



# Kaivantovesien suodatus ja puhdistus työmaalla

Jaakko Miekka

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Infrarakentaminen

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Infrarakentaminen

MIEKKA, JAAKKO:

Kaivantovesien suodatus ja puhdistus työmaalla

Opinnäytetyö 53 sivua, joista liitteitä 15 sivua  
Toukokuu 2020

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää ja rakentaa vesien suodatusjärjestelmä ja samalla tutkia vesienpuhdistusta työmaalla, jossa on pilaantuneita maita ja kaivannosta pumpattava vesi on myös pilaantunutta. Työ suoritettiin Louhintahiekka Oy:n työmaalla Helsingin Kalasatamassa.

Alue on vanhaa merenpohjaa, johon on 1940-luvulla täyttömaalle rakennettu kaasutehdas, joka purettiin 1960-luvulla. Työn aikana työmaalle suunniteltiin ja rakennettiin suodatinjärjestelmä, jonka avulla kaivantovedet saatiin tarpeeksi puhtaiksi mereen tai viemäriin pumppausta varten.

Työn lähteinä käytettiin urakka-asiakirjoja, hankkeeseen liittyviä ympäristölupia, haastatteluja sekä omia havaintoja ja työmaan aikana opittuja asioita vesien suodatuksesta ja puhdistamisesta.

Pilaantuneiden maiden puhdistus ja kaivaminen on yleistynyt tietoisuuden ja ympäristökeskeisemmän ajattelun myötä ja näin ollen myös pilaantuneiden vesien käsittelyltä ei voida välttyä nykyään työmailla. Näin ollen aihe on ajankohtainen ja hyödyllinen tulevaisuutta ajatellen.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Civil engineering

MIEKKA, JAAKKO:  
Groundwater Filtering and Purification on Construction Site

Bachelor's thesis 53 pages, appendices 15 pages  
May 2020

---

The purpose of this thesis was to develop and build a water filter system and concurrently research water purification at the construction site that has contaminated soil and where the groundwater is also contaminated. The thesis was done based at Louhintahiekka Oy:s construction site in Kalasatama, Helsinki.

Area had been seabed until 1930s when it was filled up. In the 1940s there was a gas factory which was demolished in the 1960s. At the start of the project, a filter system was developed and built on the construction site. The main goal of the study was to make the filter system work so well that the water coming out of the system is clean enough to be pumped to the sea or sewer system.

Data were gathered from contract documents, environmental permits related to the project, and by interviews. The author's own observations and experience gained during the project were also a source of information.

Contaminated soil cleaning and digging of has become more common due to better awareness and environmentally driven thinking, and so has purification and processing of contaminated water on construction sites. Hence the subject is topical and useful for the future.

---

Key words: Contaminated soil, water purification, activated carbon filter

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	7
2	PILAANTUNEET MAAT .....	8
2.1	Mitä on pilaantunut maa .....	8
2.1.1	Puhdistamisvelvollisuus .....	8
2.1.2	Riskienhallinta .....	9
2.1.3	Lupa- ja valvontaviranomaiset .....	9
2.2	Lainsäädäntö ja ohjeet .....	10
2.2.1	Maankäyttö- ja rakennuslaki .....	10
2.2.2	Ympäristönsuojelulaki .....	11
2.2.3	Helsingin kaupungin työmaavesiohje .....	12
3	SUODATINJÄRJESTELMÄ .....	14
3.1	Periaate .....	14
3.1.1	Toiminta .....	15
3.1.2	Vesinäytteet .....	15
3.1.3	Tulosten analysointi .....	16
3.2	Suodatinjärjestelmän mitoitus .....	17
3.2.1	Hiekkasuodattimen mitoitus .....	17
3.2.2	Öljynerottimen mitoitus .....	18
3.2.3	Aktiivihiihisuodattimen mitoitus .....	20
3.3	Koepumppaus .....	22
3.3.1	Koepumppausalueen pohjaveden haitta-ainepitoisuudet ...	24
3.4	Vesien johtaminen viemäriin .....	25
3.5	Vesien johtaminen mereen .....	26
3.5.1	Haitta-aineiden raja-arvot .....	26
3.5.2	Lupapäätöksen vesimäärät .....	27
3.6	Vaikutus työmaahan .....	29
3.6.1	Aikataulu .....	30
3.6.2	Kustannukset .....	30
4	KEHITTÄMINEN .....	31
4.1	Havaitut ongelmat .....	31
4.1.1	Suodatinrakennuksen ilmanvaihto .....	31
4.1.2	Maakerrosten heterogeenisuus .....	32
4.1.3	Uuden aktiivihiihisuodattimen lisääminen .....	32
4.2	Järjestelmän huoltaminen .....	33
5	POHDINTA .....	35
	LÄHTEET .....	37

LIITTEET .....	38
Liite 1. Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoille johdettavien jätevesien raja-arvot. (HSY) .....	38
Liite 2. Liitoskohtalausunto. (HSY).....	40
Liite 3. Vesinäytteiden tutkimustulokset. ....	42
Liite 4. Maaperä haitta-aineet Vilhonvuorenkadun kohdalla. (FCG)....	52
Liite 5. Kustannus laskelma. ....	53

**ERITYISSANASTO**

PIMA	Pilaantunut maa.
YSL	Ympäristönsuojelulaki.
Työmaavesi	Työmailla muodostuvia vesiä tai lietettä lukuun ottamatta työmaakoppien sosiaali- ja saniteettitiloissa syntyviä talousjätevesiä.
PAH- yhdiste	Polysyklinen aromaattinen hiilivety.
VOC- yhdisteet	VOC- yhdisteet eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet ovat kaasuja. Niitä ovat esimerkiksi aromaattiset hiilivedyt (tolueeni, bentseeni), aldehydit, halogenoidut yhdisteet, esterit ja alkoholit (etanoli, n-butanoli, propanoli). Etenkin VOC- yhdisteiden yhteisvaikutuksen epäillään aiheuttavan terveyshaittaa. (Hengityслиitto)

## 1 JOHDANTO

Työmaa, jolla kaivantovesien puhdistamista kokeiltiin, sijaitsee Helsingin kaupungissa Sörnäisten kaupunginosassa. Alue on vielä 1930-luvulla ollut osittain merenpohjaa ja sittemmin täytetty ja alueella on ollut kaasutehdas. Kaasutehtaassa sivutuotteina on syntynyt esim. bentseeniä, joka suurille määrille altistuttaessa kasvattaa syöpäriskiä merkittävästi.

Sörnäisten alueen teollinen historia on alueella edelleen näkyvässä, mutta myös uutta rakennetaan vauhdilla. Sörnäisten satama-alueen ja hiilivoimalan tilalle tulee uusi merellisen asumisen ja työnteon alue: 18 000 asukkaan ja 10 000 työpaikan Kalasatama. Asuntorakentaminen alkoi vuonna 2011 ja ensimmäiset kohteet ovat jo valmistuneet. Kokonaisuudessaan alue valmistuu vasta 2030-luvun alussa. (myhelsinki.fi 2020)

Sörnäisten alueen kehittämiseen kuuluu myös Vilhonvuorenkadun maanrakennusurakka, jossa pääurakoitsijana toimii Louhintahiekka Oy. Urakassa joudutaan pilaantuneiden maiden takia tekemään massanvaihtoa 3-4 metriä pohjaveden pinnan alapuolelle. Jotta kaivuu työ voidaan suorittaa, on kaivanto saatava mahdollisimman kuivaksi, koska kaivettava maaperä on pilaantunutta, tällöin myös siinä oleva pohjavesi on pilaantunutta, tästä syystä kaivannosta pumpattava vesi on puhdistettava, jotta sitä voidaan pumpata arvojen salliessa joko mereen tai HSY:n jätevesilinjaan.

Vilhonvuorenkadun työmaalla ei suoriteta varsinaista pilaantuneen maan puhdistusta sillä ympäröivät alueet ovat yhtä lailla pilaantuneita ja ne jätetään paikoilleen. Tästä seuraa se että, kun työnaikaiset ponttiseinät poistetaan niin vaihdetut massat pilaantuvat pohjaveden tasoon.

