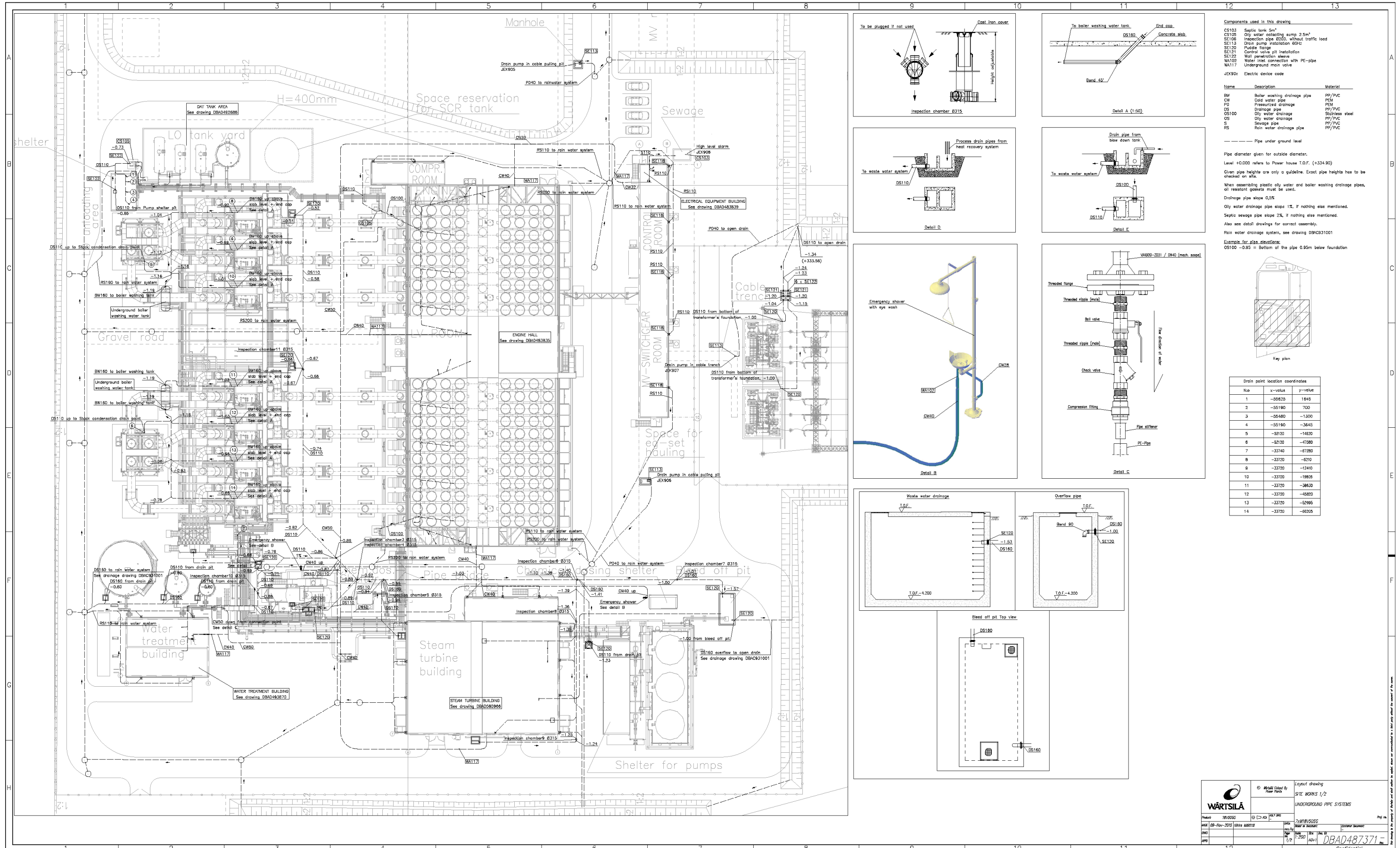
LIITE 3. Power house, below +0,000 – Oily water drainage

LIITE 4. Power house, above +0,000 – Water supply

LIITE 5. Administration and social facility building, below + 0,000 – Water supply and sanitary sewage

LIITE 6. Administration and social facility building, above + 0,000 – Water supply and sanitary sewage

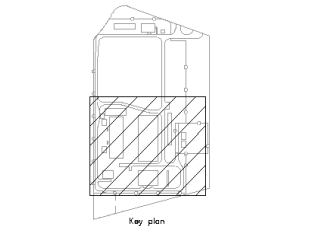
LIITE 7. Administration and social facility building - 3D-view



- Components used in this drawing
- | Name | Description | Material |
|--------|--|-----------------|
| CS103 | Septic tank 5m ³ | PP/PVC |
| CS105 | D.O. water collecting sump 2.5m ³ | PEM |
| SE106 | Inspection pipe Ø200, without traffic load | PP/PVC |
| SE113 | Drain pump installation Ø200 | Stainless steel |
| SE120 | Flange | PP/PVC |
| SE121 | Control valve pH installation | PP/PVC |
| SE122 | Wall penetration sleeve | PP/PVC |
| WA102 | Water limit connection with PE-pipe | PP/PVC |
| WA117 | Underground main valve | PP/PVC |
| JEX90x | Electric device code | |

