



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Tommi Vilenius

# Työmaan jätevesienkäsittelyjärjestelmän suunnittelu ja toteutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

28.10.2019

Tekijä Otsikko	Tommi Vilenius Työmaan jätevesienkäsittelyjärjestelmän suunnittelu ja toteutus
Sivumäärä Aika	42 sivua + 3 liitettä 28.10.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine	Ympäristötekniikka
Ohjaajat	Lehtori Ismo Halonen Työmaapäällikkö Ismo Salmela
<p>Tämä opinnäytetyö toteutettiin YIT Oy:lle, ja sen tavoitteena oli luoda kattavat ohjeet työmaan jätevesienkäsittelyjärjestelmän suunnitteluun ja toteutukseen. Sen avulla haluttiin myös kartoittaa järjestelmän kustannuksia koko prosessin eri vaiheilta.</p> <p>Työssä käytettiin malliesimerkinä Hermannin 1:n työmaata Helsingin Kalasatamassa. Hermannin 1:n tapauksessa järjestelmän rakentamisen toteutti aliurakoitsija, jonka kanssa yhteistyössä ohjeistusta lähdettiin suunnittelemaan ja toteuttamaan.</p> <p>Mallityömaan työmaapäällikkö toimi yhteyshenkilönä työn edetessä ja ohjaten lopullisen ohjeistuksen muotoa. Työ jaettiin kahteen osaan, itse raporttiin ja erilliseen ohjeistukseen. Tähän ratkaisuun päädyttiin, jotta saadaan ohjeistus pysymään kompaktina ja selkeästi luettavana.</p> <p>Työn asiasisältö koostuu keskusteluista järjestelmästä vastaavien henkilöiden kanssa ja vesienkäsittelyn teoriasta.</p> <p>Työn tuloksena oli jätevesien käsittelyyn tarkoitetut ohjeet, joita voidaan tulevaisuudessa soveltaa muilla työmailla. Näiden ohjeiden avulla pystytään paremmin suunnittelemaan jätevesienkäsittelyjärjestelmät eri tyyppisille työmaille. Ohjeiden avulla pystytään myös paremmin kartoittamaan järjestelmästä syntyviä kustannuksia.</p>	
Avainsanat	vesienkäsittely, ohjeistus, suunnittelu, puhdistus

Author Title	Tommi Vilenius Design and Application of Worksite Wastewater Management
Number of Pages Date	42 pages + 3 appendices 29 August 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Energy- and Environmental Engineering
Professional Major	Environmental Engineering
Instructors	Ismo Salmela, Worksite Manager Ismo Halonen, Senior Lecturer
<p>This thesis was produced for YIT Oy. Its main purpose was to create a comprehensive set of instructions and guidelines on how plan and execute a system of water management on an active worksite. Part of the thesis focus on mapping and estimating the costs of the system throughout the process.</p> <p>The case example used in the thesis was the worksite Hermanni 1 in Kalasatama Helsinki. In this case, the planning and building of the system was done by a subcontractor in conjunction with whom the instructions were compiled.</p> <p>The worksite manager acted as a liaison during the thesis process and guided the final form of the instructions. The thesis is divided into two separate parts, the report and a separate set of instructions. This format was selected so that the instructions could be kept compact and easy to read and utilize.</p> <p>The bulk of the information in this thesis consists of discussions with the individuals responsible for water management system and theory on water management techniques.</p>	
Keywords	water management, instructions, planning, purification

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Vedenkäsittelyn tekniikat	2
2.1	Saostus	2
2.2	Ilmastus	4
2.3	Selkeytys ja suodatus	5
2.4	Desinfiointi	6
2.5	Vaihtoehtoiset menetelmät	7
3	Järjestelmän suunnittelu	8
3.1	Järjestelmän kuvaus	9
3.2	Järjestelmän tarpeet	12
3.3	Järjestelmän prosessikaavio	13
4	Järjestelmän toteutus	20
4.1	Lähtötilanne	20
4.2	Järjestelmän rakentaminen	21
4.3	Lopputilanne	22
4.4	Valokuvia järjestelmän rakentamisesta	24
5	Järjestelmän rakentamisen ohjeistus	33
5.1	Vaadittavat työtunnit ja työkoneet	34
5.2	Luvat	35
5.3	Laitteiston sijoittaminen	36
5.4	Hinnoittelu	38
6	Yhteenveto	40
	Lähteet	42
	Liitteet	

Liite 1. Erillinen ohjeistus

Liite 2. Kuvasarja

Liite 3. Prosessikaavio

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa selvät ja kattavat ohjeet työmaavesien käsittelyratkaisujen suunnitteluun ja auttaa niiden toteutuksessa. Työmaa (Hermannin 1), jota käytetään testiympäristönä, sijaitsee Kalasatamassa kohteessa Vanha talvitie 3. Tämä kohde valittiin, koska siinä on paljon vedenkäsittelyyn liittyviä mahdollisia riskejä ja ongelmakohtia. Työmaan ajankohta sattui opinnäytetyön alkamisajankohtaan. Opinnäytetyön tilaajana toimii YIT Oy.

Työ koostuu vedenkäsittelyn teoriasta ja muutamasta avaintekniikasta, joita on mahdollista soveltaa työmaaympäristössä. Työssä tehdään myös selkeä kuvaus vesienkäsittelyjärjestelmän suunnitteluvaiheesta, jossa kuvataan tarkasti mitä, vaiheita suunnittelussa täytyy huomioida, kuten eri lupien anomien ja miten järjestelmä kannattaa fyysisesti sijoittaa kohteeseen. Toteutusvaiheesta kuvataan järjestelmän rakentamisesta selkeät ohjeet vaihe vaiheelta. Tämä tapahtuu prosessikaavioiden ja valokuvien avulla. Ohjeisiin kuvataan tarkasti järjestelmän eri osien rooli järjestelmässä. Järjestelmästä tarkkaillaan myös saatuja arvoja ja sitä, miten ne muuttuvat prosessin eri vaiheiden aikana. Saatuja arvoja ei kuitenkaan raportoida osana työtä tai ohjeistusta, koska niitä ei voida soveltaa testiympäristön ulkopuolella ilman varmistamista, että uuden kohteen olosuhteet vastaavat täysin testiympäristöä haitta-aineiltaan. Työssä suunnitellaan myös jossain määrin järjestelmän ja sen toteuttamisen hinnoittelua.

Työssä ei keskitytä laitteiston fyysiseen rakentamiseen, vaan tämä jätetään työn ulkopuolelle. Tästä huolimatta ohjeisiin kuitenkin sisällytetään kuvauksia tarvittavista laitteista ja materiaaleista. Työssä ei myöskään oteta kantaa vesienkäsittelyn tarpeellisuuteen eikä annettujen raja-arvojen oikeellisuuteen tai tarkkuuteen.

Lopputuloksena työssä ovat selkeät ohjeet työmaavesien käsittelyn järjestelmän toteuttamiseen ja ohjeistus, miten järjestelmän sijainti kohteessa täytyy huomioida. Tämä käytännössä tarkoittaa, että työ on jaettu kahteen pääosaan. Nämä osat ovat raportti itse ja raportin liitteenä olevat erillinen ohjeistus ja kuvasarjaesimerkki järjestelmän rakentamisesta. Tähän ratkaisuun päädyttiin osin tilaajan pyynnöstä ja osin sen vuoksi, että raportti saadaan pidettyä selkeälukuisena. Tämä jako mahdollistaa ohjeistuksen helpomman

käytön, kun tilaaja käyttää sitä tulevaisuudessa. Tilaajan tarvitsee tällöin arkistoida pelkkä ohjeistus, eikä koko raporttia.

## 2 Vedenkäsittelyn tekniikat

Tässä luvussa käsitellään eri vedenkäsittelytekniikoita, vaikka niitä ei olisi käytössä kyseisessä järjestelmässä. Tarkoituksena on tarjota mahdollisia vaihtoehtoisia vesienkäsittely ratkaisuja, joita voidaan tulevaisuudessa toteuttaa käytännössä. Työmaan vesienkäsittelyssä suurin ongelma on järjestelmän tilantarve. Esimerkkikohteessa järjestelmä tarvitsee noin 50 m<sup>2</sup> tilaa lavoille ja järjestelmän muille osilla. Tämän lisäksi järjestelmän viereen tai läheisyyteen täytyy varata arviolta saman verran tilaa, johon järjestelmän tyhjennysauto saadaan pysäköityä altaiden ja kiintoainesarottimen tyhjennyksen ajaksi. Tämän vuoksi työmaan logistiikka- ja tilaratkaisujen virtaviivaistamisen kannalta olisi hyvä löytää vaihtoehtoisia ratkaisuja työmaavesien käsittelyyn. Vaihtoehtoisten prosessien tulosten täytyy kuitenkin täyttää vaaditut raja-arvot ja muut alueen vesienkäsittelyn asettamat vaatimukset. (1.)

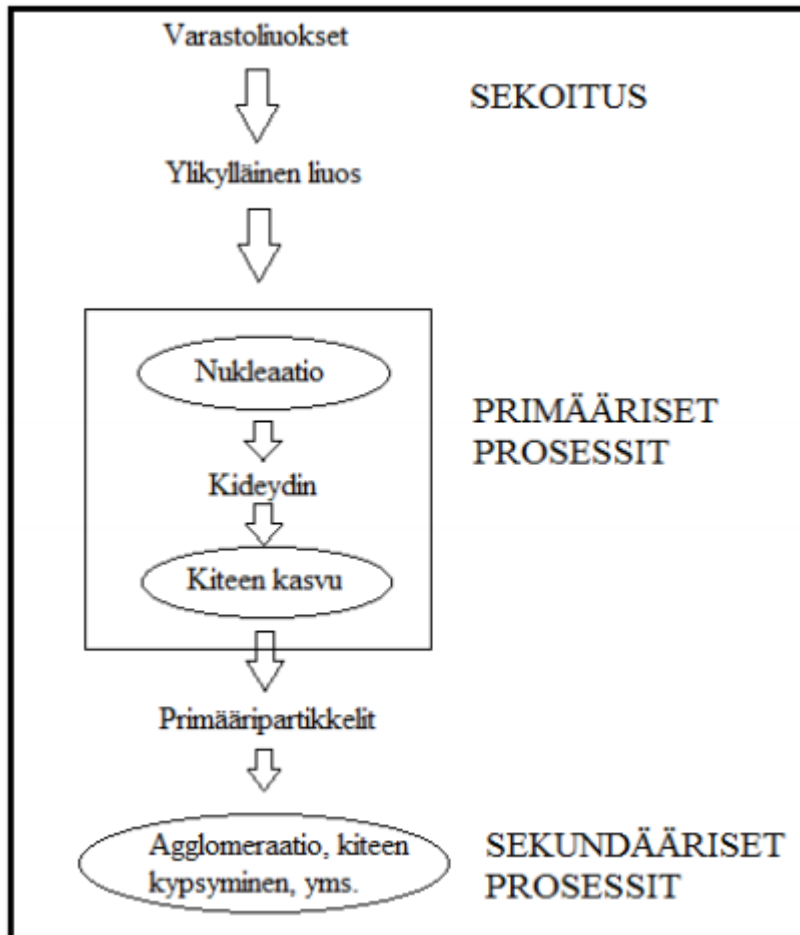
Hermannin 1:n työmaan tapauksessa järjestelmässä voidaan suorittaa kiintoaineen laskeutusta, selkeytystä, ilmastusta ja öljynerotusta. Huomioitava seikka työmaa vesienkäsittelyn järjestelmän rakentamisessa on sopivuus sääolosuhteisiin. Rakennusurakat ovat pitkäkestoisia, ja järjestelmät täytyy suunnitella toimimaan ympärivuotisissa olosuhteissa. Tämä tarkoittaa pakkasensietoa ja eristämistä talviaikaan. Hermannin 1:n kohteessa tämä hoidetaan kansieristyksin ja lavojen sisään asennettavilla lämmittimillä. Järjestelmässä on myös mahdollisuus asentaa putkiin saattolämmitys. (2.)