## **2 PILAANTUNEET MAAT**

### **2.1 Mitä on pilaantunut maa**

”Pilaantunut alue on alue, jolla on ihmisen toiminnan seurauksena haitallisia aineita siinä määrin, että niistä aiheutuu haittaa tai merkittävä riski ympäristölle tai terveydelle, viihtyisyyden vähentymistä tai muuta niihin verrattavissa olevaa haittaa.” (ympäristö.fi)

Haitallisia aineita voi joutua maaperään esim. onnettomuuksien, vahinkojen, pitkän ajan kuluessa tapahtuneiden vähittäisten päästöjen seurauksena tai jätteiden hautaamisen maahan joko välinpitämättömyyden tai vajavaisen tietoisuuden takia. (ympäristö.fi)

Aineet voivat kulkeutua maaperässä pohjaveteen, vesistöön tai levitä ympäröiville alueille ja vahingoittaa laajojakin alueita. Ympäristö- ja terveysvaikutukset saatetaan havaita vasta vuosikymmenien jälkeen, toiminnan jo päätyttyä. (ympäristö.fi)

#### **2.1.1 Puhdistamisvelvollisuus**

Pilaantunut maaperä on puhdistettava, jos siitä aiheutuu ympäristö- tai terveysriskin. Pilaantunut alue puhdistetaan yleensä rakentamisen tai toiminnan loppumisen yhteydessä. (Ympäristö.fi)

Vastuu pilaantuneen maaperän puhdistamistarpeen selvittämisestä ja puhdistamisesta on ensisijaisesti pilaantumisen aiheuttajalla. Myös pilaantuneen alueen kiinteistönomistaja, -haltija tai kunta voivat joutua kunnostamaan pilaantuneen alueen, mikäli aiheuttajaa ei saada vastuuseen. (Ympäristö.fi)



### 2.1.2 Riskienhallinta

Pilaantuneiden alueiden riskienhallinnan tavoitteena on poistaa ympäristölle tai terveydelle haitalliset aineet tai minimoida niistä aiheutuvat riskit ja haitat. (Ympäristö.fi)

Jos alueen kunnostaminen todetaan tarpeelliseksi, täytyy siihen hakea viranomaisen hyväksyntä. Se annetaan joko ilmoitus- tai lupapäätöksessä, jossa hyväksytään puhdistusmenetelmä ja puhdistamisen tavoitteet. (Ympäristö.fi)

”Ympäristönsuojelulainsäädännön mukaan kunnostaminen tulee suorittaa parasta käyttökelpoista tekniikkaa käyttäen sekä siten, ettei toiminnasta aiheudu muuta ympäristön pilaantumista.” (Ympäristö.fi)

Riskinhallinta voidaan toteuttaa haitallisia aineita poistamalla, joko käsittelemällä ja sijoittamalla ne kunnostettavalle alueelle (on site) tai kuljettamalla ne vastaanottoaikaan (off site). Yksi mahdollisuus on myös kunnostaa pilaantunut maa paikallaan maa-aineksia kaivamatta (in situ). Riskejä voidaan hallita myös haitta-aineiden kulkeutumista vähentämällä tai rajoittamalla haitallisille aineille altistumista esim. maankäytön suunnittelulla. (Ympäristö.fi)

Kun pilaantuneesta maa-alueesta aiheutuu vahinkoa tai haittaa joutuu pilaantumisen aiheuttaja tietyissä tapauksissa korvaamaan taloudelliset vahingot haitan kärsijälle/ kärsijöille. Jos pilaantuminen on aiheutunut lainsäädännön tai lupamääräysten vastaisesta toiminnasta, tai jos puhdistamisvastuu laiminlyödään, pilaantumisen aiheuttaja voi joutua myös rikosoikeudelliseen vastuuseen. (Ympäristö.fi)

### 2.1.3 Lupa- ja valvontaviranomaiset

Maaperän pilaantumiseen liittyvissä asioissa toimivaltaisia lupa- ja valvontaviranomaisia ovat alueelliset elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset, Helsingin ja

Turun alueella kuntien ympäristökeskukset sekä ympäristölupien osalta aluehallintovirastot. (Ympäristö.fi)

Käytännössä viranomaisen määrittää ilmoitus- tai ympäristölupapäätöksessään millaiset vähimmäistavoitteet alueen kunnostamiselle asetetaan.

## **2.2 Lainsäädäntö ja ohjeet**

Pilaantuneita maita käsitellään valtakunnan tasolla Maankäyttö- ja rakennuslaissa ja Ympäristönsuojelulaissa näiden lisäksi paikallisilla ELY- keskuksilla ja Aluehallintavirastoilla on usein paikallisia määräyksiä ja tarkennuksia.

Seuraavissa kappaleissa käsitellään Maankäyttö- ja rakennuslain ja Ympäristönsuojelulakien Pilaantuneita maita käsittelevät pääkohdat.

### **2.2.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki**

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (1999/132) ei suoranaisesti aseteta vaatimuksia pilaantuneiden maiden kunnostuksen suhteen, mutta tämän lain tavoitteena on järjestää alueiden käyttö ja rakentaminen niin, että siinä luodaan edellytykset hyvälle elinympäristölle sekä edistetään ekologisesti, taloudellisesti, sosiaalisesti ja kulttuurisesti kestävää kehitystä.

”Tavoitteena on myös turvata jokaisen osallistumismahdollisuus asioiden valmisteluun, suunnittelun laatu ja vuorovaikutteisuus, asiantuntemuksen monipuolisuus sekä avoin tiedottaminen käsiteltävinä olevissa asioissa.” (Maankäyttö- ja rakennuslaki (1999/132))

Lainsäädännössä ei ole suoraa mainintaa kaavojen sisältövaatimuksista pilaantuneisiin maihin liittyen, mutta maankäyttö- ja rakennuslain tavoitteena on, että alueidenkäyttösuunnittelussa otetaan huomioon terveellisyys- ja turvallisuusnäkökohdat.

## 2.2.2 Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulain yleisenä periaatteena on, että haitallisten aineiden vaikutukset ympäristössä estetään ennakolta tai, jos niitä ei voida kokonaan estää, rajoitetaan mahdollisimman vähäisiksi. Laeissa ja asetuksissa on myös määräyksiä mm. alueen pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioimisesta, puhdistusvastuun kohdentumisesta, kunnostuksen luvanvaraisuudesta ja ilmoitusvelvollisuudesta kiinteistöä myytäessä tai vuokrattaessa. (Ympäristö.fi)

Ympäristönsuojelulain perimmäisinä tarkoituksina ovat:

- 1) ”ehkäistä ympäristön pilaantumista ja sen vaaraa, ehkäistä ja vähentää päästöjä sekä poistaa pilaantumisesta aiheutuvia haittoja ja torjua ympäristövahinkoja;
- 2) turvata terveellinen ja viihtyisä sekä luonnontaloudellisesti kestävä ja monimuotoinen ympäristö, tukea kestävää kehitystä sekä torjua ilmastonmuutosta;
- 3) edistää luonnonvarojen kestävää käyttöä sekä vähentää jätteiden määrää ja haitallisuutta ja ehkäistä jätteistä aiheutuvia haitallisia vaikutuksia;
- 4) tehostaa ympäristöä pilaavan toiminnan vaikutusten arviointia ja huomiointia kokonaisuutena; sekä
- 5) parantaa kansalaisten mahdollisuuksia vaikuttaa ympäristöä koskevaan päätöksentekoon.” (Ympäristönsuojelulaki 27.6.2014/527 §1)

Pilaantuneita maita koskee ympäristönsuojelulaissa seuraavat pykälät:

4 ja 5 § Yleiset periaatteet ja velvollisuudet ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi

7 § Maaperän pilaamiskielto

8 § Pohjaveden pilaamiskielto

### 2.2.3 Helsingin kaupungin työmaavesiohje

Helsingin kaupungin ohjeessa kerrotaan, miten erilaisilla työmailla syntyvien vesien poistamisessa tulee menetellä, jotta vesistä ja niiden sisältämistä haitta-aineista tai ominaisuuksista ei aiheudu haittaa vesistöille tai muulle ympäristölle ja rakenteille.