Name	Description	Material
BW	Boiler washing drainage pipe	PP/PVC
CW	Cold water pipe	PEM
FD	Pressurized drainage	PP/PVC
OS	Drainage pipe	Stainless steel
OS100	D.O. water drainage	PP/PVC
OS	D.O. water drainage	PP/PVC
S	Sewage pipe	PP/PVC
RS	Rain water drainage pipe	PP/PVC

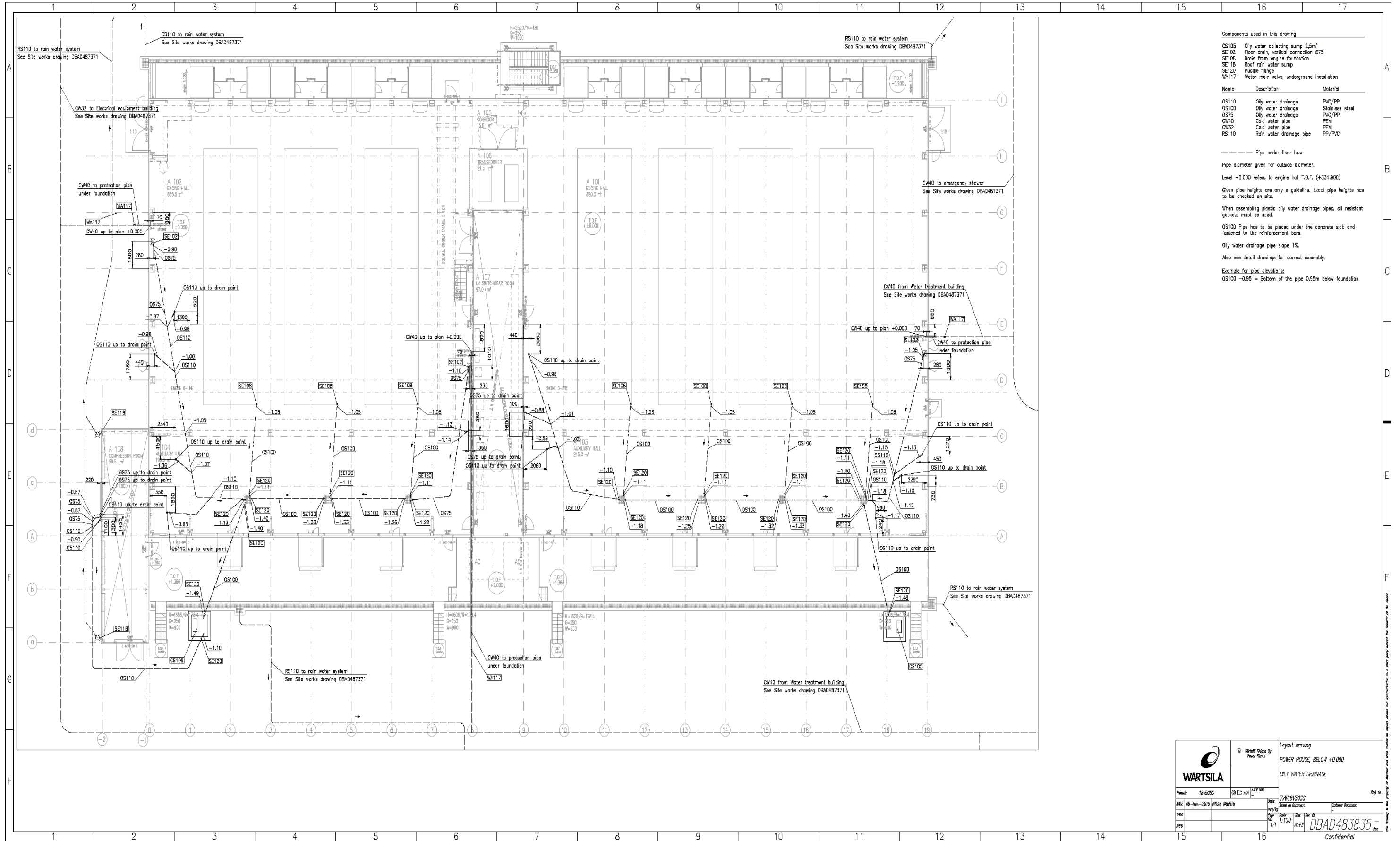
----- Pipe under ground level
 Pipe diameter given for outside diameter.
 Level +0.000 refers to Power house T.O.F. (+334.80)
 Given pipe heights are only a guideline. Exact pipe heights has to be checked on site.
 When assembling plastic oily water and boiler washing drainage pipes, all resistant gaskets must be used.
 Drainage pipe slope 0,5%
 Oily water drainage pipe slope 1%, if nothing else mentioned.
 Septic sewage pipe slope 2%, if nothing else mentioned.
 Also see detail drawings for correct assembly.
 Rain water drainage systems, see drawing DBA031001
 Example for pipe elevations:
 OS100 -0,85 = Bottom of the pipe 0,95m below foundation