### 2.1 Saostus

Saostuksessa vedestä tai lietteestä poistetaan saostusaineiden avulla siellä olevia haitta-aineita tai ylimääräisiä ravinteita, kuten fosforia. Fosfori halutaan poistaa vedestä, jotta voitaisiin vähentää vesistöjen rehevöitymistä. Saostuksessa saostusaineet reagoivat vedessä olevan haitta-aineen kanssa, jolloin niiden reaktion tuote painuu säiliön pohjalle. Saostusreaktion tuote on tällöin mahdollista poistaa vedestä mekaanisesti. Saostus ja mekaaninen poistaminen tapahtuu yleensä ennen biologista käsittelyä. Perusperiaate

saostuksessa on muuttaa veteen liennut aine saostusaineiden avulla ei-lienneeseen muotoon. (3.)

Alla kuvassa 1 saostuksen prosessiketju.



Kuva 1. Saostusta kuvaava prosessiketju (4).

Kun saostamista käytetään vedenpuhdistuksessa epäpuhtauksien poistamiseen, syntyvän saostuman partikkeleiden ominaisuuksilla ei ole merkitystä. Vedenpuhdistuksessa käytetään erilaisia saostusaineita, riippuen veden sisältävistä hiukkaisepäpuhtauksista. Nämä aineet ovat yleensä joko alumiinin tai raudan suoloja, koska nämä liukenevat veteen huonosti neutraalissa pH:ssa. (4.)



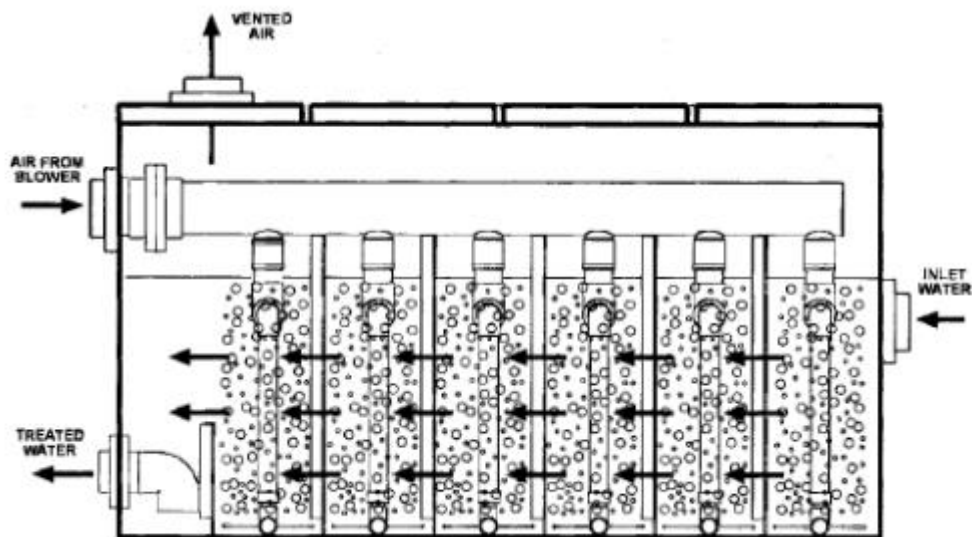
## 2.2 Ilmastus

Yleisimmät ilmastuksen käyttökohteet ovat orgaanisen aineen hapetus, korroosion estäminen vähentämällä hiilidioksidipitoisuutta, raudan ja mangaanin poisto, veden desinfiointi, radonin, rikkivedyn ja metaanin poisto, ammoniakkin poisto ja myrkyllisten haihtuvien yhdisteiden poisto. (5.)

Ilmastukseen voidaan käyttää diffuusioilmastinta. Diffuusioilmastimen toiminta perustuu ilman syöttämiseen pienten reikien läpi ympäröivään vesimassaan. Reiän koko vaikuttaa veden ja ilman väliseen kosketuspinta-alaan ja ilmastustehokkuuteen. Pienemmillä rei'illä on parempi ilmastustehokkuus, mutta ne tukkeutuvat helpommin, jos käsiteltävä vesi on erittäin likaista tai sameaa. (5.)

Diffuusioilmastin koostuu jakoputkistosta, levyistä tai lautasista, joista purkautuu ilmaa. Ilma laitteeseen syötetään kompressorilla. Käytettävän altaan muodosta riippuen voidaan kaikkia ilmastimen osia käyttää, joko pysty- tai vaakasuorassa. (5.)

Alla kuvassa 2 on esitelty diffuusioilmastimen toiminta.

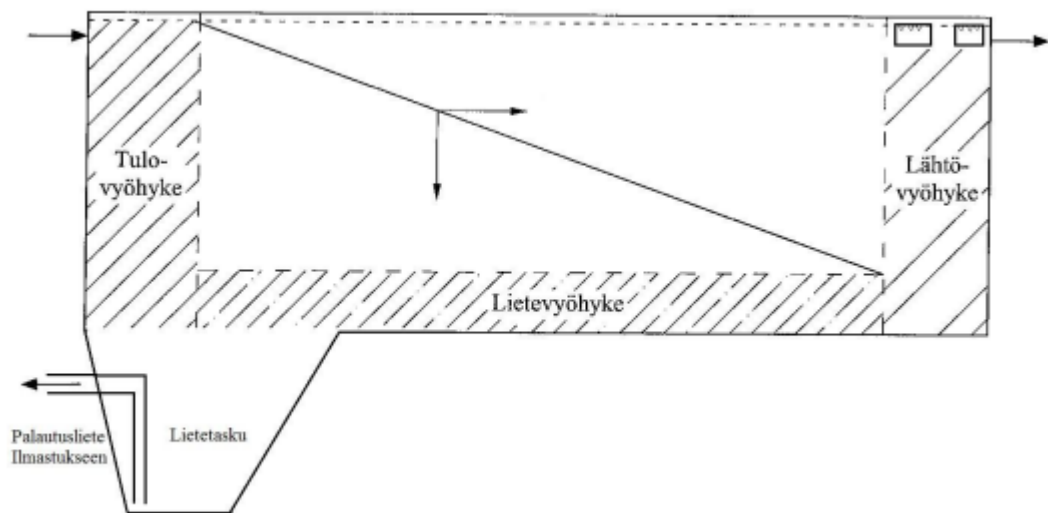


Kuva 2. Diffuusioilmastin (5).

### 2.3 Selkeytys ja suodatus

Selkeytyksellä tarkoitetaan kiintoaineen poistamista vedestä käyttäen painovoimaa tai keskipakovoimaa. Yleisin menetelmä selkeytyksessä on laskeuttaminen, jossa painavammat hiukkaset laskeutuvat laskeutusaltaan pohjalle. Tämän vuoksi termejä laskeutus ja selkeytys usein käytetään synonyymeinä. Ilmastuksessa syntyneiden hiukkasten määrä vähennetään selkeytyksellä. (6.)

Alla kuvassa 3 on esitelty laskeutusaltaan toiminta.

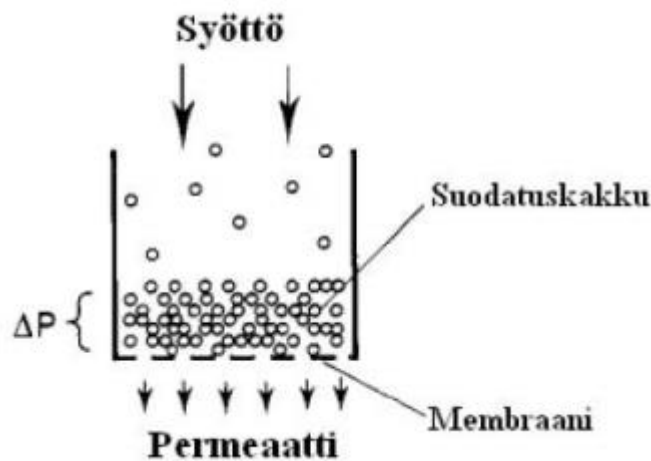


Kuva 3. Laskeutusallas (6).

Suodatuksessa vedestä poistetaan kiintoainetta ja pienemmät epäpuhtaudet, kuten bakteerit, virukset, liuennut orgaaninen aine ja suolat. Kun halutaan poistaa pienempiä epäpuhtauksia, täytyy käyttää kalvosuodatusta. Johdettaessa suodatinmateriaalin läpi puhdistettavassa vedessä olevat haitta-aineet ja epäpuhtaudet jäävät suodattimen pinnalle tai vaihtoehtoisesti pidäytyvät syvempään suodatusmateriaaliin. Suodatinmateriaalin perustyyppit ovat ohutkerroksiset ja paksukerroksiset materiaalit. Ohutkerroksisia suodattimia ovat suodatinkangas, suodatinverkko ja suodatinpaperi. Hiekkasuodattimet ovat esimerkki paksukerroksisista suodatinmateriaaleista. Paksukerrossuodattimia kutsutaan usein myös massasuodattimiksi. Suodatustapahtumaan vaikuttavat käytettävän

suodattimen lisäksi, paine, suodatettavan nesteen viskositeetti, lämpötila ja kiintoainepitoisuus. (7.)

Alla kuvassa 4 esimerkki dead-end-suodatuksesta, jossa koko syöttövirta pakotetaan paineen avulla kalvon läpi, jolloin konsentraatio jää kalvon pinnalle. (7.)



Kuva 4. Dead-end-suodatuksen periaate

## 2.4 Desinfiointi

Desinfioinnissa yritetään päästä eroon jätevesissä olevista patogeeneista. Desinfioinnissa ei kuitenkaan ole kyse veden sterilisoinnista, koska tarkoitus on vain saada patogeenien määrä vastaamaan vaadittua haitta-aineraja-arvoja. Nämä raja-arvot vaihtelevat riippuen kohteesta ja veden käyttötarkoituksesta desinfioinnin jälkeen. Kaikkia vedessä olevia tautia aiheuttavia organismeja on mahdotonta kartoittaa, jolloin käytetään niin sanottuja indikaattoriorganismeja, kuten kolibakteeri. Jos vedessä havaitaan kolibakteeria, voidaan olettaa, että se sisältää myös muitakin taudinaiheuttajia. (8.)

Veden desinfiointimenetelmiä on useita, yleisin käytetty menetelmä on klooraus. Klooraus on yleistä sen helppouden ja tehokkuuden vuoksi. Käsiteltävän veden klooripitoisuuksia on myös helppo mitata ja määrittää käsittelyn jälkeen, mikä on myös yksi suuri etu kloorauksessa verrattuna muihin desinfiointimenetelmiin. (8.)

Kloorauksesta puhuttaessa tarkoitetaan menetelmiä, joissa käytetään klooripitoisia kemikaaleja veden desinfiointiin. Esimerkkeinä käytettävistä kemikaaleista ovat hypokloriitti, klooriamiinit, klooridioksidi ja kloorikaasu. Näillä yhdisteillä ovat omat etunsa ja haittansa, jotka saattavat rajoittaa niiden käyttöä tilanteesta riippuen. (8.)