Maata ja kiviainesta kaivettaessa tai louhittaessa kaivantoihin kerääntyy usein vettä. Kaivantovesi muodostuu kaivantoon suotautuvasta pohja- ja/tai orsivedestä, suoraan taivaalta satavasta sadevedestä, kaivantoa ympäröiviä pintoja pitkin valuvasta hulevedestä sekä erilaisissa työmenetelmissä, kuten porauksessa käytettävästä vedestä. Kaivantoon kertyvään veteen saattaa kulkeutua kaivannon ja sen ympäristön maaperästä, ympäröiviltä pinnoilta ja rakenteista, erilaisista työmenetelmistä, kuten räjäytyksistä, betonoinnista ja injektoinnista sekä työkoneista kiintoainetta, ravinteita ja muita ympäristölle haitallisia aineita. Yleensä rakentaminen edellyttää, että kaivantovedet pumpataan tai muulla tavalla johdetaan pois kaivannosta. (Helsingin kaupungin työmaavesiohje)

Poistettavia vesiä ja lietettä syntyy maankaivu- ja louhintatöiden lisäksi esimerkiksi julkisivujen kunnostustyössä. Rappauslietteet tai julkisivujen puhdistuksessa syntyvät vedet ovat usein emäksisiä ja sisältävät runsaasti kiintoainetta ja mahdollisesti julkisivujen vanhoista pinnoista irtoavia tai pintojen käsittelyssä käytettävien tuotteiden sisältämiä haitta-aineita. (Helsingin kaupungin työmaavesiohje)

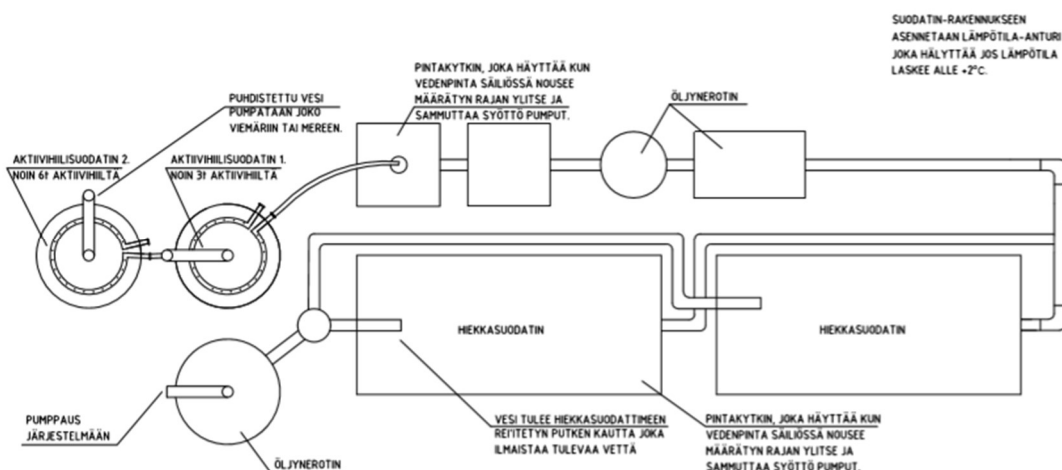
Edellä kuvatun laisilta työmailta sellaisenaan viemäreihin, ojiin, puistoihin, kaduille ym. ympäristöön johdettavat vedet voivat aiheuttaa ojien ja viemäreiden, -kaivojen, pumppaamojen, tierumpujen ym. rakenteiden liettymistä, tukkeentumista ja syöpymistä, rakennetun (kadut, puistot, piha-alueet) ja rakentamattoman ympäristön likaantumista sekä voimakasta samentumista, rehevöitymistä tai muita epäedullisia laadun muutoksia purkuvesistöissä sekä haittaa eliöstölle. Jätevesiviemäriin johdettaessa käsittelemättömistä työmaavesistä voi aiheutua haittaa työntekijöiden turvallisuudelle, jätevesiviemäreille sekä jätevedenpuhdistamon toiminnalle. (Helsingin kaupungin työmaavesiohje)

Haittojen ennalta ehkäisemiseksi työmaavesien mahdollinen käsittely ja pois johtaminen tulee suunnitella osana muuta rakentamisen suunnittelua hyvissä ajoin ennen rakentamiseen ryhtymistä. (Helsingin kaupungin työmaavesiohje)

### 3 SUODATINJÄRJESTELMÄ

#### 3.1 Periaate

Pilaantunut vesi pumpataan kaivannossa olevasta pumppauskaivosta uppopumpulla 'suodatinrakennukseen'. Suodattimet on sijoitettu lämpimänä pidettävään rakennukseen, jotta vältetään vesien jäätymiseltä ja jotta suodattimia pystytään huoltamaan ja niiden toimintaa tarkkailemaan helpommin.



Kuva 1. Suodatinjärjestelmän periaatekuva.

Vesi johdetaan aluksi öljynerottimeen. Tämän jälkeen se virtaa kahden hiekka-suodattimen läpi toiseen öljynerottimeen. Öljynerottimen jälkeen vesi voidaan, pi-toisuuksien niin vaatiessa, pumpata vielä aktiivihilisuodattimien läpi (Kuva 1). Suodatinrakennuksessa on neljä pistettä, joista pystytään ottamaan vesinäytteet ja tarkkailemaan suodatinjärjestelmän toimintaa näytteistä otettavien laboratorio-kokeiden avulla.

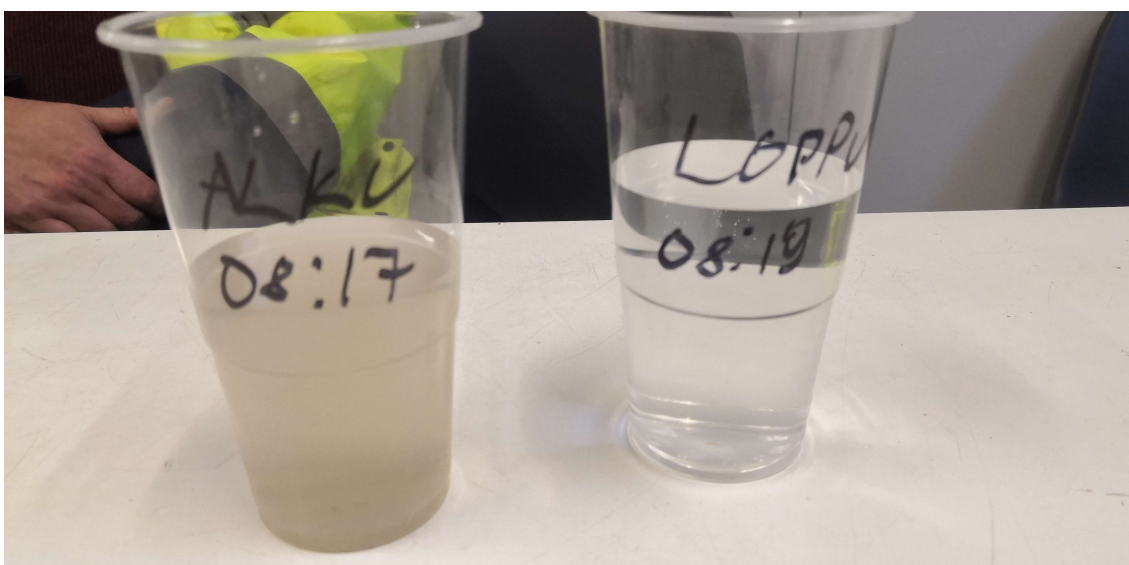
Suodatinrakennukseen asennettiin myös GSM- valvontayksikkö, johon kytketään hälyttimet pumppujen toiminnasta, säiliöiden vedenpinnan tasoista ja suodatinra-kennuksen lämpötilasta. Vedenpinnan, pumppujen toiminnan ja rakennuksen lämpötilan tarkkailun ansiosta työmaalla ei tarvitse käydä esimerkiksi viikonlop-puisin tarkistamassa suodatinjärjestelmän toimintaa, vaan ainoastaan silloin, kun hälytys häiriöstä tulee.

### 3.1.1 Toiminta

Suodatinjärjestelmän käyttö aloitettiin koekäytöllä, jossa järjestelmä aluksi puhdistettiin ja aktiivihiili vesitettiin. Kun järjestelmä oli puhdistettu, aloitettiin pumpaus kaivantovesillä. Aluksi vedet pumpattiin suodatinjärjestelmän jälkeen takaisin kaivantoon, mutta kuitenkin mahdollisimman kauaksi pumppauskaivosta, jotta näytteet, jotka otetaan ensimmäisen pumppauksen aikana, näyttäisivät realistisia tuloksia.

### 3.1.2 Vesinäytteet

Vesinäytteiden otosta vastasi Helsingin kaupungin palkkaama PIMA- konsultti (FCG). Näytteitä otettiin järjestelmän neljästä eri kohdasta, ennen suodattimia, ennen aktiivihiilisuodatinta ja aktiivihiilisuodattimien jälkeen vesinäytteiden laboratoriossa nämä näytteet ovat A, B, C ja D näyte.



Kuva 2. Vesinäytteet ennen ja jälkeen suodattimien.

Kuvassa 2 vasemmanpuoleinen vesinäyte on otettu ennen suodattimia ja oikeanpuoleinen vesinäyte on suodatettu kahden hiekkasuodattimen, kahden 1-lk:n öljynsuodattimen, mutta ennen aktiivihiilisuodatinta.

Kun ensimmäiset vesinäyte tulokset olivat tulleet ja lupa pumpata vettä mereen/ jätevesilinjaan saatu niin suodattimen toimintaa tarkkailtiin koko ajan aistinvaraisesti sekä ottamalla näytteet aluksi kaksi kertaa päivässä ja veden laadun taasaannuttua 1 tai 2 kertaa viikossa.