No	x-value	y-value
1	-05625	1845
2	-55190	700
3	-55480	-1300
4	-55190	-3645
5	-52130	-14630
6	-52130	-17580
7	-33740	-67280
8	-33720	-6210
9	-33720	-12410
10	-33720	-19605
11	-33720	-38630
12	-33720	-45805
13	-33720	-52995
14	-33720	-60205

WÄRTSILÄ logo and project information:

© Wärsilä Group Oy
 WÄRTSILÄ
 Layout drawing
 SITE WORKS 1/2
 UNDERGROUND PIPE SYSTEMS
 Project No: 2012002
 Date: 2012/05/05
 Scale: 1:200
 Drawing No: DBAD487371
 Confidential

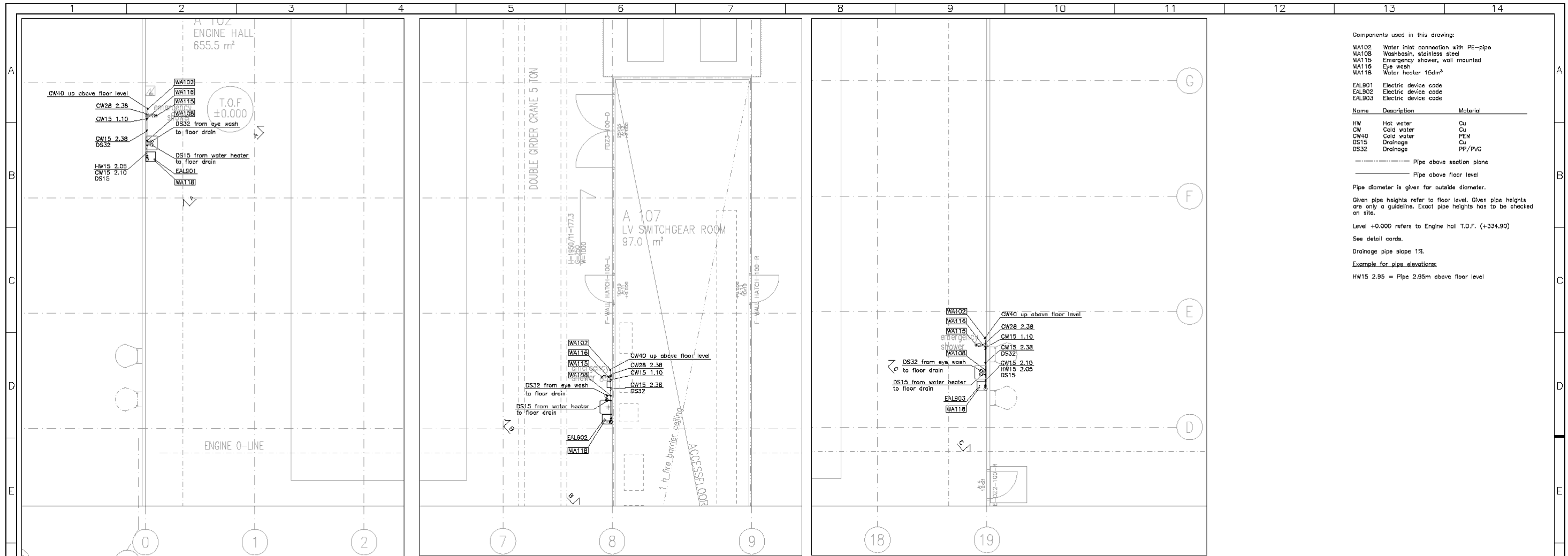


Components used in this drawing

Name	Description	Material
OS105	Oil water collecting sump 2.5m ³	PVC/PP
SE102	Floor drain, vertical connection Ø75	Stainless steel
SE108	Drain from engine foundation	PVC/PP
SE118	Rain water sump	PVC/PP
SE120	Ruudie flange	FEM
WA117	Water main valve, underground installation	PP/PVC

----- Pipe under floor level
 Pipe diameter given for outside diameter.
 Level +0.000 refers to engine hall T.O.F. (+334.800)
 Given pipe heights are only a guideline. Exact pipe heights has to be checked on site.
 When assembling plastic oily water drainage pipes, oil resistant gaskets must be used.
 OS100 Pipe has to be placed under the concrete slab and fastened to the reinforcement bars.
 Oily water drainage pipe slope 1%.
 Also see detail drawings for correct assembly.
 Example for pipe elevations:
 OS100 -0.85 = Bottom of the pipe 0.85m below foundation