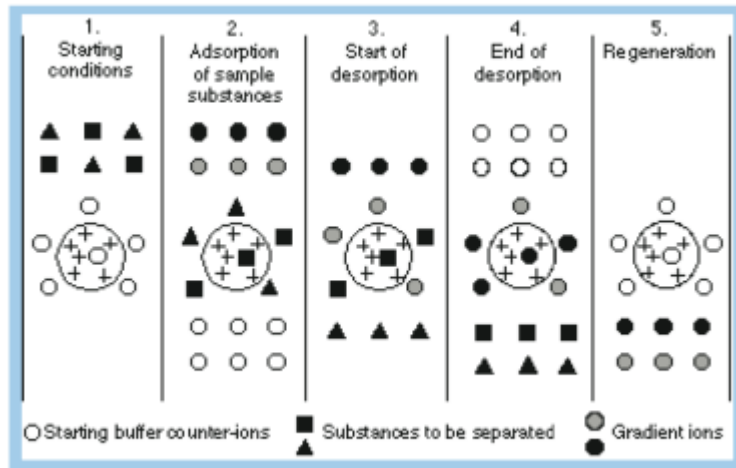
Klooraustapoja ovat tavallinen klooraus tai yli- ja dekllooraus. Tavallisessa kloorauksessa käytetään natriumhypokloriittia. Sen määrä järjestelmässä pystytään helposti annostelemaan syöttöpumpulla. Tällöin voidaan pitää järjestelmässä olevan aktiivisen kloorin määrä pitää haluttuna järjestelmästä saatavassa analyysissä. (8.)

Ylikloorauksessa veden klooriarvo nostetaan niin korkeaksi, että klooraus hävittää makua tai hajuhaittoja aiheuttavat epäpuhtaudet. Tämän jälkeen veden klooriarvo palautetaan normaaliksi deklloorauksessa, kun kloorin vaikutusaika veteen on ollut riittävä. (8.)

## 2.5 Vaihtoehtoiset menetelmät

Yksi vaihtoehtoinen menetelmä on ioninvaihtomenetelmä. Tällä tarkoitetaan menetelmää, jossa kaksi ainetta vaihtaa ioneja. Puhdistusmenetelmissä ionivaihdossa on kaksi faasia, liikkuva- ja stationäärifaasi. Liikkuvafaasi on yleensä neste ja faasi, josta ainetta erotetaan. Stationäärifaasi pysyy paikallaan, jolloin aine kiinnittyy. Stationäärifaasi on tyypillisesti kiintoainehartsia. Hartsin rae koko on 0,5–1 mm, mutta raekoon määrittämiseen voidaan käyttää myös rakeen läpäisevyyttä seulapohjasta. Seulapohjalla on niin sanottu mesh-arvo, joka määritetään reikien lukumääränä neliötumaa kohden. Mesh-arvo esitetään esim. 20–50 mesh, jolloin hartsi läpäisee seulapohjan, jossa on 20 reikää neliötuumalle, mutta ei enää pohjaa, jossa on 50 reikää neliötuumalle. (9.)

Liikkuvafaasi kulkee stationäärifaasin läpi, jolloin sen ionit tarttuvat hartsinpintaan. Kun hartsi on kylläinen, eli täynnä kiinnittyneitä ioneja, se huuhdellaan, joko happamalla tai emäksisellä liuksella. Ionien siirtyessä nesteestä hartsiin neste puhdistuu. Huuhtelun aikana hartsiin kiinnittyneet ionit irtoavat. Prosessin aikana hartsin väri ja tilavuus saattavat muuttua. (9.)



Kuva 5. Ioninvaihtimen periaate havainnollistettuna (9).

### 3 Järjestelmän suunnittelu

Järjestelmää suunnitellessa on tärkeää ottaa huomioon kyseisen työmaan tai urakan tarpeet. Saman kaltainen järjestelmä ei välttämättä toimi joka kohteessa. Tämän vuoksi on hyvä selvittää jo lupien haku prosessin aikana, millainen ja minkä laajuinen vesien käsittely järjestelmä on kyseisessä urakassa tarpeen. (1.)

Selvitettäviin parametreihin kuuluu urakka-alueen koko. Järjestelmä vaatii oman alueensa työmaalla, ja sen sijoituspaikka on hyvä mitoittaa jo ennen järjestelmän rakentamista. Haitta-aineiden ja saasteiden määrä määrittelee myös järjestelmän mittakaavan. Myös haitta-aineiden tyyppi, öljy ja PAH-yhdisteet vaikuttavat järjestelmään. PAH-yhdisteillä tarkoitetaan polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä, jotka koostuvat aromaattisista renkaista. Vaikka alueen maa-aines olisi erittäin saastunut, se ei välttämättä tarkoita veden saastumista samassa mittakaavassa, jos kyseessä on huonosti liukenevia haitta-aineita, kuten raskasmetalleja. (1.)

Järjestelmän suunnitteluvaiheeseen kuuluu myös lupaprosessi. Ilman ympäristöviranomaisten lupaa ei voida käyttää hyödyksi alueella olevia viemäreitä tai vesialueita. Lupaprosessin aikana myös selvittää kyseisen alueen ympäristövalvojan asettamat raja-arvot eri haitta-aineille. Hermannin 1:n esimerkissä käytetään HSY:n (Helsingin seudun

ympäristöpalvelut) asettamia raja-arvoja viemäriin johdettaville haitta-aineille. Paikallisten ympäristöviranomaisten lisäksi on myös noudatettava valtion asettamia haitallisten aineiden pitoisuuksien kynnyks- ja ohjearvoja. (2.)

Purkupaikan valinta kannattaa tehdä jo suunnitteluvaiheessa, jotta se voidaan helpommin toteuttaa yhdessä työmaan muiden logistiikka ratkaisujen avulla. Tähän kuuluu viemäriin valinta alueelta tai jos mahdollista suora purkaminen mereen tai muuhun vesistöön. Jos valitaan suora purkaminen vesistöön, täytyy silloin huomioida se lupaa haettaessa ja järjestelmää suunnitellessa. Vesistöön puretulla vedellä on eri haitta-aineille eri raja-arvot, riippuen vesistön tyypistä, kuin viemäriverkkoon lasketulle vedelle. Järjestelmä kannattaa myös pitää kompaktina, jolloin sen putkistot pystytään pitämään lyhyinä, jolloin ne eivät vaikeuta työmaan muiden työkoneiden liikkumista. Jos tilan puutteen takia lavat on pakko sijoittaa erilleen, täytyy putket kaivaa maahan ja suojata ajosiltujen avulla. Jos lavoja täytyy liikutella työmaan aikana, täytyy siihen varata nosturiauto. Lavojen siirtoa ei saa työturvallisuus syistä suorittaa kaivinkoneella. (2.)

### 3.1 Järjestelmän kuvaus

Hermannin 1:n tapauksessa järjestelmä koostuu Siltbuster-kiintoaineserotimesta, taseausaltaasta, ilmastuslavasta, kompressorista, ensimmäisen luokan öljyerotimesta ja öljynkeräyssäiliöstä. Ilmastusallasta voidaan käyttää myös toisena taseausaltaana, jos ilmastukselle ei ole tarvetta. Järjestelmä purkaa työmaa-alueella olevaan sekaviemäriin, johon on saatu aluetta hallitsevalta ympäristöviranomaiselta lupa. Näytteenottohanat on sijoitettu järjestelmässä sen jokaisen osan jälkeen, jotta veden laatua voidaan tarkkailla prosessin jokaisessa vaiheessa. Järjestelmän virtaussuunta on kuvattu tarkemmin prosessikaaviossa kappaleessa 3.3 ja erillisenä liitteenä 1 raportin lopussa. (1.)

Hermannin järjestelmä on virtaviivaistettu, sillä alueella oleviin saasteiden ja pilaantuneen maan ei uskota liukenevan helposti kaivantoon kerääntyviin vesiin. (10.)

Järjestelmää voi laajentaa lisäämällä ilmahilisuodattimia tai puhaltimia ilmastuslavan, jolloin saadaan käsiteltävästä vedestä puhtaampaa. Järjestelmään voidaan myös lisätä mahdollinen viivytyksallas. Tällöin järjestelmään pumpattavan veden määrää voidaan

säädellä. Tämä ratkaisu voi olla tarpeellinen riippuen, kuinka paljon pohjaveden pinnan alle joudutaan kaivamaan urakan aikana. (1.)

Järjestelmä täytyy aina mitoitaa kohteeseen sopivaksi. Se tarvitsee koemittauksia mahdollisesti ennen itse urakan alkamista. Hyödyntämällä koe mittauksia ja järjestelmän käytön yhteydessä tehtyjä näytteenottoja voidaan arvioida järjestelmän laajuuden tarve hyvissä ajoin ennen pumppaamisen aloittamista ja tarkentaa pumppaamisen käynnistymisen jälkeen. (1.)

Järjestelmän putket ja kiinnikkeet ovat normaaleja rakennuskäytössä käytettäviä putkia. Nämä voivat olla muovia, PVC (polyviliinykloridi) tai teräsputkia. Putket ovat halkaisijalta 160 mm. Putkille, kiinnikkeille ja tarvikkeille ei ole asetettu mitään erillisiä laatu vaatimuksia, kuten hapon- tai sulfaatinkestävyysluokkaa. Järjestelmän purku on kytketty perus 160mm putkella työmaa-alueella olevaan sekaviemäriin, kuten alla olevassa kuvassa 6 näkyy. Järjestelmään on myös mahdollista liittää lämmitys, jos sää olosuhteet sitä vaativat. Lämmitys ei yleensä ole tarpeen, jos vesi saadaan pysymään virtaavana. (2.)



Kuva 6. Järjestelmän purku sekaviemäriin

Alla olevassa kuvassa 7 nähdään Hermanni 1:n työmaa vesien käsittely järjestelmä. Järjestelmän osat näkyvät kuvassa vasemmalta oikealle: Siltibuster-kiintoaineserotin, tassaallas, ilmastuslava ja öljyerotin. Järjestelmään liitetty kompressori sijaitsee öljyerotimen jälkeen valkoisessa kontissa. Tässä kontissa sijaitsevat myös järjestelmän huoltamiseen ja ylläpitämiseen käytetyt työkalut ja varaosat. (2.)





Kuva 7. Hermanni 1:n järjestelmä

### 3.2 Järjestelmän tarpeet

Järjestelmän tarpeet määräytyvät aina työmaa-alueen saastuneisuuden ja maakerrosten laadun mukaan. Kiintoaineen poistaminen kaivantovedestä on kuitenkin aina tarpeen, kun halutaan purkaa kaivantovesiä viemäriin tai mereen. Jos kohteen maa on pilaantunut, kiintoaineksen poisto ja veden käsittely on vielä tärkeämpää. (1.)

Haitta-aineiden rajat arvot määritellään aina kohteen tarpeiden mukaan, ja näistä määrittelyistä vastaa paikallinen ympäristöviranomaisena. Hermanni 1:n tapauksessa näistä haitta-arvojen raja-arvojen määrittelyistä vastaa HSY. Raja-arvot vaihtelevat myös riippuen, purkaako järjestelmä viemäriin vai suoraan vesistöön. (1.)

Koekaivantojen ja -näytteiden avulla on helpompi määrittellä järjestelmän tarpeet kohteen haitta-aineiden pitoisuuksien ja vedessä olevan maa-aineksen määrää tarkkailemalla.

Koenäytteiden tuloksia voidaan vertailla edellisiin työmaihin ja vertailun avulla pystytään alustavasti laskemaan haitta-aineiden puhdistuksen tarve. (11.)