Mereen pumpausta varten vesinäytteistä analysoidaan seuraavat parametrit:

- pH
- sähkönjohtavuus
- kiintoaine pitoisuus
- metallit (VNA 214/2007, tarpeen mukaan rauta ja mangaani)
- öljyhiilivedyt C10-C40
- bensiinijakeet C5-C10, BTEX-yhdisteet
- muut VOC-yhdisteet, sis. klooratut yhdisteet
- PAH-yhdisteet
- syanidi (vapaa- ja kokonaissyanidi)

Tarpeen mukaan analysoidaan muita yhdisteitä, jos alueen kunnostuksessa todetaan aiemmasta poikkeavia haitta-aineita. Koska näytteet sisältävät haihtuvia yhdisteitä ja alueen maaperässä ja pohjavedessä on todennäköisesti yhdisteitä hajottavia mikrobeja, näytteitä ei oteta kokoomanäytteinä haihtuvien yhdisteiden mahdollisen biologisen hajoamisen vuoksi.

### **3.1.3 Tulosten analysointi**

Ensimmäiset vesinäytteiden tulokset (liite 3) saatiin viikolla 8, saadut tulokset vastasivat pääosin odotuksia. Ainoastaan raudan ja hienoaineksen osalta tulokset eivät olleet raja-arvojen sisällä. Näistä hienoainesten suuret pitoisuudet johtuvat luultavasti likaisesta suodatinjärjestelmästä. Raudan määrään kiinnitetään jatkossa erityistä huomiota, mutta oletettavasti kyseessä on yksittäinen/ paikallinen suurempi arvo ja raudan määrä pysyy jatkossa asetetuissa raja-arvoissa.

Viikon 8 lopulla otetuissa vesinäytteissä bentseenin arvot olivat korkealla ja vesi oli myös silmämääräisesti tarkasteltuna sameampaa. Tämän arveltiin johtuvan



veden vähäisestä määrästä pumppauskaivossa, joka lisää maa-aineksen sekoitumista pumpattavaan veteen.

## 3.2 Suodatinjärjestelmän mitoitus

Suodatinjärjestelmän mitoituksessa oli tärkeää varautua riittävän isoihin vesimääriin. Pumpattavan vedenmäärää on lähes mahdotonta arvioida tarkasti sillä siihen vaikuttavat niin merenpinnan korkeus ja vaihtelu, sademäärä, mahdolliset sulamisvedet, ponttiseinän vedenpitävyys ja pohjamaan laatu. Näitä asioita arvioimalla pääsimme tuloksiin, joita on laskettu ja esitetty seuraavissa kappaleissa. Laskelmissa muun muassa oletimme ponttiseinän olevan lähes vedenpitävä pontituksen ensimmäisen osion onnistuttua niin hyvin.

### 3.2.1 Hiekkasuodattimen mitoitus

Suodatinjärjestelmään asennetaan sarjaan kaksi hiekkasuodatinta. Sarjassa ensimmäinen hiekkasuodatin asennetaan noin 0,4 m korkeammalle kuin seuraava hiekkasuodatin, jotta painovoimainen virtaus onnistuu hyvin. Jos suodattimessa on hiekkaa (pesuseulottua RIL II 0-16) sen kuormitus on laskelmien mukaan noin 30 m<sup>3</sup> tunnissa (8 l/s). Öljynerottimen ja aktiivihiihisuodattimien taso sovitetaan jälkimmäisen hiekkasuodattimen tuloveden tason kanssa niin, että koko käsittely toimii painovoimaisesti. (Pulkinen, haastattelu, 10.2.2020)

Veden virtausnopeus suodattimessa:

Virtausnopeus:  $q = K * J$

q= virtausnopeus(m/s)

K= vedenjohtavuus (m/s)

J= hydraulinen gradientti (m/m)

$n_e$ = tehokas huokoisuus; tehokas huokostila/ kokonaistilavuus (dimensioton)

Lavasuodattimen pinta-ala 15 m<sup>2</sup>

Hiekan raekoko (0,2 mm-2 mm)

Hiekan vedenjohtavuus  $K=10^{-2} - 10^4$  m/s

hydraulinen gradientti  $J= 0,3$  m

hiekan tehokas huokoisuus 0,2- 0,35

Hiekkasuodattimien mitoituksessa:

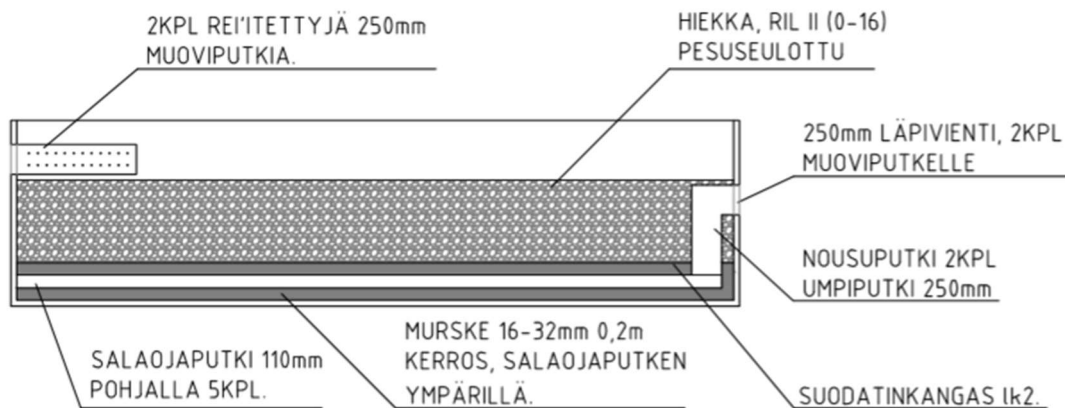
Salaojaputket 110 mm tuplaputki. Putkessa on 1,5 mm x 20 mm raot, joiden kokonaispinta-ala on 74 cm<sup>2</sup> / m. Lavasuodattimessa salaojaputkea on yhteensä 30 m ja rakojen yhteismäärä 0,22 m<sup>2</sup>/ lava.

Veden virtausnopeus, jos lavassa on karkeaa (2mm) hiekkää:

$$q = K * J * n_e$$

$$q = 0,01 \text{ m/s} * 0,3 * 0,2 = 0,0006 \text{ m/s} = 2,2 \text{ m/h}$$

Lavan pinta-alan ollessa 15m<sup>2</sup> saadaan suotautuvan veden määräksi 2,2 m/h\* 15 m<sup>2</sup>= 33 m<sup>3</sup>/h.



Kuva 3. Poikkileikkaus hiekkasuodattimesta.

### 3.2.2 Öljynerottimen mitoitus

Öljynerottimena käytimme EuroPEK® Roo Kombi yhdistetty hiekan-, lietteen- ja öljynerotinta. EuroPEK® Roo Kombi yhdistetty hiekan- lietteen- ja öljynerotin on kompakti yhteen säiliö runkoon valmistettu erotinjärjestelmä. Hiekan- ja lietteenerotin koostuu hiekan- ja lietteenerotusosasta ja öljynerotusosasta. Erottimen malli ovat nimetty ilmoittamalla ensin mitoitusvirtaama, jonka jälkeen hiekan- ja lietteenerotustila (L). Esim. EuroPEK® Roo NS 3/300 Kombi on erotin, jossa NS3 tarkoittaa öljynerottimen mitoitusvirtaamaa (l/s) ja 600 on hiekan- ja lietteenerottimen tilavuus (L). (Wavin)

Öljynerottimen nimellisvirtaama NS (dm<sup>3</sup>/s) lasketaan yhtälöllä:

$$NS = Q_s * f_d * f_x$$

$$NS = 8dm^3/s * 1 * 2$$

$$NS = 16dm^3/s$$

$Q_s$  on jäteveden mitoitusvirtaama ( $dm^3/s$ )

$f_d$  on öljyn tiheyskerroin, joka saadaan taulukosta 1, öljytuotteille yleensä  $f_d = 1,5$ .

$f_x$  on haittakerroin,  $f_x = 2$  jätevesille ja  $f_x = 1$  sadevesille.