		Layout drawing	
		POWER HOUSE, BELOW +0.000	
Product: 194505G		Project No: DBAD483835	
Date: 09-16-2010		Scale: 1:100	
Author: JWB		Customer: DBAD483835	
Checked: JWB		Status: Confidential	



Components used in this drawing:

- WAT02 Water inlet connection with PE-pipe
- WA108 Washbasin, stainless steel
- WA115 Emergency shower, wall mounted
- WA118 Eye wash
- WA118 Water heater 15dm³

Electric device code

- EAL901 Electric device code
- EAL902 Electric device code
- EAL903 Electric device code

Name	Description	Material
HW	Hot water	Cu
CW	Cold water	Cu
CW40	Cold water	PEM
DS15	Drainage	Cu
DS32	Drainage	PP/PVC

----- Pipe above section plane
 ----- Pipe above floor level

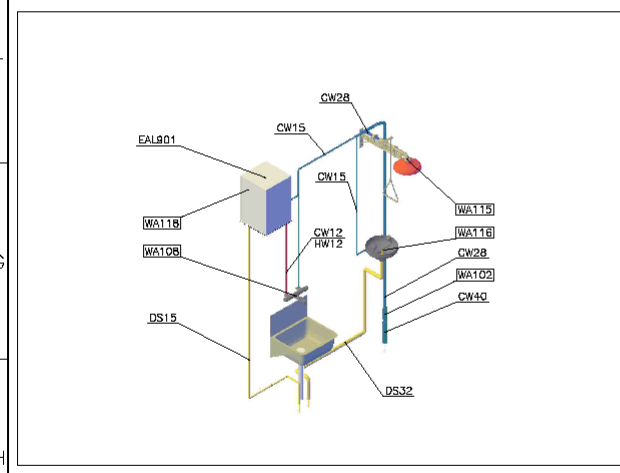
Pipe diameter is given for outside diameter.
 Given pipe heights refer to floor level. Given pipe heights are only a guideline. Exact pipe heights has to be checked on site.

Level +0.000 refers to Engine hall T.O.F. (+334.90)

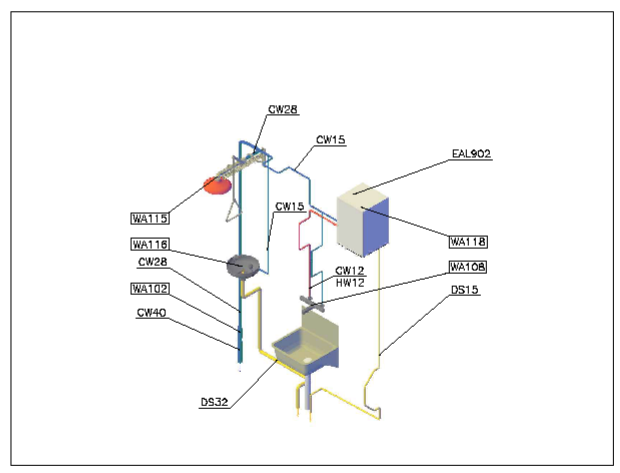
See detail cards.

Drainage pipe slope 1%.

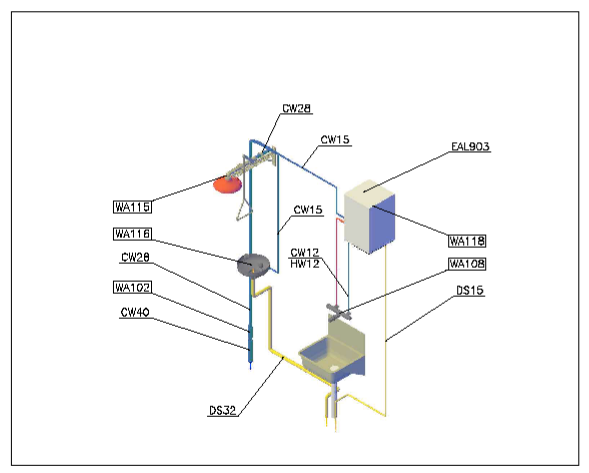
Example for pipe elevations:
 HW15 2.95 = Pipe 2.95m above floor level



View A-A (1:25)