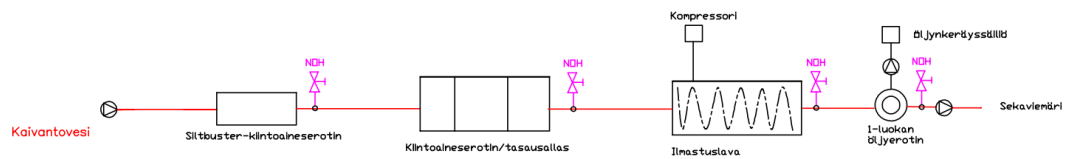
Järjestelmän läpi kulkevan veden sameutta ja haitta-aine arvoja täytyy pystyä seuraamaan prosessin aikana. Näytteenottohanoja on hyvä sijoittaa järjestelmään useampaan kohtaan, mutta järjestelmän lopussa viemäriin purkautuvasta vedestä on aina saatava näytteitä. Tällöin voidaan varmistua purkautuvan veden täyttävän pitoisuus vaatimukset. Hermanni 1:n kohteessa vesienkäsittely järjestelmässä on näytteenottoahanoja prosessin jokaisen vaiheen jälkeen helpottamaan järjestelmän valvontaa ja huoltamista. (2.)

Järjestelmän tyhjennys aikataulu täytyy myös ottaa huomioon järjestelmän tarpeita kartoittaessa. Tyhjennyksen tarve selkeytyy pumppauksen alettua ja kiintoaineen määriä seuraamalla voidaan ajoittaa tyhjennysauton saapuminen aikoihin, jolloin se ei häiritse työmaan muuta liikennettä. (2.)

### 3.3 Järjestelmän prosessikaavio

Kuten yllä on mainittu, järjestelmä koostuu neljästä pääosasta: Siltbuster kiintoaineserotimesta, tasausaltaasta, ilmastuslavasta ja 1-luokan öljyerotimesta. Järjestelmässä on myös putkistoja ja näytteenotto hanoja jokaisen pääosan jälkeen. Putket ovat kaikki halkaisijaltaan 160 mm. Järjestelmään kuuluu myös kompressori, jonka avulla prosessiin pumpattu vesi ilmataan. Öljy erotimessa vedestä kerätty öljy kerätään erilliseen öljynkeräyssäilöön. Näytteenotto hanat on sijoitettu jokaisen vaiheen jälkeen, jotta veden laatua voidaan tarkkailla koko prosessin aikana ja selvittää, voisiko prosessia virtaviivaistaa, jotta päästäisiin haluttuihin raja-arvoihin. (2.)

Alla kuvassa 8 järjestelmän prosessikaavio.



Kuva 8. Järjestelmän prosessikaavio

Tarkempi kuva järjestelmän prosessikaaviosta löytyy työn lopusta liitteessä 3.

Järjestelmän putkina toimivat normaalit putket ja liitokset, eikä niille ole asetettu mitään erityisiä vaatimuksia. Järjestelmä päättyy yleiseen sekaviemäriin, johon pumppaamiseen on haettu lupa, sitä valvovalta taholta. (2.)



Kuva 9. Järjestelmä sivulta kuvattuna

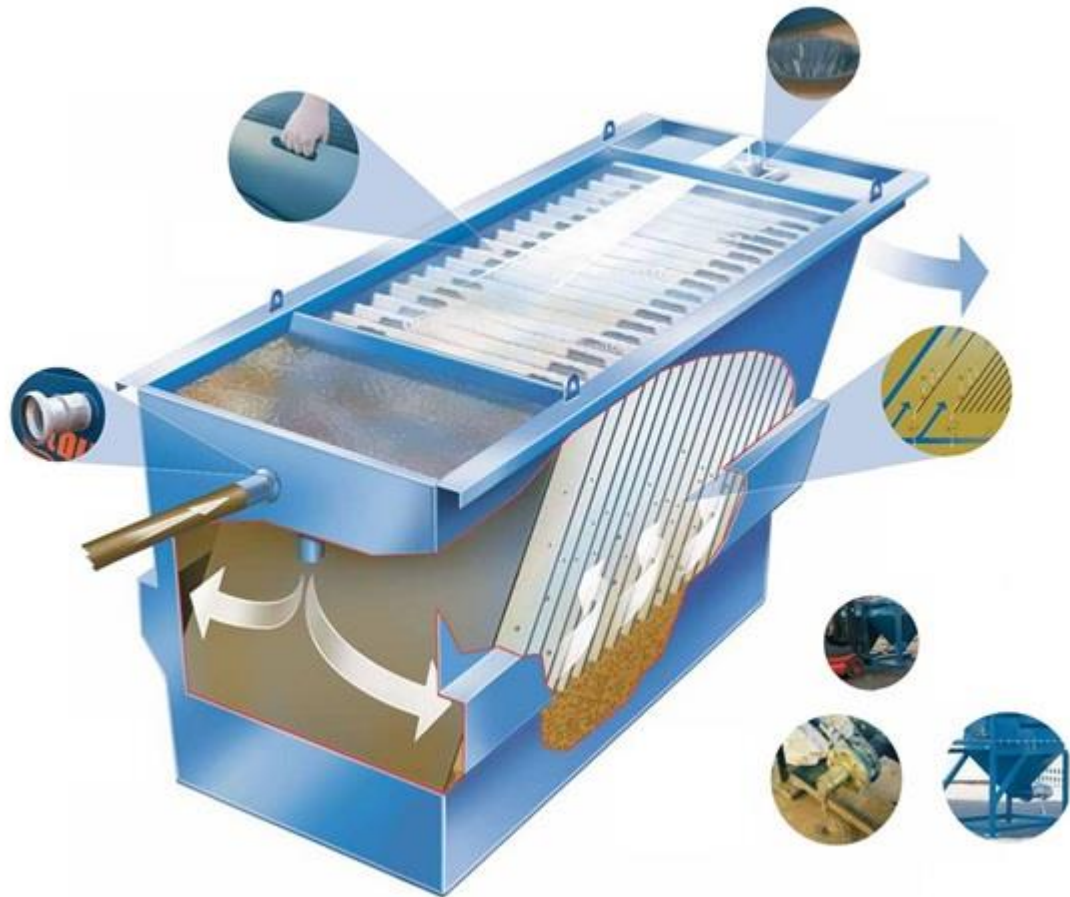
Kuvasta 9 nähdään miltä prosessikaavion eri osat näyttävät rakennettuina.

Jos kohteessa oleva vesi tarvitsee enemmän käsittelyä, voidaan järjestelmään aina lisätä uusia osia tarpeen mukaan. Näitä osia voivat olla lisää tasausaltaita, öljyerottimia tai ilmastus altaita. Järjestelmään voidaan liittää pumppaamisallas, jos se nähdään tarpeelliseksi. (2.)

#### Järjestelmän osien kuvaus

Kaivannosta vesi pumpataan järjestelmään, ja ensimmäisenä se menee Siltbuster-kiintoaineserottimeen. Kiintoaines jää laitteen sisälle siellä olevien suodattimien avulla. Laitte pitää säännöllisin väliajoin tyhjentää kiintoaineesta, jolloin järjestelmä on pysäytettävä tyhjennyksen ajaksi. Väliajan pituus riippuu kiintoaineen määrästä. (12.)

Kuvassa 10 alla poikkileikkaus kiintoaineserottimen sisältä



Kuva 10. Siltbuster (12)

Tasausallas on toinen osa vesienkäsittelyjärjestelmää. Tasausaltaan tarkoituksena on tasata järjestelmään saapuvan veden määrää. Syöttämällä järjestelmään tuleva vesi ensin tasausaltaaseen ennen ilmastusaltaaseen tuloa voidaan tällöin pitää ilmastusaltaaseen tulevan veden virtaama vakiona. Tasausaltaaseen liitetään myös öljypuomit, jotka asettaan paikoilleen, kun vettä on pumpattu altaaseen. (2.)

Alla kuvassa 11 tasausaltaasta tyhjänä.



Kuva 11. Tasausallas

Tasausaltaan jälkeen vesi ohjataan ilmastusaltaaseen, jossa kompressorin avulla suoritetaan ilmastus. Ilmastuksen tarkoituksena on parantaa biologista hajoamisprosessia, jolloin mahdolliset biologiset haitta-aineet hajoavat nopeammin. Tällöin niiden määrä vähenee vedessä ja vesi on turvallista johtaa viemäriverkostoon. (2.)

Ilmastus pidetään päällä koko ajan, kun käsiteltävän veden määrä on runsasta. Jos veden määrä pienenee, voidaan ilmastus kytkeä pois päältä ja käyttää allasta toisena tasausaltaana. Tämä ei ole mahdollista, jos vedestä otetuissa näytteissä on havaittu suuria konsentraatioita biologisia haitta-aineita, jolloin ilmastus on pakko suorittaa veden määrästä riippumatta, prosessin toimivuuden takaamiseksi. (1.)

Alla kuvassa 12 ilmastusallas ennen pumppaamisen aloittamista.



Kuva 12. Ilmastusallas

Alla kuvassa 13 kompressori, jonka avulla ilmastus suoritetaan.



Kuva 13. Kompressori

Ilmastusaltaan jälkeen vesi johdetaan 1-luokan öljyerottimeen. Tässä vaiheessa mahdollinen öljy poistetaan käsiteltävästä vedestä ja kerätään öljynkeräyssäiliöön. Öljyerotin on viimeinen osa järjestelmää, jonka käsittelyn jälkeen vesi puretaan viemäriin. 1-luokanöljyerottimessa on myös yhdistämisyksikkö, joka tehostaa öljykerrosten yhdistymistä. Sen avulla päästään parempiin tuloksiin, kuin pelkällä painovoimaisella erotuksella. (13.)

Alla olevassa kuvassa 14 on Hermanni 1:n järjestelmässä käytetty öljyerotin.





Kuva 14. Öljyerotin ja öljynkeräyssäiliö

## 4 Järjestelmän toteutus

### 4.1 Lähtötilanne

Työmaa alueelta poistetaan pilaantuneita maita, minkä vuoksi kaikki alueella oleva vesi on potentiaalisesti pilaantunutta vettä, joka täytyy käsitellä ennen sen pumppaamista yleiseen viemäriverkoston. Kaivanto vesistä on todettu aiemmin alempien ohjearvojen ylityksiä alkuaineiden, PAH-yhdisteiden, öljyhiilivetyjen ja BTEX-yhdisteiden osalta. (10.)

Kaivantoon kerääntyvä vesi on myös hyvin sameaa ja siinä on paljon kiintoainesta, joka pitää poistaa vedestä ennen sen ohjaamista viemäriverkoston.

Kaivannon kuivatustarve on arvioitu käyttäen edellisiä alueella tehtyjä maanrakennustyötä hyödyntäen. Kaivuun mennessä orsiveden pinnan alapuolelle tarvitaan kaivantoihin kattava pumppausjärjestelmä. Käsiteltävän veden volyyymia ei vielä suunnitteluvaiheessa pystytä tarkkaan laskemaan. (1.)

Veden ohjeellisina arvoina käytetään HSY:n asettamia jätevedenpuhdistamoille johdettavien Jätevesien raja-arvot-dokumenttia. Tässä määritetään vedessä olevien haitta-ainneiden sallitut arvot. Dokumentissa myös määritellään kaikki aineet, joita on kielletty johdattamasta viemäriverkoston. (14.)

Vaadittavat raja-arvot ja ohjeisarvot riippuvat aina paikallisesta viemäriverkon omistajasta ja sen asettamista arvoista. Nämä arvot vaihtelevat kaupungeittain ja alueittain, minkä vuoksi tässä raportissa käytettyjä arvoja voi käyttää vain ohjeistavina. (1.)