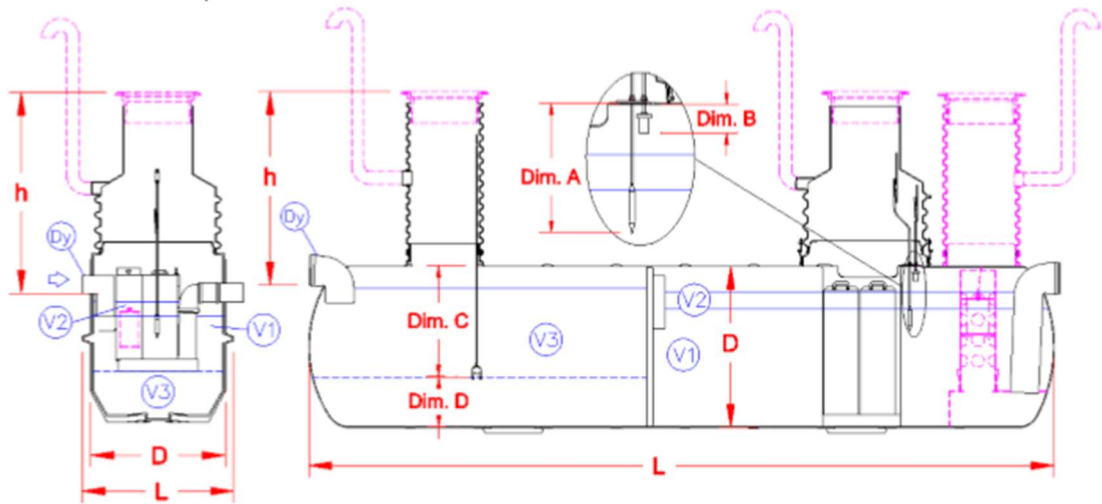
Erottimeen tulevan jäteveden mitoitusvirtaama ( $Q_s$ ) on siihen liittyvien vesipisteiden ja laitteiden antama maksimivirtaama, joka voidaan määrittää laskemalla tai mittaamalla. (talotekniikkainfo.fi) Lasketun mitoitus virtaaman mukaan valitaan soveltuva öljynerotin taulukosta 2. Valitaan varmuuden vuoksi öljynerotin NS20, jonka mitoitusvirtaama on  $20 dm^3/s$ . (Pulkkinen, haastattelu, 10.2.2020)

Eroittimen luokka	Tiheyskerroin $f_d$ <sup>1)</sup> öljyn eri tiheyksillä $\rho$ ( $g/cm^3$ )		
	$\rho \leq 0,85$	$0,85 < \rho \leq 0,90$	$0,90 < \rho \leq 0,95$
II	1	2	3
I	1	1,5	2
II ja I <sup>2)</sup>	1	1	1

<sup>1)</sup> Annettujen tiheyskertoimien käyttö edellyttää hiekan- ja lietteenerotinta sekä näytteenottoaivoa.

<sup>2)</sup> II ja I luokan erottimet peräkkäin.

Taulukko 1. Tiheyskerroin  $f_d$  (talotekniikkainfo.fi)



EuroPEK® Roo Kombi hiekan-, lietteen- ja öljynerotin													
	V3	Mat.	Dy	V1	V2	L	D	Dim. A	Dim. B	Dim. C	Dim. D	Ankkurointi-liina	
PEK®	HEK lietetil. (L)		Yhde (mm)	PEK til. (L)	Öljyn var. til (L)	Pit (mm)	Halk. (mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	LC (daN)	KPL
NS3	300	PE	D110	1000	150	1300	1160	750	350	1250	250	250	2
NS6	1200	LM	D160	1100	250	3850	1000	600	150	700	300	1000	3
	1800					4900							4
NS10	1000	LM	D160	3100	350	3400	1400	600	150	1000	400	1000	3
	2000					4000							3
	3000					4950							4
NS15	1500	LM	D200	4450	520	4700	1400	600	150	1000	400	1000	4
	3000					5750							5
	4500					6600							6
NS20	2000	LM	D250	4450	520	5050	1400	600	150	1000	400	1000	4
	4000					6500							6
	6000					7900							7
NS30	3000	LM	D250	7500	900	6400	1600	700	150	1000	600	1000	6
	6000					8100							7
	9000					9800							9
NS40	4000	LM	D315	9900	1200	8300	1600	700	150	1500	600	1000	8
	8000					10600							10
	12000					12800							12
NS50	5000	LM	D315	11700	1400	9900	1600	700	150	1500	600	1000	9
	10000					12800							12
NS65	6500	LM	D400	19200	1400	7900	2200	800	150	1500	700	1500	7
	13000					9800							9
NS80	8000	LM	D400	23800	1600	9550	2200	800	150	1500	700	1500	9
NS100	10000	LM	D400	28000	2100	11800	2200	800	150	1500	700	1500	11

Taulukko 2. EuroPEK® Roo Kombi yhdistetty hiekan-, lietteen- ja öljynerotin maljeja. (Wavin)

### 3.2.3 Aktiivihilisuodattimen mitoitus

Suodattimessa käytimme Sorbotech® LG 85 aktiivihiltä, joka on erityisesti kehitetty veden puhdistamiseen, vaikuttaen puhdistettavan veden väriin, hajuun ja makuun.

Aktiivihilisuodattimen tehtävänä suodatinjärjestelmässä on poistaa orgaaniset yhdisteet esim. hiilivedyt. Suodattimen toiminnan kannalta tärkeää on, ettei sinne päädy hienoainesta, joka voi tukkia aktiivihillen ja näin estää sen toiminnan, tästä

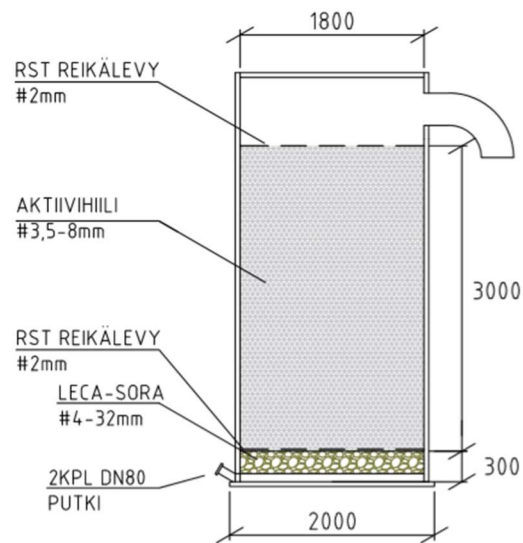
syystä sijoitimme aktiivihilisuodattimen viimeiseksi, jotta siihen tuleva vesi olisi mahdollisimman puhdasta. (Korkalainen, haastattelu, 3.4.2020)

Aktiivihilisuodattimen mitoitukseen vaikuttaa puhdistettavan veden määrä ja virtausnopeus sillä veden puhdistumisen kannalta on oleellista, kuinka kauan vesi viipyy aktiivihielessä. Tärkeää on myös huomioida minkälaista aktiivihieiltä käyttää. (Korkalainen, haastattelu, 3.4.2020)

Mitoituksessa pyritään arvioimaan veden virtausnopeus ja määrä sekä haitta-aineen määrä, kun tämä on tiedossa, lasketaan kuinka paljon aktiivihieiltä täytyisi käyttää. Aktiivihieili pystyy absorboimaan itseensä orgaanisia yhdisteitä noin. 10-20% painostaan. (Korkalainen, haastattelu, 3.4.2020)

Työmaalla olevan veden pumppaus tarpeen on arvioitu olevan noin 8000 m<sup>3</sup> ja orgaanisten aineiden pitoisuuden maksimissaan noin. 20 mg/l joten orgaanisten aineiden teoreettinen määrä käsiteltävissä vesissä olisi noin 160 kg. Jotta vesi viipyisi aktiivihilisuodattimessa pidempään ja suodattimen kapasiteetti riittäisi varmemmin rakensimme aktiivihilisuodattimen (Kuva 3) johon mahtui 4000 kg aktiivihieiltä, joka pystyy absorboimaan itseensä 400-800 kg orgaanisia yhdisteitä. (Korkalainen, haastattelu, 3.4.2020)

Suodattimeen pumpataan vettä suodattimen pohjan kautta, jossa kiertää rei'itetty putki, josta vesi nousee aluksi leca-sora kerroksen läpi aktiivihieileen ja tämän jälkeen suodattimen yläreunassa olevasta putkesta alas joko mereen tai viemäri verkostoon. (Korkalainen, haastattelu, 3.4.2020)



Kuva 3. Aktiivihillisuodattimen poikkileikkaus.

Seuraamalla suodattimen läpi virranneen veden määrää ja vesinäytteiden tuloksia pystytään arvioimaan aktiivihillen jäljellä olevaa käyttöikää. Kun aktiivihilli on täytynyt se voi alkaa luovuttaa jo absorboimiaan haitta-aineita takaisin puhdistettavaan veteen.

### 3.3 Koepumppaus

Puhdistus- ja erotinlaitteistojen läpi pumpattavan veden johtamisen takaisin maaperään ei katsota olevan ristiriidassa ympäristösuojelulain pohjaveden pilaamiskiellon kanssa, ottaen huomioon alueen nykyisen maaperän ja pohjaveden tilan, alueen sijainnin ja käytön sekä alueella suoritettavan kunnostustyön ja työn aikaisen vedenpumpppauksen, jolla alueen maaperän ja pohjaveden tilaa parannetaan.