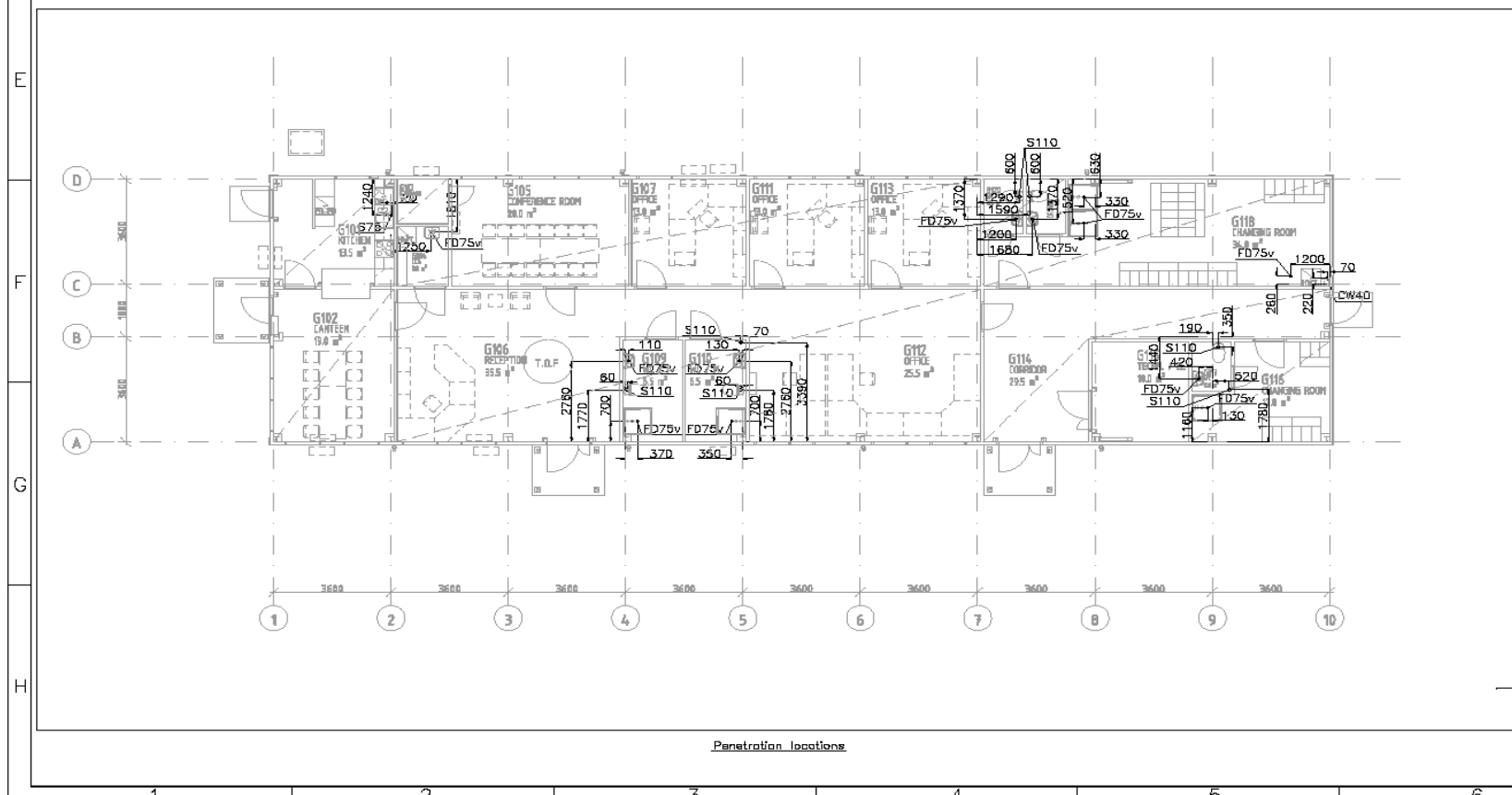
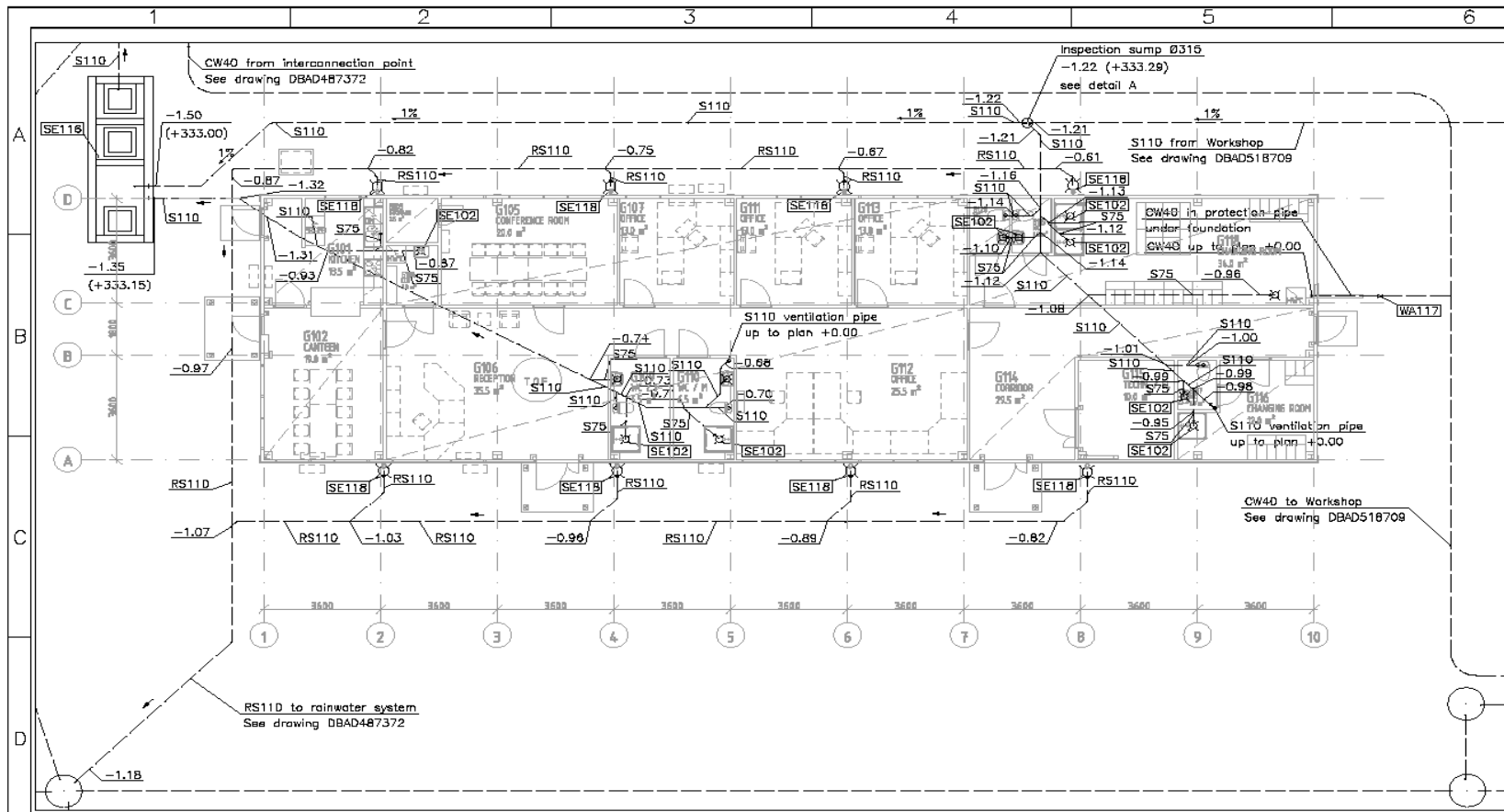
View B-B (1:25)