#### 4.2 Järjestelmän rakentaminen

Järjestelmän rakentamisen tekevällä työntekijällä ei tarvitse olla erityisiä pätevyksiä, liittyen vesitöiden tekemiseen. Näihin erityispätevyyksiin kuuluu vesikortti tai muut mahdolliset lisenssit. (2)

Järjestelmän rakentaminen tapahtuu normaalina putkityönä. Tällöin tekijä tarvitsee vain osaamisen putkien kiinnitykseen, pumppujen asennukseen ja viemäriiliitäntään. Järjestelmän rakentamiseen kannattaa varata aikaa, ja se kannattaa suunnitella huolella. Ideaalitilanteessa järjestelmän rakentamiseen menee viikon verran työtunteja, mutta riippuen työmaan muusta liikenteestä ja työvaiheista voi siihen kulua enemmän. Lisäaika yleensä syntyy tarpeesta liikutella järjestelmän osia muiden työvaiheiden tieltä. (2.)

Putkien kiinnittäminen lavoihin ja putken liittäminen viemäriverkoston tarvitaan normaalit putkiurakoinnissa käytettävät työkalut. Järjestelmän kiinnikkeillä ei ole mitään erityisiä laatuvaatimuksia. (2.)

Viimeisenä vaiheena järjestelmään liitetään hälytysjärjestelmä valvomaan järjestelmän toimivuutta ja ilmoittamaan mahdollisista ongelmista suoraan järjestelmästä

vastaavan henkilön puhelimeen. Hälytysjärjestelmä kytketään kaivannossa oleviin pumppuihin. (1.)

### 4.3 Lopputilanne

Järjestelmän valmistuttua pumppaaminen voidaan aloittaa heti, kun siihen on tarvetta muiden työvaiheiden takia. Kun pumppaaminen aloitetaan, veden virtaamaa ja virtausnopeutta valvotaan tarkasti, jotta pysytään luvan antamien parametrien sisällä. Valmiissa järjestelmässä on hälytys, joka ilmoittaa, jos järjestelmän toiminnassa ilmenee ongelmia. Hälytys voidaan kytkeä lähettämään ilmoitus suoraan matkapuhelimiin. Tämä ilmoitusjärjestelmä on tarpeellista käynnistää, jos vesienkäsittely järjestelmä tarvitsee pumpattavan veden määrän takia jättää käyntiin normaalin työajan ulkopuolella. Normaalina työaikana hälytykset eivät ole välttämättä tarpeellisia kattavan valvonnan takia. (1.)

Pumpattavan veden määrä vaihtelee, mikäli alueella täytyy pumpata pohjavettä sade- ja orsivesien lisäksi. Kaivantojen pohjalle kertyy jonkin verran orsivettä, joka on pumpattava pois ja käsiteltävä. Kaivantojen pohjalle kertyvän veden määrää ei tarvitse seurata erillisillä menetelmillä, vaan jos veden määrä kasvaa kaivannossa ja kuivatus vaikeutuu, pumppaustehoa voidaan nostaa lisäämällä pumppuja. Vesienkäsittelyjärjestelmän kapasiteettia voidaan nostaa tarvittaessa lisäämällä lavojen määrää. Jos veden määrä kaivannossa kasvaa yli luvissa myönnettyjen parametrien, täytyy anoa päivityksiä lupiin tai miettiä avustavia ratkaisuja, kuten ponttausta, kaivannon toimivaan kuivattamiseen. (1.)

Pohjaveden tason alle ulottuessa kaivantoon kerääntyy normaalia määriä enemmän käsiteltävää vettä. Tämä ei aiheuta muutoksia järjestelmän lopputilanteeseen, jos se on osattu ottaa huomioon suunnitteluvaiheessa. (1.)

Alla olevassa kuvassa 15 nähdään valmis järjestelmä kuvattuna, kun pumppaus on aloitettu.



Kuva 15. Lopullinen järjestelmä

Tässä vaiheessa, kun pumppaus on aloitettu, järjestelmää ei enää suositella siirrettäväksi, ellei se ole ehdottoman pakollista. Lavojen tyhjennys vedestä ja osien irrotus vievät aikaa ja aiheuttavat myöhästyksiä muullekin työmaa toiminnalle. (2.)

Alla olevassa kuvassa 16 pumppaaminen on aloitettu ja järjestelmään on syötetty vettä ja ilmastus on päällä ilmastusaltaassa.



Kuva 16. Ilmastusallas, kun ilmastus on kytketty päälle

Ilmastusaltaassa pidetään ilmastus päällä, kun pumpattavaa vettä on kaivannossa runsaasti. Muutoin ilmastusallasta voidaan käyttää toisena tasausaltaana. (2.)

#### 4.4 Valokuvia järjestelmän rakentamisesta

Rakentaminen alkaa järjestelmän osien saavuttua työmaalle. Erillinen vaiheistettu kuva-sarja järjestelmän rakentamisesta löytyy raportin lopusta liitteestä 2.



Kuva 17. Siltbuster-kiintoaineserotin

Yllä olevassa kuvassa 17 nähdään kiintoaineserotin alkutilanne ennen sen kytke- mistä tasausaltaaseen. Järjestelmän osat ovat tässä vaiheessa saapuneet työmaalle ja järjestelmän kokoaminen voi alkaa. Myös putket ja muut kokoonpanoon tarvittavat ma- teriaalit ovat saapuneet työmaalle.



Kuva 18. Putkien kiinnikkeitä



Kuva 19. Järjestelmän putkistoa

Yllä olevissa kuvissa 18 ja 19 nähdään järjestelmässä käytettäviä putkia ja niiden kiinnikeitä. Putkien asennuksen tekevällä rakennusammattimiehellä ei tarvitse olla mitään erityisiä pätevyksiä vedenkäsittelyyn liittyen, ja ainoastaan vaadittava osaaminen ja tietotaito putkien asennukseen.





Kuva 20. Kiintoaineserotin kytkettynä tasausaltaaseen



Kuva 21. Tasausallas kiinnitetty ilmastusaltaaseen

Edellä olevissa kuvissa 20 ja 21 järjestelmä on rakennettu ja putket on asennettu altaiden ja järjestelmän eri osien välille. Pumppaamista ei ole vielä tässä vaiheessa aloitettu.



Kuva 22. Ilmastusallas kytkettynä öljyerottimeen



Kuva 23. Liitos sekaviemäriin

Yllä olevissa kuvissa 22 ja 23 öljyerotin on liitetty järjestelmään ja järjestelmä on kytketty sekaviemäriin. Tässä vaiheessa järjestelmä on valmis ja pumppaus voidaan tarvittaessa aloittaa. Järjestelmästä puuttuu toisesta lavasta öljypuomit, jotka on helpompi asettaa paikalleen pumppaamisen aloittamisen jälkeen. Kuvassa 24 öljypuomit on asennettu altaan sisälle.



Kuva 24. Tasausaltaaseen asennettu puomi pumppauksen aloituksen jälkeen

Järjestelmään on myös asetettu virtaamamittari, jotta voidaan valvoa järjestelmän läpi kulkevan veden määrää. Tämä on tarpeellista, jos alueen pumppaus- ja viemäriiityntäluvassa on asetettu sallitut päivittäiset määrät. Tässä tapauksessa virtaamamittarina on Siemensin sähkömagneettinen putkeen yhdistetty mittari.



Kuva 25. Mittari asennettu järjestelmään

## 5 Järjestelmän rakentamisen ohjeistus

Järjestelmän rakentamisen ohjeistus on kokonaisuudessa raportin lopussa erillisenä liitteenä 1. Tässä luvussa käydään ohjeistuksen pääkohdat lävitse. Ohjeistuksen erottaminen pääraportista on tehty pitämään raportti selkeästi luettavana ja ohjeistus lyhyenä, jotta sitä olisi helpompi soveltaa tulevaisuudessa. Toinen syy ohjeistuksen erottamiseen raportista on tilaajan toiveet. Koska ohjeistus tulee yleiseen käyttöön tilaaja yrityksessä, ohjeistuksen on parempi olla kompakti ja sisältää kaikki mahdollinen samassa dokumentissa loogisessa järjestyksessä käytettävyyden helpottamiseksi. (1;11.)

Laskenta, suunnittelu ja toteutus ovat ohjeistuksen kolme eri vaihetta. Laskenta vaiheessa keskitytään määrittämään järjestelmän arvioidut kustannukset. Näihin kuuluvat lava- ja kiintoaineserotinvuokrat, putkistot, putkientarvikkeet, työkoneet, työtunnit ja tyhjennysauton hinnat. (1;11.)

Suunnitteluvaiheessa tehdään järjestelmälle sijoitussuunnitelma, jossa määritellään järjestelmän vaatimat tila ja se mihin kohtaan työmaa-aluetta järjestelmä on järkevintä sijoittaa, jotta purkuviemäri olisi mahdollisimman lähellä, ja järjestelmää ei tarvitsisi liikuttaa alun paikalleen asettelemisen jälkeen. Tässä vaiheessa on myös aloitettavan lupaprosessi. Suunnitteluvaiheessa on hyvä myös kartoittaa tarvittavan järjestelmän vaatimukset. Nämä vaatimukset ovat yleensä osa lupaprosessia, kun luvan myöntäjä määrittelee haitta-aineiden raja-arvot viemäriverkoston purkuun. Luvat pitää hakea paikallisilta ympäristöviranomaisilta. Puhdistuksen tarvetta ja määrää voidaan arvioida tässä vaiheessa tehdyillä koemittauksilla. (1.)

Toteutusvaiheessa järjestelmä kytketään kiinni viemäriverkoston tai jos purku tapahtuu suoraan mereen, ulostuloputkeen kytketään letku, jolla käsitelty vesi ohjataan mereen. Järjestelmän osien yhteen asettaminen toteutetaan tässä vaiheessa sijoitus suunnitelman mukaan. Toteutusvaiheessa täytyy ottaa huomioon myös työmaan muun liikenteen logistiikka ja varmistaa, että järjestelmä ei häiritse työmaan normaalia toimintaa. (1;11.)

#### 5.1 Vaadittavat työtunnit ja työkoneet

Ideaali tilanteessa järjestelmän rakentamiseen tarvitaan yhden viikon verran työtunteja ja yhden viikon verran nosturiautoa. Työtunnit koostuvat järjestelmän putkistojen paikoilleen asettamisesta ja veden läpi virtauksen testaamisesta. Järjestelmän kokoamiseen tarvitaan yksi työntekijä, jolla on tarvittavat pätevyudet. Lavojen liikuttamiseen niille suunniteltuun paikkaan käytetään nosturiautoa. Nosturiautona voi käyttää esimerkiksi Hiab-kuorma-autoa. Hiab-kuorma autolla tarkoitetaan kevyen kapasiteetin kuormanosturia. (2.)

Järjestelmän huoltamiseen ja aputöihin on hyvä varata noin 10 työtuntia viikossa. Näistä työtunneista kaksi kuluvat itse järjestelmän huoltamiseen ja veden virtaamisen varmistamiseen. Kahdeksan tuntia kuluu pumppujen siirtämiseen kaivannossa. (2.)

Laitteiston huoltamiseen tarvittavat tunnit ovat hyvin riippuvaisia käsiteltävän veden määrästä ja laadusta. Jos vesi on hyvin sameaa, järjestelmää voidaan joutua huoltamaan enemmän, kuin 10 tuntia viikossa. Suurin riski on järjestelmän putkien tukkiutuminen, jos kiintoainesta on enemmän, kuin järjestelmä on mitoitettu käsittelemään. (2.)

## 5.2 Luvat

Ennen järjestelmän rakentamista ja liittämistä yleiseen viemäriin täytyy sille hakea lupa. Näiden lupien laajuus vaihtelee paikkakunnittain ja viemäriverkostoja valvovan viranomaisen mukaan. Tarvittavat luvat on aina tarkistettava paikalliselta viranomaiselta. Yleensä kunta tai kaupunki pystyvät kertomaan kuka kyseistä viemäriverkostoa hallitsee ja mistä lupaa on haettava. (1;15;16;18.)