1) Kohteessa tai sen läheisyydessä ei ole tärkeitä tai muuhun vedenkäyttöön soveltuvia pohjavesialueita. Vedenjohtamisella ei aiheuteta vaaraa tai haittaa terveydelle, eikä ko. toimenpiteellä huononnetta veden laatua.

2) Vedenjohtamisella ei huononnetta alueen tai naapurikiinteistöjen pohjaveden tilaa tai laatua, eikä siten aiheuteta vaaraa tai haittaa terveydelle. Helsingin kaupunki omistaa alueen kiinteistöt.

3) Vedenjohtamisella ei loukata yleistä tai toisen yksityistä etua.

Edellä mainittujen seikkojen takia saatiin lupa suorittaa koepumppaus. Koepumppauksen taustalla on Koksikadun ja Vilhonvuorenkadun jatkeen urakka 1:n vedenkäsittelyssä todetut, todennäköisesti aktiivihillisuodattimeen päässeeseen hienoaineksen aiheuttamat ongelmat, jotka johtivat mm. aktiivihillisuodattimen puhdistuksiin ja todennäköisesti ennen aikaiseen hielten vaihtoon. Hielten vaihtaminen on vedenpuhdistuksen suurin yksittäinen kustannuserä.

Koepumppauksen tarkoituksena oli saada tarkennusta maaperä tutkimuksiin (liite 4) ja selvittää pumpattavan veden käsittelyyn tarvittavan laitteiston (laskeutusaltaat, hiekkasuodattimet, öljynerottimet (I-, II-Ik), aktiivihillisuodatin) määrää, vaatimuksia, huoltotarpeita yms., jotta vedenpumppaus ja puhdistus voidaan suorittaa mahdollisimman ongelmitta, asianmukaisesti sekä kustannustehokkaasti. Koepumppauksella pyritään lisäksi selvittämään ja arvioimaan pumpattavan veden määrää, mihin vaikuttavat ponttiseinän ja kaivannon pohjan vedenpitävyys.

Koepumppauksessa seurataan pois johdettavan veden laatua (sameus, hienoainepitoisuus, haitta-aineet), jotka määräävät mm. johdettavan veden purkupaikan. Ponttiseinän sisäpuolinen veden pumppaus on ratkaisevaa kaivutyön ja paalulaatan teon kannalta. Koepumppaus on tarkoitus suorittaa Sörnäisten rantatien päässä sijaitsevalla ponttiseinin rajatulta kaivualueelta (n. 35 m pituinen alue), jossa maaperän ja pohjaveden haitta-ainepitoisuudet ovat alhaisimmat. Vilhonvuorenkadun urakka 1:n aikana pohjaveden kokonaishaitta-ainepitoisuudet olivat pääosin alle 1 mg/l. Pumpattava vesi kierrätettiin takaisin maaperään ko. kaivualueen ulkopuolelle. Koepumppaus tehtiin, ponttauksen ja puhdistuslaitteiden valmistuttua joulukuussa 2019.

Koepumppauksessa vettä pumpattiin järjestelmän läpi noin 18 h pumppaustehon ollessa noin 1 l/s eli vettä pumpattiin noin 40-50 m<sup>3</sup>. Koepumppaus suoritettiin kaivannosta kaivantoon. Pumppauksen alussa vesi oli sameampaa, mikä johtui luultavasti hiekanerottimien hiekan seassa olleesta kiintoaineksesta.

### 3.3.1 Koepumppausalueen pohjaveden haitta-ainepitoisuudet

Pohjaveden haitta-aineiden pitoisuudet vaihtelevat kaivualueella. Pääsääntöisesti kaivualueen länsiosassa (Sörnäisten rantatien läheisyydessä) haitta-ainepitoisuudet ovat pienempiä kuin alueen keskiosassa (bentseenitehtaan alue) tai alueen itäosassa (Koksikadun läheisyydessä). Meren läheisyys ja merenpinnan vaihtelut vaikuttavat voimakkaasti pohjaveden ja maaperän haitta-aineiden kulkeutumiseen alueella, kuten myös sadanta. Alueen täyttömaan heterogeenisyys ja sen vedenjohtavuuden vaihtelut vaikuttavat myös osaltaan haitta-aineiden kulkeutumiseen alueella. Suurimmat haitta-ainepitoisuudet, pääosin bentseenin, sijaitsee bentseenitehtaan läheisyydessä (Taulukko 3). Alueen läheisyydessä olevien pohjaveden tarkkailuputkien veden pH-arvot ovat lähellä neutraalia (pH 7).

<b>Haitta-aine</b>	<b>maks.</b>	<b>keskiarvo</b>
Bentseeni	110 mg/l	5,3 mg/l
TEX- yhdisteet	27 mg/l	0,6 mg/l
Öljyhiilivedyt C <sub>10</sub> - C <sub>40</sub>	2,4 mg/l	0,4 mg/l
PAH (kok)	0,55 mg/l	0,07 mg/l
Syanidi	0,96 mg/l	0,17 mg/l

Taulukko 3. Haitta-aineiden maksimi- ja keskipitoisuuksia bentseenitehtaan läheisyydessä, tarkkailupisteestä GA1(Kuva 4).





Vesi on johdettava viemäriin/sadevesiviemäriin vesimittarin kautta. Jätevesiviemäriin johdettavan veden on täytettävä Helsingin seudun ympäristöpalveluiden viemäriveden haitta-ainepitoisuuksille asettamat raja-arvot. HSY:n asettamat maksimipitoisuudet kunnostusalueella todennäköisesti esiintyville haitta-aineille on esitetty taulukossa 5.

Viemäröinnissä ja näytteenotossa noudatettiin HSY:n määräyksiä. Jätevesimaksut maksoi urakoitsija. Kohteelle haetussa ympäristöluvassa esitettiin mahdollisuutta johtaa puhdistetut kaivantovedet sadevesiviemärin kautta mereen. Veden laatukriteerit ja määrä tarkentuivat uuden ympäristöluvan myötä ennen urakan alkua. Mikäli mereen johtaminen on mahdollista ja puhdistetun veden laatukriteerit täyttyvät, urakoitsija välttää HSY:n jäteveden viemärointimaksut. Jätevesi-/sadevesiviemäriin johdettavan veden pitoisuusvaatimukset varmistetaan näytteenotolla ja laboratorioanalyysillä, jotka tilaajan ympäristötekninen valvoja ottaa. Tilaaja vastasi analyysikuluista. Näytteistä analysoitiin taulukossa 6 esitetyt haitta-aineet.

<u>Haitta-aine</u>	<u>Maksimipitoisuus</u>
Kokonaishiilivedyt	200 mg/l
Liuottimet	3 mg/l
PAH-yhdisteet	0,05 mg/l
Kokonaissyaniidi	0,5 mg/l
Kiintoaine	500 mg/l
Klooratut hiilivedyt	ei saa päästää viemäriin

Taulukko 5. Viemäriin johdettavien jätevesien sallitut raja-arvot. (FCG työselitys)

### 3.5 Vesien johtaminen mereen

#### 3.5.1 Haitta-aineiden raja-arvot

Ennen kuin pumppaus mereen voitiin aloittaa, tarkkailtiin veden laatua kahden päivän ajan, jotta saatiin varmuus suodattimien ja pumppujen toiminnasta. Vesinäytteitä otettiin myös kaksi kertaa päivässä ja kun saadut tulokset (Liite 3) pysyivät asetettujen raja-arvojen sisällä, voitiin pumppaus mereen aloittaa.

Pumppauksen aloittamisen jälkeen vedenlaadun tarkkailua jatkettiin ottamalla vesinäytteitä päivittäin. Vesinäytteet tutkittiin Synlabin laboratorioissa ja saatuja tuloksia vertailtiin annettuihin raja-arvoihin.