View C-C (1:25)

	© Wärtsilä Finland Oy Power Plants	Layout drawing POWER HOUSE, ABOVE +0.000 WATER SUPPLY
	Product: W7B1505G	Order No.: W7B1505G
Date: 09-Nov-2015 Drawn by: Mikko Mänttä	Scale: 1:25 Page No.: 1/1	Customer Document: DBAD483838

Confidential



Components used in this drawing

SE102/FD75v	Floor drain (vertical connection Ø75)
SE118	Septic separating tank, three chambers 10m ³
SE118	Roof rain water sump
WA117	Water main valve, underground installation

Part	Description	Material
CW	Cold water	PEM
RS	Rainwater drainage pipe	PP-R
S	Septic sewage	PP/PVC

----- Pipe under floor level

Pipe diameter given for outside diameter.

Given pipe heights are only a guideline. Pipe heights have to be checked on site.

See detail cards.

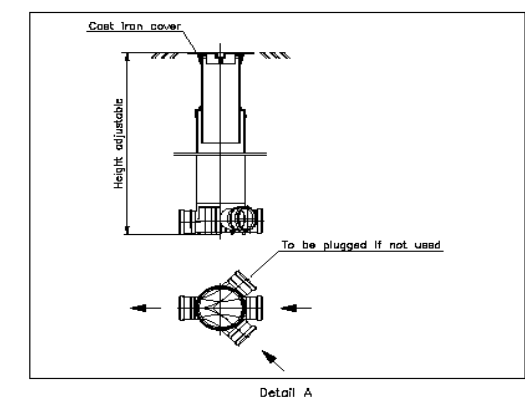
Septic sewage pipe slope 2%, if nothing else mentioned.

Rain water drainage pipe slope 1%, if nothing else mentioned.

Level +0.000 refers to Administration building T.O.F. (+334.50)