Tarvittavat luvat ovat erityisliitântä lupa ja lupa työmaa-aikaisten jätevesien pumppaamisesta viemäriin. Erityisliitântä lupa määrittelee viemäriin purettavan veden määrä, joko jatkuvana kuutiota tunnissa tai hetkellisesti litraa minuutissa. Liitântä lupa anoo oikeutta liittää vesienkäsittelyjärjestelmä viemäriverkostoon ja jätevesien pumppaamisen lupa anoo oikeuden itse veden pumppaamiselle verkkoon. Hermannin 1:n tapauksessa nämä molemmat luvat on haettu HSY:ltä. (1;15;16;18.)

Lupia anottaessa täytyy toimittaa työmaasta oleellisia tietoja:

- Yleensä tarvitaan tontin tai maan omistajan yhteystiedot.
- Urakoitsijan ja rakennuttajan yhteystiedot.
- Edellisestä kappaleesta mainittu pumpattavan veden määrä.
- Lyhyt kuvaus toiminnasta ja sen laajuudesta.
- Selkeä karttakuva, johon merkitty tarkka liitoskohta. (15;16;17.)

Lupaprosessi on hyvä aloittaa ennen järjestelmän osien saapumista työmaalle. Tällöin osien saavuttua voidaan aloittaa järjestelmän rakentaminen heti, kun luvat ovat myönnetty. Lupien käsittelyyn voi myös kulua vaihtelevassa määrin aikaa riippuen viranomaisten aikatauluista. Yleensä lupahakemuksen käsittelyyn kuluu noin viikko. Lupahakemuksista täyttäessä hyvä sääntö on laittaa mahdollisimman paljon tietoa hakemukseen, jotta prosessi ei jumiudu tietojen puutteen takia. Jos kohteeseen kuuluu salattuja tietoja, niiden liittämistä hakemukseen täytyy neuvotella erikseen tilaajan tai asianomaisten kanssa. (1;17.)

Osa lupaprosessia on myös mahdollisen liitoskohta lausunnon tilaaminen. Liitoskohta lausunnon tilaaminen ei aina välttämättä ole tarpeellinen riippuen viemäriverkostoa



valvovasta viranomaisesta. Hermannin 1:n tapauksessa tämä lausunto piti tilata HSY:ltä ja liittää osana erityisliitântä lupa hakemukseen. Lausunnon tilaamislomakkeeseen liitetään mukana sijaintikuva, johon on merkitty, mihin kohtaan liitos tehdään ja mikä liitos on kyseessä. (15.)

### 5.3 Laitteiston sijoittaminen

Järjestelmä sijoittaminen työmaalle on tärkeä suunnitella hyvissä ajoin ennen työmaan alkamista. Tämä tarkoittaa selkeää sijoitussuunnitelman tekemistä. Järjestelmä itsessään tarvitsee useita neliömetrejä tilaa ja tyhjennysautolle on suunniteltava paikka, joka ei häiritse työmaan normaalia liikennettä. Riippuen järjestelmän koosta se voi tarvita 150-300 m<sup>2</sup> tilaa, kun mukaan on laskettu tyhjennysauton tarvitsema tila. (1.)

Suunnitteluvaiheessa kannattaa valita järjestelmälle työmaa-alueelta paikka, jossa järjestelmä voi sijaita koko työmaan ajan. Järjestelmän liikutteluun paikasta toiseen kuluu turhaa aikaa, ja se lisää turhia kustannuksia projektille. Jos tämä ei ole työmaan koon tai sijainnin puolesta mahdollista, työvaiheet kannattaa silloin suunnitella minimoimaan järjestelmän liikuttelun. (1.)

Järjestelmän putket voidaan myös sijoittaa maahan, jolloin ne eivät ole muun työmaa liikenteen tiellä. Maahan sijoittaessa putket täytyy kuitenkin suojata ajosilloin, jotta ne eivät vahingoitu työmaaliikenteen käyttäessä siltoja. (2.)

Jos työmaa-alue on pieni ja lisäalueita ei ole mahdollista vuokrata järjestelmälle, järjestelmä voidaan sijoittaa hajautetusti alueelle. Hermannin 1:n tapauksessa järjestelmä on sijoitettu sarjaan työmaalle, jolloin putkistot pysyvät lyhyinä ja prosessin läpikulku aika on vähäinen. Hajautetusti sijoitetulla järjestelmällä putkistot ovat pidempiä, mikä voi johtaa ongelmiin veden virtauksessa järjestelmän läpi. Tällöin on hyvä sijoittaa lisää pumppeja järjestelmään se, varmistamiseksi, että vesi virtaa koko järjestelmän matkalta. (1.)

Alla kuva 26 Hermannin 1:n kohteen vesienkäsittely järjestelmän sijoitussuunnitelmasta



Kuva 26. Sijoittelusuunnitelma vedenkäsittely järjestelmälle Hermanni 1:n kohteessa

Yllä olevassa kuvassa 26 järjestelmän altaat ja osat on merkitty karttaan sinisillä suorakaiteilla. Tyhjennysautolle varattu tila on merkitty keltaisella ja mahdolliset ajoreitit työmaalle on merkitty punaisella.

Hermanni 1:n tapauksessa järjestelmä on sijoitettu työmaan läntiseen laitaan, jotta se ei häiritse työmaan muuta liikennettä ja työvaiheita. (1.)

Järjestelmän liikuttaminen sille varattuun paikkaan kannattaa tehdä hyvissä ajoin ennen pumppaamisen aloittamista. Tällöin voidaan välttyä turhalta työltä, jos jostain ennalta arvaamattomasta syystä suunniteltu paikka ei sovi järjestelmälle. Näitä syitä voi olla maaperän sopimattomuus. Tätä riskiä voidaan kuitenkin vähentää tekemällä työalusta

järjestelmän osille. Myös työjärjestyksen muutos voi vaikuttaa järjestelmän sijoituspaikan muutokseen. (1.)

#### 5.4 Hinnoittelu

Järjestelmää suunnitellessa täytyy myös huomioida sen hinta. Kun järjestelmä on saatu asennettua paikoilleen ja pumppaus on aloitettu, järjestelmän käyttö työmaalla ei aiheuta ylimääräisiä kustannuksia. Suurimmat kustannukset tulevat järjestelmän rakentamiseen kuluvista työ- ja konetunneista, olettaen, että lavat, öljynerotin, virtaamamittarit ja ilmastuslaitteet löytyvät yrityksen omasta kalustosta. Kulut kasvavat huomattavasti, jos järjestelmän osat joudutaan vuokraamaan yrityksen ulkopuolelta. Itse järjestelmän osien vuokrat eivät aiheuta lisää kustannuksia, jos ne ovat yrityksen omaa kalustoa, ja järjestelmän huoltaminen pystytään järjestämään muun työmaalla tehtävän työn ohessa, jolloin se voidaan toteuttaa tuntityönä, eikä täten lisää merkittäviä kustannuksia järjestelmälle. (11.)

Lavojen ja öljysäiliöiden tyhjennys ovat kustannuksia, jotka täytyy huomioida jo suunnitteluvaiheessa. Näiden kustannusten tarkka arviointi on kuitenkin erittäin vaikeaa, sillä tyhjennysten aikaväliä ja laajuutta on vaikea arvioida ennen pumppaamisen aloittamista. Tyhjennystaajuus on täysin riippuvainen veden laadusta ja siinä olevan kiintoaineen määrästä ja koostumuksesta. Hyvänä käytäntönä voidaan kuitenkin arvioida ainakin yksi tyhjennysauton käynti per kuukausi. Tällöin voidaan ainakin jollain asteella yrittää arvioida sen kustannuksia työmaan ajalta. (2.)

Järjestelmän kustannusten arviointi on tärkeintä ottaa huomioon laskentavaiheessa. Vaikka järjestelmän kustannukset eivät ole suuri osa työmaan kaikista kustannuksista, niiden tarkka arviointi avustaa parempien urakkatarjousten tekemisessä. Huomioitavat kustannukset laskennassa ovat työtunnit, konetunnit, ja materiaalit. Materiaaleihin kuuluvat järjestelmän putket, kiinnikkeet ja mahdolliset lämmityspuikot. (1.)

Ideaali tilanteessa suurimmat kustannukset tulevat järjestelmän kokoamisvaiheessa, jossa tarvitaan viikon verran työtunteja ja konetunteja, esimerkiksi Hiab-kuorma-auto. Ideaalitalanteella tarkoitetaan tilannetta, jossa järjestelmä voidaan suoraan asettaa ja koota sille varattuun paikkaan ja sen purkuputki voidaan kytkeä viemäriin odottamaan

pumppaamisen aloitusta. Jos kuitenkin järjestelmää tarvitsee liikuttaa muiden työvaiheiden takia paikaltaan pois ja takaisin, nämä lisäävät aina järjestelmään liittyviä kustannuksia huomattavasti. Tämän vuoksi järjestelmän purkaminen ja uudelleen rakentaminen ovat suurimmat järjestelmän kustannuksiin liittyvät riskit. (1.)

Järjestelmään on asennettu hälytysjärjestelmä mahdollisten vikatilojen huomaamiseen. Tämä voi aiheuttaa lisää kustannuksia käytännössä, jos järjestelmän hälytys tapahtuu normaalin työajan ulkopuolella ja huoltoa joudutaan tekemään laajemmalla skaalalla esimerkiksi yöllä. Tämä riski voidaan minimoida sulkemalla pumppaaminen hälytyksen satuesssa ja siirtämällä huolto normaalille työmaa-ajalle. Siirtäminen ei ole aina mahdollista työmaan muiden työvaiheiden tai tiukan aikataulun puolesta. (1.)

Lista järjestelmän kustannuksista:

- lavojen hinnat
- Siltbusterin hinta
- öljyerotin hinta
- putket ja tarvikkeet
- kompressori
- työtunnit
- nosturiauto
- näytteenottohanat
- jätemaksut
- tyhjennysautokäynnit
- hälytysjärjestelmä.

Hermannin 1:n tapauksessa lavoilla, öljyerottimella ja Siltbusterilla ei ole vuokrahintaa, jolloin niiden ainoat kustannukset ovat niihin kuluneet työ- ja konetunnit. Työ- ja konetunteja on varattu viikon verran järjestelmän rakentamiseen ja 10 tuntia aputöihin ja huoltamiseen viikossa. Kompressorilla on päivittäinen vuokrahinta, vaikka se vuokrataan konsernin sisältä. (11.)

## 6 Yhteenveto

Vesienkäsittelyjärjestelmän toteuttaminen työmaalle koostuu kolmesta päävaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa hahmotellaan laskennassa järjestelmän arvioidut kustannukset. Kustannuksia syntyy työtunneista, konetunneista, järjestelmän osien vuokrista, suunnitteluun kuluvasta työajasta, jätemaksuista, tyhjennysauton käynneistä, putkista ja tarvikkeista, näytteenottohanoista ja hälytysjärjestelmästä. Hermannin 1:n tapauksessa järjestelmän eri osien, kuten lavojen, öljyerottimen ja Siltbusterin, tapauksessa ei synny kustannuksia vuokran osalta. Kompressorin vuokrataan konsernin kalustopalvelulta, jolloin sillä on päivävuokra. Materiaalin kustannukset ovat pienet Hermannin 1:n tapauksessa järjestelmän yksinkertaisuuden vuoksi.