Haitta-aine	Pitoisuusraja, jonka alittavia vesiä ei lasketa kokonaismäärään (mg/l)	Mereen johdettavan veden päästöraja (mg/l)	Vuosittainen kumulatiivinen maksimikuormitus sekä pitoisuus- että päästörajalla (kg/a)
kiintoaine	150	300 <sup>4</sup>	21 900
pH	6-9 <sup>4</sup>	6-10	-
kok-N	3 <sup>5</sup>	10	730
As	0,02 <sup>2</sup>	0,1	7,3
Ba	0,05 <sup>2</sup>	0,2	14,6
Hg	0,00007 <sup>3a</sup>	0,0035	0,3
Cd	0,0015 <sup>3a</sup>	0,01	0,7
Co	0,0011 <sup>2</sup>	0,02	1,5
Cr	0,014 <sup>2</sup>	0,3	21,9
Cu	0,007 <sup>2</sup>	0,02	1,5
Pb	0,014 <sup>3a</sup>	0,1	7,3
Ni	0,043 <sup>3a</sup>	0,15	11
Zn	0,03 <sup>3</sup>	0,15	11
V	0,013 <sup>2</sup>	0,02	1,5
syanidi	0,005 <sup>1</sup>	0,5	37
bentseeni	0,009 <sup>3a</sup>	0,05	3,7
tolueeni	0,002 <sup>1</sup>	0,01	0,7
etyylibentseeni	0,002 <sup>1</sup>	0,01	0,7
ksyleenit	0,006 <sup>1</sup>	0,01	0,7
Naftaleeni	0,002 <sup>3b</sup>	0,05	3,7
Antraseeni	0,0001 <sup>3a,b</sup>	0,05	3,7
Fluoranteeni	0,00012 <sup>3a</sup>	0,05	3,7
Bentso(a)pyreeni	0,0001	0,05	3,7
PAH-yhdisteet, summa <sup>6</sup>	0,03 <sup>6</sup>	0,1	7,3
PCB-yhdisteet	0,0007 <sup>1</sup>	0,0013	0,1
C10-C40 summa	5 <sup>4</sup>	5 <sup>4</sup>	365
Dikloorieteeni	0,002 <sup>6</sup>	0,005	0,4
Trikloorieteeni	0,002 <sup>1</sup>	0,005	0,4
Tetrakloorieteeni	0,002 <sup>1</sup>	0,005	0,4
Vinyylikloridi	0,002	0,005	0,4

1) Määritysraja, merivesitarkkailussa ei havaittu määritysrajan ylittäviä pitoisuuksia

2) Merivesitarkkailun (2015, liite 2) maksimipitoisuus

3) VNa 1022/2006. Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista (myöhempien muutoksineen) ympäristönlaatu- ja pintavedessä (a)MAC-EQS tai b)AA-EQS; merivedet ja muut pintavedet

4) Helsingin kaupungin työmaavesiohje

5) Tukholman kriteeristöissä tyyppi mereen johdettavalle vedelle 2,5-3 mg/l

([http://stormtac.com/admin/Uploads/Riktvarder\\_dagvatten\\_feb\\_2009.pdf](http://stormtac.com/admin/Uploads/Riktvarder_dagvatten_feb_2009.pdf))

6) Dikloorieteeniä ei mitattu = sama kuin tri- ja tetrakloorieteeni, PAH = 15 ainetta x naftaleenin 0,002 mg/l

\*antraseeni, asenaftaeni, asenaftyleeni, bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(b)-fluoranteeni, Bentso(g,h,i)-perylenei, bentso(k)-fluoranteeni, dibentso(a,h)antraseeni, fenantreeni, fluoreeni, indeno(1,2,3-cd)pyreeni, kryseeni, naftaleeni, pyreeni

Taulukko 6. Mereen johdettavien vesien päästörajat. (FCG työselitys)

### 3.5.2 Lupapäätöksen vesimäärät

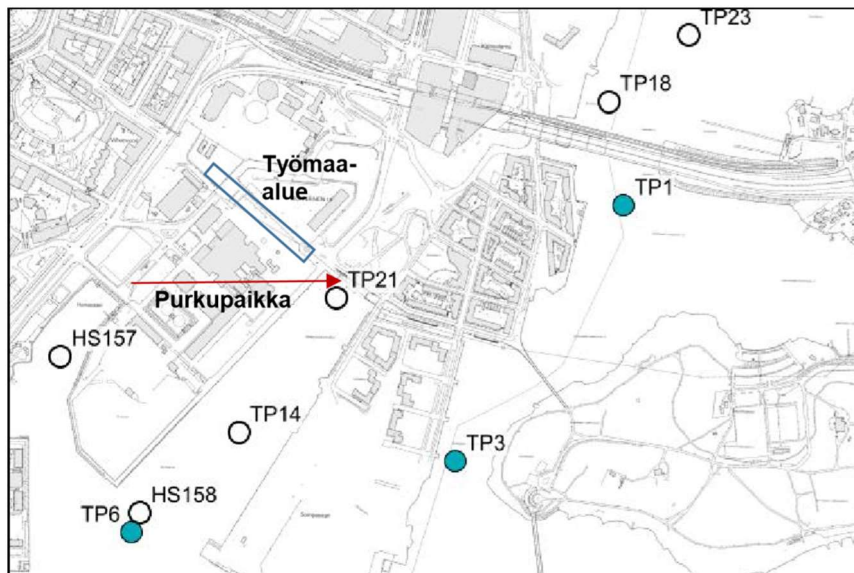
Työn tilaajana ja maanomistajana toimii Helsingin kaupunki. Maa-aineksia kaivetaan teräspontatulta alueelta (n. 300 m x 30 m) noin 5-6 m syvyyteen. Kaivu ulottuu merenpinnan vaihtelu huomioon ottaen maksimissaan noin 3-4 m pohjaveden pinnan alapuolelle. Ennen maa-aineksien kaivamista alueen pohjaveden pinta lasketaan kaivutasojen alapuolelle. Pumpattava vesi puhdistetaan ja viemäroidään joko mereen ja/tai jätevesiviemäriin. Vedenpumppaus alkoi tammi-helmikuun vaihteessa ja kestää arviolta vuoden 2020 loppuun saakka.

Lupapäätöksen mukaan mereen saa johtaa alueelta:

- 1) ns. pitoisuus- ja päästörajan välissä olevia vesiä enintään 800 m<sup>3</sup>/vrk ko. purkupaikasta ja yhteensä koko Kalasataman alueelta 72 000 m<sup>3</sup>/vuosi.
- 2) ns. pitoisuusrajan alittavia vesiä enintään 2000 m<sup>3</sup>/vrk. Jos pumppausmäärä ylittää pistekohtaisesti 2000 m<sup>3</sup>/vrk, vesien aiheuttamasta kuormituksesta ja vaikutuksesta täytyy tehdä lupapäätöksen lupamääräyksen mukainen selvitys.

Ns. päästörajan ylittävät vedet johdetaan jätevesiviemäriin, johon haettiin erikseen lupa HSY:ltä. Vedet johdetaan mereen sadevesiviemäriin kautta.

Pumppaustehon arvioidaan olevan maksimissaan noin 10-20 l/s, pumppausmäärän ollessa tällöin noin 800-1600 m<sup>3</sup>/vrk. Pumppaustehon arvioidaan olevan suurin pontatun kaivun alueen vedenalennuksen alussa, pienentyen veden alentuessa. Työmaan aikana pumpattavan ja puhdistettavan veden määrä riippuu sadannasta sekä ponttiseinän ja maaperän pitävyydestä. Kunnostussuunnitelmassa on laskennallisesti kaivun alueella arvioitu olevan noin 8 000 m<sup>3</sup> vettä, joka on tarvetta poistaa kaivun ja paalulaatan rakentamisen takia. Vedet, jotka eivät täytä mereen johtamiseen vaadittavia päästörajoja, viemäroidään jätevesiviemäriin HSY:n luvalla. (Kaivantovesien mereen johtaminen- tarkkailusuunnitelma)



Kuva 5. Työmaaavesien purkupaikka ja lähialueen meritarkkailupisteet. Kuukauden välein tarkkailtaviksi tarkkailupisteiksi esitetään pisteitä TP21 ja TP14. TP6 pistettä tarkkaillaan säännöllisesti 2 krt vuodessa. (FCG työselitys)

Vesinäytteistä analysoidaan seuraavat parametrit:

- sameus
- kiintoaine
- sähkönjohtavuus
- kokonaistyyppi
- nitraatti
- nitriittitypen summapitoisuus
- ammoniumtyppi
- PAH-yhdisteet
- PCB-yhdisteet
- öljyhiilivedyt C10-C40
- bensiinijakeet C5-C10, BTEX-yhdisteet
- muut VOC-yhdisteet sis. klooratut yhdisteet
- metallit (VNA 214/2007), suodatetusta sekä suodattamattomasta näytteestä
- VOC sisältäen klooratut yhdisteet
- syanidi (vapaa- ja kokonaissyanidi)

Mereen johdettavan veden haitta-aineiden kokonaismäärää seurataan jatkuvasti kumulatiivisella laskennalla. Vuosittaiselle kumulatiiviselle kuormitukselle asetetut maksimimäärät (kg/vuosi) on esitetty taulukossa 6. Jos vuosittainen maksimi-kuormitusraja ylittyy, on vesien johtaminen mereen keskeytettävä. (FCG työselitys)

### **3.6 Vaikutus työmaahan**

Mittavan suodatinjärjestelmän vaikutus isoonkin työmaahan on merkittävä sekä aikataulullisesti ja kustannusten osalta. Suodatinjärjestelmän sijoitus työmaalle sekä sen huolto ja kunnossapito on suunniteltava mahdollisimman tarkkaan etukäteen. Suodatinjärjestelmän, kun tulisi olla mahdollisimman helppokäyttöinen, helposti huollettava ja sijoitettu työmaalle siten, että siitä olisi mahdollisimman vähän haittaa mutta, sijoituspaikan tulee kuitenkin sijaita mahdollisimman keskeisesti pumppausmatkojen minimoimiseksi.