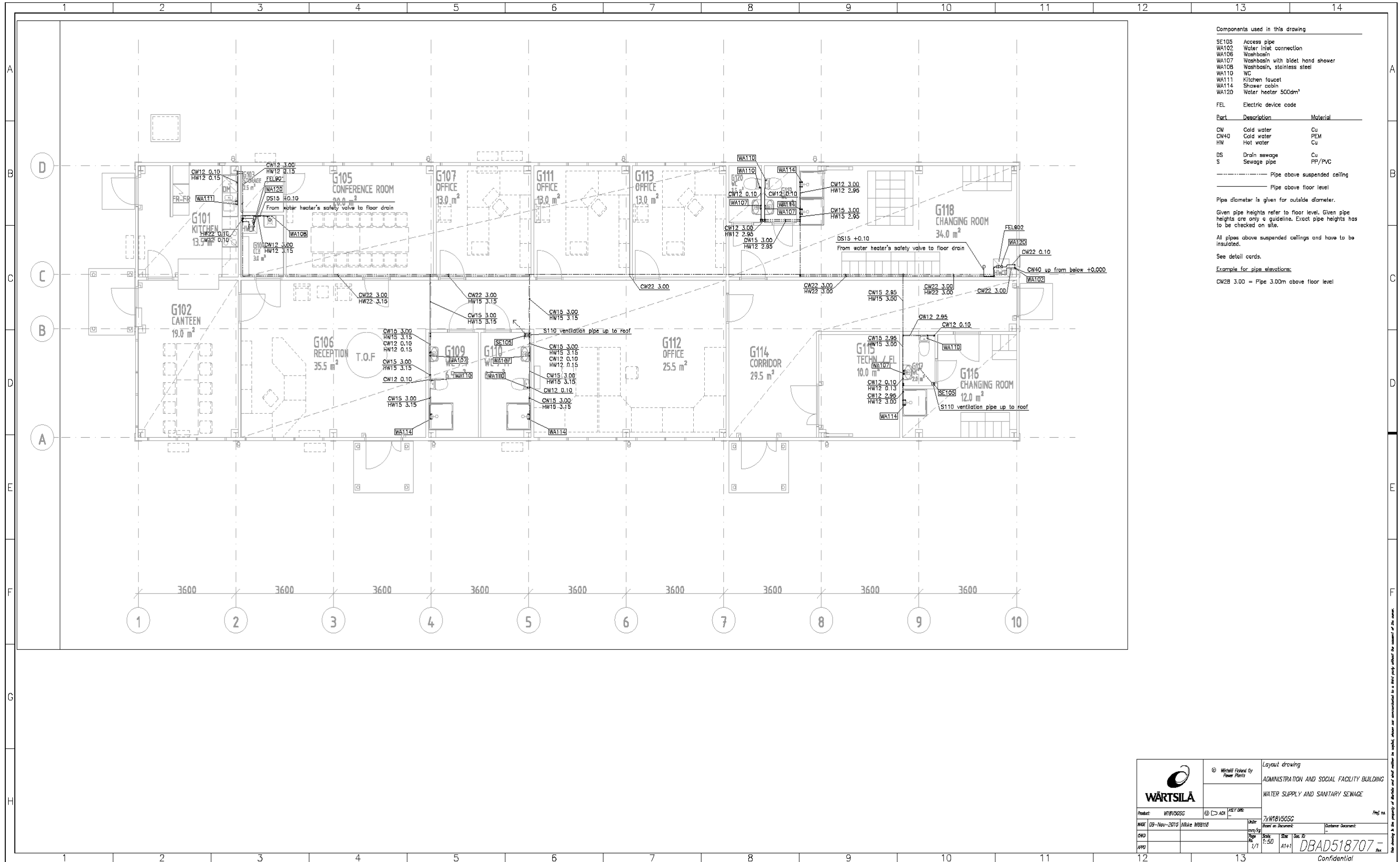
Example for pipe elevations:

S110 -0.95 = Bottom of pipe 0.95m below floor level



	© Wärtsilä Finland Oy Power Plants	Layout drawing
		ADMINISTRATION AND SOCIAL FACILITY BUILDING WATER SUPPLY AND SANITARY SEWAGE
Product: W18V50SG	© ACA	7:W18V50SG
DATE: 09-Nov-2015	Author: Nikke Mattila	Scale: 1:100
DRAWN: [blank]	APPD: [blank]	Sheet: A1
		Customer Document: DBAD518706 a
		Confidential

The details in the drawings of Wartsila and other details are recommended to be used only within the context of the system.