Suunnitteluvaiheessa tehdään sijoitussuunnitelma. Järjestelmän paikka työmaa-alueella täytyy suunnitella tarkkaan, jotta voidaan varmistaa järjestelmän toimivuus ja se, että se ei häiritse muuta työmaaliikennettä tai työvaiheita. Sijoitussuunnitelmaan täytyy arvioida järjestelmän vaatima tila. Riippuen järjestelmän koosta, se vie 150–300 m<sup>2</sup> tilaa, kun mukaan lasketaan tyhjennysauton tyhjennykseen tarvitsema tila. Hermannin 1:n tapauksessa järjestelmä itse vie noin 100 m<sup>2</sup>, tyhjennysauton tarvitsema tila mukaan lukien. Näihin arvoihin on laskettu mukaan turvallinen väli järjestelmän ja muun mahdollisen työn välillä, jotta noudatetaan työturvallisuusohjeita.

Suunnitteluvaiheessa täytyy myös anoa luvat viemäriverkkoon liittymiseen ja veden pumppaamiseen viemäriin. Lupiin täytyy arvioida käsiteltävän veden määrää, haitta-aineiden määriä ja ilmoittaa selkeä kuvaus käytettävästä viemäriinliitoskohdasta. Luvat voivat myös tulla tilaajan puolelta, jolloin yleensä pumppaamiseen on lupa, mutta verkkoon liittymiseen täytyy edelleen anoa lupa, jos työmaa-alueelle on esimerkiksi myönnetty laajempi ympäristölupa tai -päätös. Hermannin 1:n tapauksessa alueelle anottiin luvat asian mukaiselta ympäristöviranomaiselta, joka oli tässä kohteessa HSY.

Lupaprosessin aikana on hyvä myös kartoittaa alueen vesissä olevia haitta-aineita ja niiden arvoja. Haitta-aine arvojen arviointia voidaan tehdä koekuoppien avulla, vaikka ne yleensä avustavat maatöitä. Koekuoppien avulla voidaan selvittää, jos alueella on haitta-aine konsentraatioita, jotka ovat huomattavasti suurempia, kuin odotetut.

Järjestelmän asennusvaiheessa osat siirretään työmaa-alueelle sijoitussuunnitelman mukaan, ja yritetään tuoda heti järjestelmälle varattuun paikkaan, jotta ylimääräiseltä siirtelyltä voidaan välttyä. Kokoaminen tapahtuu normaalina putkiurakointina eikä se vaadi erityisiä vedenkäsittelyyn liittyviä sertifiointeja tai pätevyyskysymyksiä. Järjestelmän rakentamiseen varataan viikon verran työ- ja konetunteja. Kun järjestelmä on rakennettu, voidaan aloittaa pumppaaminen heti tarvittaessa. Ennen pumppaamisen aloittamista on hyvä asentaa hälytysjärjestelmä paikalleen, jotta järjestelmän toimivuutta voidaan valvoa myös normaalin työajan ulkopuolella. Hälytysjärjestelmä asennetaan kaivantoon sijoitettavaan pumppuun.

## Lähteet

- 1 Moilanen, Mikko. 2019. Projektipääällikkö. YIT Oy. Helsinki. Keskustelu 19.8.2019.
- 2 Kala, Indrek. 2019. Hallituksen varajäsen. Hansa Group Oy Finland. Helsinki. Keskustelu 19.8.2019.
- 3 Jätevesi. Kemira. Verkkoaineisto. <<https://www.kemira.com/fi/vedenkasittely/jatevesi/>>. Luettu: 3.10.2019.
- 4 Kolehmainen, Terhi. 2013. Kemiallinen saostus metallien talteenotossa ja vedenpuhdistuksessa. Pro gradu-tutkielma. Oulun yliopisto. JULTIKA.
- 5 Vainio, Sami. 2015. Veden ilmastuslaitteen fysikaalinen tarkastelu. Opinnäytetyö. Savonia-ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 6 Harju, Jokke. 2010. Päätin jätevedenpuhdistamon selkeytyksen tehostaminen. Opinnäytetyö. Vaasan ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 7 Salmi, Eeva. 2018. Suodatus esikäsitteilymenetelmänä kotitalousjäteveden kontti- puhdistamoissa. Opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 8 Kulju, Jaakko. 2018. Talousveden desinfioinnin varmistus Olkiluodon ydinvoimalassa. Opinnäytetyö. Satakunnan Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 9 Boelius, Kari. 2017. Pilottiprosessin pystytys; Metallisuolojen panosajoinen bioliuotus ja erottelu ioninvaihtimilla. Opinnäytetyö. Turun Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 10 Maaomaisuuden kehittäminen ja tontit-palvelun ilmoitus pilaantuneen maaperän puhdistamisesta Työpihan, Tukutorinkujan ja entisen makkaratehtaan tontin alueella. 2019. Kaupunkiympäristön toimiala Maaomaisuuden kehittäminen ja tontit-palvelu. Helsinki: Ympäristösuojeluyksikkö.
- 11 Salmela, Ismo. 2019. Työmaapäällikkö. YIT Oy. Helsinki. Keskustelu 9.9.2019.
- 12 Siltbuster FB50 Settlement Unit. Siltbuster. Verkkoaineisto. <[https://www.siltbuster.co.uk/sb\\_prod/siltbuster-fb50-settlement-unit/](https://www.siltbuster.co.uk/sb_prod/siltbuster-fb50-settlement-unit/)>. Luettu: 10.9.2019.
- 13 STOPOIL Öljyerottimet. Verkkoaineisto. Raita. <<https://raitacom.com/stopoil.pdf>>. Luettu: 2.10.2019.

- 14 Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoille johdettavien jätevesien raja-arvot. 2019. YL20318. Helsinki: HSY.
- 15 Erityisliittyjän tiedot liittymistä varten. Verkkoaineisto. HSY. <[https://www.hsy.fi/fi/asiointi/uudelle-asiakkaalle/vesihuolto/\\_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/fi/asiointi/uudelle-asiakkaalle/vesihuolto/Documents/Erityisliittyj%C3%A4n\\_Tiedot\\_liittymist%C3%A4\\_varten.doc&action=default](https://www.hsy.fi/fi/asiointi/uudelle-asiakkaalle/vesihuolto/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/fi/asiointi/uudelle-asiakkaalle/vesihuolto/Documents/Erityisliittyj%C3%A4n_Tiedot_liittymist%C3%A4_varten.doc&action=default)>. Luettu: 21.8.2019.
- 16 Liittymisohje vesi- ja viemäriverkostoihin. Verkkoaineisto. HSY. <[https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/\\_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/HSY\\_liittymisohje\\_A5\\_10\\_2018\\_suomi\\_web.pdf&action=default](https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/HSY_liittymisohje_A5_10_2018_suomi_web.pdf&action=default)>. Luettu:24.9.2019.
- 17 Helsingin kaupungin työmaavesiohje. 2013. Työmaavesiohje. Helsinki: HSY.
- 18 Pilaantuneen maa-alueiden ja työmaavesien viemärointilupahakemus. Verkkoaineisto. HSY. <[https://www.hsy.fi/fi/yhteisollejayritykselle/vesihuolto/Documents/HSY\\_Hakemus\\_PIMa\\_ja\\_tyomaavedet.pdf](https://www.hsy.fi/fi/yhteisollejayritykselle/vesihuolto/Documents/HSY_Hakemus_PIMa_ja_tyomaavedet.pdf)>. Luettu: 21.8.2019.



## Liite 1: Erillinen ohjeistus

### Vedenkäsittelyjärjestelmän suunnittelu ja toteutus

#### 1.vaihe Laskenta

Järjestelmän kustannukset koostuvat eri osista ja nämä täytyy ottaa laskennassa huomioon.

Järjestelmän laskennassa huomioitavat osat:

- lavojen hinnat
- Siltbusterin hinta
- öljyerotin hinta
- putket ja tarvikkeet
- kompressori
- työtunnit
- nosturiauto
- näytteenotto hanat
- jätemaksut
- tyhjennysauto käynnit
- hälytysjärjestelmä.

#### 2.vaihe Suunnittelu

Järjestelmän suunnittelu vaiheessa on hyvä aloittaa lupa-asioiden varmistamisesta. Näihin kuuluvat verkkoon liityntäluvut, kun työmaalla on tarve johtaa kaivantovedet yleiseen verkkoon käsittelyn jälkeen. Toinen vaihtoehto johtaa käsitellyt vedet suoraan mereen, järveen tai ojaan, jos tämä on työmaan sijainnin kannalta mahdollista. Molemmissa vaihtoehtoissa sallitut raja-arvot vaihtelevat, jolloin ennen lupien hakua kannattaa arvioida, kuinka paljon kaivantovesissä esiintyy haitta-aineita ja arvioida, paljonko järjestelmä vähentää kyseisiä arvoja. Jos mahdollista kannattaa jo tässä vaiheessa suorittaa koe kaivantoja, joista voidaan testata haitta-aineiden määriä. Yleensä koekaivannoilla mitataan maaperän saastuneisuutta. Näitä koekuoppia voidaan käyttää hyväksi veden

saastuneisuuden arvioinnissa, jos kyseisissä kokeissa löydetään mittavaa saastuneisuutta. Luvan haku prosessin yhteydessä on myös tarpeellista arvioida käsiteltävän veden määriä.

Luvan haku prosessin yhteydessä on myös selvittää järjestelmältä vaaditut tarpeet, kuinka paljon käsiteltävää vettä täytyy puhdistaa.

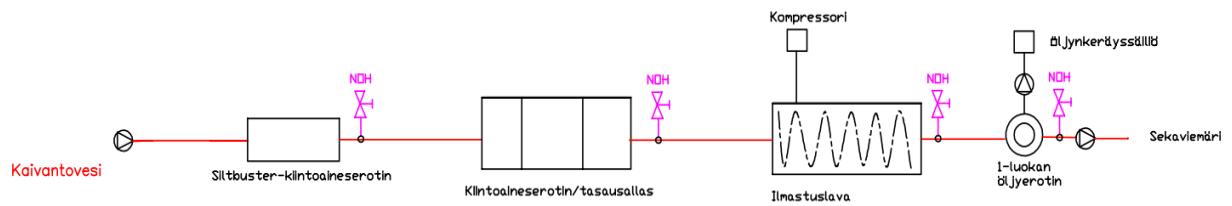
Seuraava vaihe on suunnitella vesienkäsittelyjärjestelmän sijainti työmaa-alueella. Järjestelmä koon mukaan tarvitsee 150–300 m<sup>2</sup> tilaa. Tähän määrään on myös laskettu tyhjennysautolle tila, jota tarvitaan tyhjentämään järjestelmä kiintoaineesta säännöllisin väliajoin. Tyhjennysten aika väliä on mahdotonta arvioida ennen pumppauksen aloittamista, ja se on täysin riippuvainen työmaa-alueella olevan maan koostumuksesta. Alla kuvassa 1 on esimerkki järjestelmän sijoitussuunnitelmasta Hermannin 1:n työmaalta.



Kuva 1. Sijoitussuunnitelma

Kuten kuvasta nähdään kannattaa suunnitteluvaiheessa jo huomioida tyhjennysauton tarvitsema tila, jotta järjestelmää ei tarvitse siirtää useaan otteeseen työmaan aikana. Sijoitussuunnitelma kannattaa tehdä huolella, jotta itse järjestelmän rakentamiseen kuluva aikaa saadaan vähennettyä.

Sijoitussuunnitelman jälkeen kannattaa luoda suunnitelma tarvittavan järjestelmän laajuudesta. Riippuen käsiteltävän veden haitta-ainepitoisuuksista ja kiintoaineesta, järjestelmän koko voi vaihdella laajasti. Parhaiten järjestelmän laajuus kuvataan prosessikaaviona. Alla esimerkki kuva 2 Hermanni 1:n työmaan vesienkäsittelyn järjestelmän prosessikaaviosta.