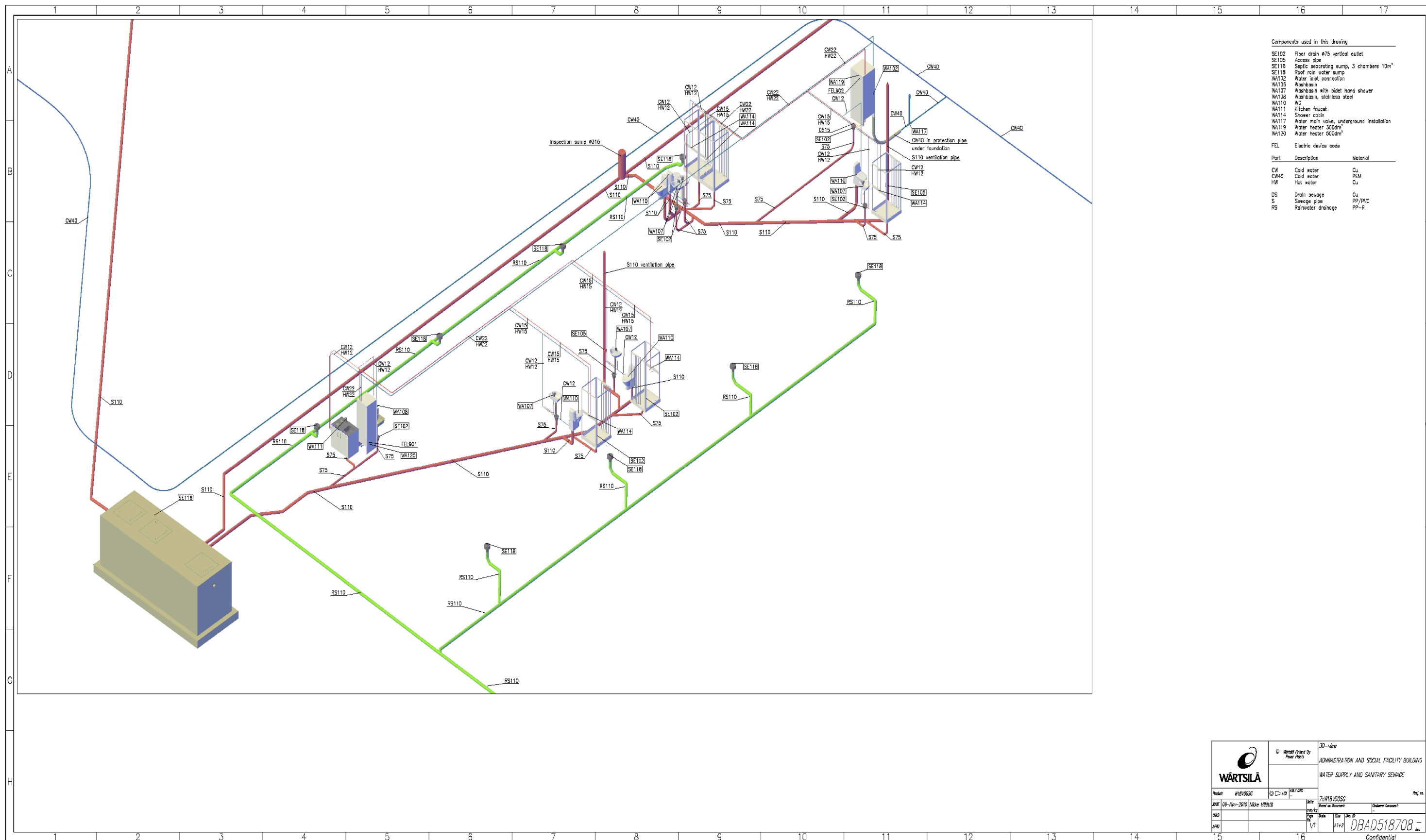


Components used in this drawing

SE105	Access pipe	
WA102	Water inlet connection	
WA106	Washbasin	
WA107	Washbasin with bidet hand shower	
WA108	Washbasin, stainless steel	
WA110	WC	
WA111	Kitchen faucet	
WA114	Shower cabin	
WA120	Water heater 500dm ³	
FEL	Electric device code	
Part	Description	Material
CW	Cold water	Cu
CW40	Cold water	PEM
HW	Hot water	Cu
DS	Drain sewage	Cu
S	Sewage pipe	PP/PVC

----- Pipe above suspended ceiling
 ----- Pipe above floor level
 Pipe diameter is given for outside diameter.
 Given pipe heights refer to floor level. Given pipe heights are only a guideline. Exact pipe heights has to be checked on site.
 All pipes above suspended ceilings and have to be insulated.
 See detail cards.
 Example for pipe elevations:
 CW2B 3.00 = Pipe 3.00m above floor level

	© Wärtsilä Finland Oy Power Plants	Layout drawing ADMINISTRATION AND SOCIAL FACILITY BUILDING WATER SUPPLY AND SANITARY SEWAGE
	Product: W781205G	Project: W781205G
Date: 09-Nov-2010 Drawn by: Mikko Mänttä	Date: 11/11 Scale: 1:50 Sheet: A1+1	Project No: DBAD518707- Confidential



Components used in this drawing

SE102	Floor drain Ø75 vertical outlet	
SE105	Access pipe	
SE118	Roof rain water sump	
SE116	Septic separating sump, 3 chambers 10m ³	
WA102	Water inlet connection	
WA106	Washbasin	
WA107	Washbasin with bidet hand shower	
WA108	Washbasin, stainless steel	
WA110	WC	
WA111	Kitchen faucet	
WA114	Shower cabin	
WA117	Water main valve, underground installation	
WA119	Water heater 300dm ³	
WA120	Water heater 600dm ³	
FEL	Electric device code	
Part	Description	Material
CW	Cold water	Cu
CW40	Cold water	PEM
HW	Hot water	Cu
DS	Drain sewage	Cu
S	Sewage pipe	PP/PVC
RS	Rainwater drainage	PP-R

	© Wärtsilä Finland Oy Power Plants	3D-view ADMINISTRATION AND SOCIAL FACILITY BUILDING WATER SUPPLY AND SANITARY SEWAGE
	Product: W181/SOSC DWG: 09-Nov-2012 Title: W181/SOSC Scale: 1/1 Sheet: 1/1	Project: DBAD518708 Customer:

Confidential