Kuva 2. Prosessikaavio

Yllä olevasta prosessikaaviosta nähdään, että Hermanni 1:n järjestelmä koostuu Siltbuster-kiintoaineserottimesta, lavasta, joka toimii kiintoaineserottimenä/tasausaltaana, ilmastuslavasta ja öljynerottimesta. Järjestelmän putket ovat halkaisijaltaan 160 mm PVC-putkia. Järjestelmässä on näytteenottohanat järjestelmän joka vaiheen jälkeen, jotta vedessä olevien haitta-aineiden arvoja voidaan seurata eri osissa prosessia. Riippuen veden haitta-aine määrästä järjestelmää voidaan laajentaa lisäämällä lavoja tai lisäämällä öljypuomeja lavoihin sisälle. Ilmastus tapahtuu Hermanni 1:n esimerkissä kompressorin avulla.

Vesienkäsittely järjestelmään täytyy myös suunnitella hälytysjärjestelmä, joka liitetään seuraamaan veden kulkua järjestelmän läpi. Järjestelmä saadaan tällöin hälyttämään, jos siinä tapahtuu virhetilanteita. Hälytysjärjestelmä voidaan asettaa hälyttämään suoraan järjestelmästä vastaavan henkilön puhelimeen. Hälytykseen kannattaa asettaa useamman henkilön puhelin numero, jotta joku saapuu varmasti paikalle, vaikka järjestelmästä vastaava henkilö olisi estynyt. Hälytysjärjestelmä asennetaan kaivannossa olevaan pumppuun valvomaan mahdollisia virhetilanteita, kuten liikasyöttöjä tai ongelmia sähkön virtaamisessa.

Kertauksena lista suunnitteluvaiheen asioista:

- luvat
- vaadittujen raja-arvojen tarkistus
- koe kaivannot
- käsiteltävän veden määrien arviointi, päivä tai kuukausi tasolla
- järjestelmän sijoitussuunnitelma

- tyhjennysauton tilantarpeen huomiointi
- järjestelmän prosessikaavio
- järjestelmän tarpeiden määrittely
- järjestelmän osien hankinta
- hälytysjärjestelmän suunnittelu.

### 3.vaihe Toteutus

Toteutus vaihe kannattaa aloittaa heti työmaan alkaessa, vaikka veden käsittelyn tarvetta ei olisi heti työmaan alkuvaiheessa tehtävissä työvaiheissa. Järjestelmän rakentamiseen tarvitaan ideaali tilanteessa viikon verran työaikaa. Rakentamiseen tarvitaan yksi tarpeelliset pätevyydet omaava henkilö ja yksi nosturi auto liikuttelemaan järjestelmän osia. Osia voi liikutella myös kaivinkoneella hätätapauksissa, mutta tätä ei normaali tilanteissa suositella, siihen liittyvien työturvallisuusriskien takia. Järjestelmää rakentessa se kannattaa, suorittaa heti työmaan alkaessa järjestelmälle varattuun paikkaan sijoitussuunnitelman mukaan. Riippuen työmaa-alueen maan koostumuksesta voi olla tarpeellista rakentaa järjestelmän osille työ- tai tukialusta. Ideaali tilanteessa järjestelmän kokoamiseen kuluu viikon verran työtunteja. Tämän lisäksi järjestelmän huoltamiseen ja pumppujen siirtelemiseen kaivannossa, kun pumppaukset on aloitettu kannattaa varata työtunteja 10 viikossa. Näistä 2 tuntia viikossa kuluu järjestelmän tarkistamiseen. Tämä tarkoittaa järjestelmän nopeaa läpi käyntiä päivittäin, jossa varmistetaan veden läpi kulku järjestelmässä. Loput aputoista ja huollosta käytetään pumppujen siirtelyyn kaivannossa, jos siihen on tarvetta. Pumppauksen alkaessa voidaan arvioida tarvittavan tyhjennysten määrää. Tyhjennyksiä kannattaa arvioida ainakin kerran kuukaudessa.

Alla esimerkki kuva 3 Hermanni 1:n työmaan vesienkäsittely järjestelmästä.



Kuva 3. Hermanni 1:n vesienkäsittelyjärjestelmä

Yllä olevasta kuvasta nähdään, miten järjestelmän osat on kytketty toisiinsa. Kyseessä on normaali halkaisijaltaan 160 mm oleva putki ja siihen liittyvä kiinnike. Järjestelmän loppu päässä järjestelmä kiinnitetään viemäri verkkoon asian mukaisella kiinnityksellä. Koko järjestelmä voidaan laittaa toimimaan vietolla, jolloin välissä ei ole pumppuja, kuten Hermanni 1:n esimerkissä. Vaihtoehtoisesti voidaan myös järjestelmä suunnitella käyttämään pumppuja myös eri käsittely vaiheiden välillä. Jos käsiteltävän veden määrä on mittava, järjestelmän ja kaivannossa olevan pumpun väliin voidaan asettaa viivytyksallas.

Alla kuvassa 4 esimerkki Hermanni 1:n työmaalta.



Kuva 4. Liitos viemäriin

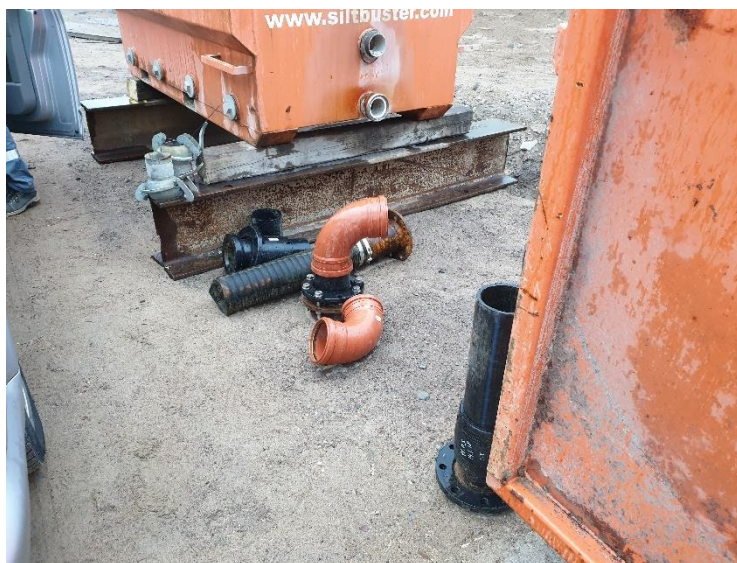
Tarkka kiinnitys ja liitettä riippuvat työmaan sijainnista ja viemäri tyypistä, johon järjestelmästä johdetaan vesi käsittelyn jälkeen.

Alla kuvat 5, 6, 7, 8 ja 9 Hermanni 1:n vesien käsittely järjestelmästä eri vaiheissa.



Kuva 5. Tilanne ennen putkien asentamista

Kuvista voi myös hahmotella järjestelmän eri osien välillä olevine putkistojen pituuksia.



Kuva 6. Kiinnitys kappaleita





Kuva 7. Järjestelmän putkistoa.



Kuva 8. Näytteenottohana



Kuva 9. Yllä kuva yhden altaan sisältä.

Järjestelmän osista Siltbuster, kiintoaineseerottimet, öljynerotin ja näyttöhanat ovat koko ajan käytössä, kun pumppausta tapahtuu. Ilmastuslava otetaan käyttöön, kun tarve vaatii. Vaikka ilmastus ei ole päällä, lava toimii ylimääräisenä kiintoaineseerottimena. Talvi käytössä täytyy järjestelmä eristää kansilla ja lavojen sisään on asennettava lämmittimet. Putkiin on myös mahdollista asentaa saattolämmöt.

Järjestelmän kokoamisen jälkeen voidaan asentaa hälytysjärjestelmä paikalleen. Hälytysjärjestelmä asetetaan kaivannossa olevaan pumppuun, jolloin voidaan valvoa veden kulkua prosessin läpi. Hälytys kannattaa asettaa lähettämään ilmoitus mahdollisista ongelmista useammalle henkilölle, jotta varmistetaan henkilöstön paikalle saapuminen mahdollisessa ongelma tilanteessa. Hälytysjärjestelmää ei välttämättä tarvitse pitää päällä työmaan normaalina työaikana, jolloin järjestelmän virtauksen läpi virtausta voidaan valvoa muun työn ohessa.

Kertauksena lista toteutusvaiheen asioista:

- Järjestelmä kannattaa rakentaa valmiiksi ennen pumppauksen aloittamista.
- Rakentamiseen kannattaa varata aikaa, ideaalilanteessa yhden RAM-viikon työtunnit plus nosturiauto liikuttamaan osia.
- Järjestelmän sijoittaminen sijoitussuunnitelman mukaiseen paikkaan, jotta vältetään ylimääräisiltä siirtelyiltä.
- Valitaan työ- ja tukialustat tarpeen mukaan.
- Varataan apu- ja huoltotöihin 10 työtuntia viikossa.
- Pumppauksen aloittamisen jälkeen kannattaa arvioida tyhjennysten aikaväli.
- Järjestelmän rakentavalla ja huoltavalla RAM täytyy olla tarvittavat pätevyudet.
- Osa järjestelmän osista, kuten öljypuomi, kannattaa asettaa paikoilleen vasta pumppauksen aloituksen jälkeen.
- Talvella järjestelmä eristettävä ja lämmitettävä.
- Kaikkien järjestelmän osien ei tarvitse olla koko ajan käytössä.
- Järjestelmä voi toimia vietolla tai välipumppujen kanssa.
- Kaivantoveden ja järjestelmän väliin voidaan sovittaa viivytyksallas.
- Asennetaan hälytysjärjestelmä paikalleen.

## Liite 2: Kuvasarja

## Alkutilanne



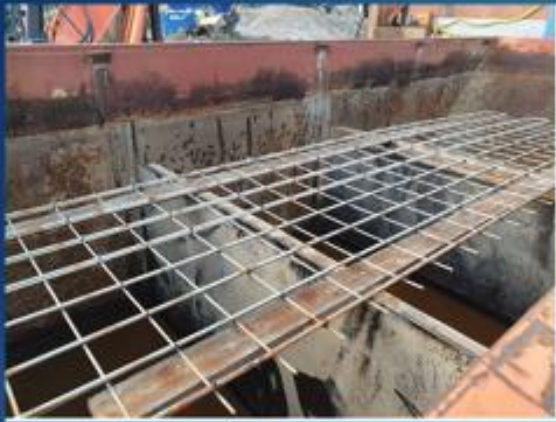
Lavat ja muut osat saapuneet työmaalle  
Järjestelmän osat asetettu järjestykseen  
Putkia ei vielä kiinnitetty

## Ensimmäinen vaihe



Ensimmäisessä vaiheessa putket on asennettu asianmukaisilla kiinnikkeillä  
Järjestelmä on liitetty viemäriin  
Pumppaamista ei ole vielä aloitettu

## Toinen vaihe



Toisessa vaiheessa lavojen sisällä olevat puomit ja verkot asetetaan paikoilleen  
Osa puomeista kannattaa asetella vasta pumppauksen aikana  
Pumppausta ei ole vielä tässä vaiheessa aloitettu

## Viimeinen vaihe



Pumppaaminen aloitettu ja viimeiset puomit aseteltu paikoilleen  
Ilmastus päällä veden määrän ollessa suuri  
Päivittäistä huoltoa ja putkien vetävyyden varmistamista

## Liite 3: Prosessikaavio