### **3.6.1 Aikataulu**

Vesien suodatinjärjestelmän koekäyttö aloitettiin joulukuussa 2019. Aluksi kaivannosta pumpattu vesi kierrätettiin takaisin kaivantoon, jotta saatiin koekäytettyä pumppuja ja testattua suodatinjärjestelmän kapasiteettia. Koepumppausten jälkeen aloitettiin vesinäytteiden ottaminen. Kunnes veden laatu oli todettu usean vesinäytteen testauksen jälkeen tarpeeksi puhtaaksi mereen pumppausta varten, voitiin pumppaus mereen aloittaa helmikuussa 2020.

### **3.6.2 Kustannukset**

Vesien pumppaukseen ja suodatusjärjestelmän suunnitteluun ja rakentamiseen kiinnitettiin työmaalla erityistä huomiota, sillä se oli kriittistä useiden työvaiheiden onnistumisen kannalta. Oli tärkeää, ettei vedenpinta pääsyt nousemaan paalulaatan arinan yläpuolelle paalulaatan valutöiden takia. Veden pinnan laskemisesta oli myös suuri etu massanvaihtoa ajatellen, näin kaivuutyöt saatiin tehtyä normaalina kaivuuna eikä vedenalaisena kaivuuna. Veden pinnan laskemisesta syntyi myös kustannus- ja aikatauluhyötyä, koska maa, jota kaivettiin, oli kuivempaa ja näin ollen myös kevyempää (pienemmät vastaanotto kustannukset) eikä sitä jouduttu kuivattamaan kasoilla pitkiä aikoja.

Suodatinjärjestelmästä aiheutuneet kustannukset on laskettu ja eritelty salassa pidettävässä liitteessä 5.

## 4 KEHITTÄMINEN

### 4.1 Havaitut ongelmat ja niiden ratkaiseminen

Pumpattaessa vettä vanhan bentseenitehtaan kohdalta, VOC- arvot nousivat suodatinrakennuksessa hetkellisesti yli 2000 ppm. Ongelmaa yritettiin ratkaista peittämällä suodattimet ja vesiasiastat pressuilla. Tästä aiheutui se ongelma, että haitta-aineita ei päässyt haihtumaan enää yhtä tehokkaasti, vaan VOC- yhdisteet jäivät suodattimiin ja kulkeutuivat osittain veden mukana eteenpäin. Myös VOC- arvot pysyivät suodatinrakennuksessa selvästi yli 1 ppm, joten rakennuksessa joutui käyttämään moottorimaskia siellä työskennellessä ja vesinäytteitä ottaessa. Näistä syistä päädyimme poistamaan pressut suodattimien päältä.

#### 4.1.1 Suodatinrakennuksen ilmanvaihto

Korkeiden VOC-pitoisuuksien takia suodatinrakennuksen ilmanvaihtoa oli parannettava, koska vesistä haihtuvien haitta-aineiden pitoisuudet nousivat jatkuvasti niin korkeiksi, että suodatinrakennukseen ei voinut mennä ilman moottoroitua hengityssuojainta.

Aluksi kokeiltiin ilmanvaihtoa pelkästään ilmavaihtokanavien avulla, mutta se osoittautui tehottomaksi ja huonoksi ratkaisuksi myös sen takia, että nyt VOC-pitoisuudet nousivat liian korkeiksi myös suodatinrakennuksen välittömässä läheisyydessä.

Lopulta ilmanvaihto toteutettiin asentamalla imuputket kohtiin, joissa VOC-pitoisuudet olivat korkeimmat eli ensimmäiseen hiekkasuodattimeen ja viimeiseen vesikuutioon. Näistä ilma imettiin poistopuhaltimella aktiivihillisuodattimen läpi ja puhallettiin ulos rakennuksesta.

Ilmanvaihdon aktiivihiilisuodattimen toimintaa ja täyttymistä tarkkailtiin suorittamalla ilmamittauksia suodatinrakennuksen sisältä kohdepoistojen kohdista sekä ilmanvaihdon poistoputken päästä rakennuksen ulkopuolelta. Mittauksissa todettiin aktiivihiilisuodattimen toimivan hyvin ja ulos puhallettavan ilman olevan puhdasta.

#### **4.1.2 Maakerrosten heterogeenisyys**

Ongelmaksi pumppauksen alussa muodostui veden erittäin huono kulkeutuminen maakerrosten läpi työmaa-alueella. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että kaivannon toisella reunalla vedenpinta oli tasolla -1 m ja toisella reunalla noin 30 m päässä pumppauskaivo tasolla -4 m oli käytännössä kuiva. Myös maat mitä kaivettiin, olivat välillä rutikuivia ja taas välillä aivan läpimärkiä.

Tätä ongelmaa pyrittiin ratkaisemaan kaivamalla työmaalle avo-ojia, jotta vedet kulkeutuisivat pumppauskaivoihin. Ongelmana tässä ratkaisussa oli, että ojien kaivaminen vaikeutti ja hidasti muita työvaiheita, kun ojien päälle jouduttiin asentamaan ajosilloja kulun mahdollistamiseksi. Tästä syystä osa suunnitelluista avo-ojista korvattiin salaojilla. Kaivoimme myös useampia pumppauskaivoja, jotta pystyisimme pumppaamaan vettä useammasta eri kohdasta saman aikaisesti. Useammasta pumppauskaivosta oli hyötyä, kun havaitsimme, että veden haitta-aine pitoisuudet ovat huomattavasti korkeammat kaivannon keskiosassa, kuin länsipäädystä ja pumppaamalla vettä aluksi länsipäädystä keskiosaan saimme "laimennettua" vettä, jossa pitoisuudet olivat korkeammat.

#### **4.1.3 Uuden aktiivihiilisuodattimen lisääminen**

Bentseeni ja C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> arvojen noustua huomattavasti päädyimme lisäämään uuden isomman aktiivihiilisuodattimen järjestelmän loppuun. Vanha aktiivihiilisuodatin suodatti kyllä suuren osan bentseenistä ja C<sub>5</sub>-C<sub>10</sub> hiilistä, mutta lähtöarvojen ollessa niin korkeina ei aktiivihiilen puhdistuskapasiteetti ollut riittävä.



## 4.2 Järjestelmän huoltaminen

Suodatinrakennusta rakennettaessa järjestelmän huolto otettiin huomioon ja rakennukseen tehtiin nostettava katto, joka mahdollistaa hiekkasuodattimien hiekan vaihdon kaivinkoneella ja tarvittaessa esim. öljynerottimen vaihdon helposti. Työmaan aikana suodatinjärjestelmään tehtiin muutoksia, jotka mahdollistavat veden kierrättämisen toisen hiekkasuodattimen ohi ja näin ollen mahdollistavat toisen huoltamisen/ puhdistamisen ilman käytön keskeyttämistä.



Kuva 6. Suodatinrakennuksen katon nosto.

Öljynerottimen koalisattori puhdistettiin noin kahden kuukauden välein. Hiekkasuodattimien hiekat vaihdettiin osittain neljän kuukauden käytön jälkeen, samalla myös aktiivihilisuodattimet kurlattiin puhtaalla vedellä ja vesisäiliöt puhdistettiin hienoaineksesta.



Kuva 7. Koalisaattorit puhdistettiin noin kahden kuukauden välein.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten työmaalla olevia haitta-aine pitoisia vesiä pystytään puhdistamaan ja samalla kehittämään järjestelmä toimimaan siten, että vesi on tarpeeksi puhdasta, jotta se voidaan pumpata mereen.

Saatuihin tuloksiin vaikutti suuresti ennakkotutkimuksia huomattavasti suuremmat haitta-aine pitoisuudet pumpattavassa vedessä. Prosentuaalisesti suodattimet ja suodatinjärjestelmä itsessään toimivat odotetulla ja tarvittavalla tavalla, mutta haitta-aine määrät olivat niin isoja, että suodattimien kapasiteetti ei riittänyt niiden puhdistamiseen haluttuihin raja-arvoihin.

Suodatinjärjestelmään tehdyissä työn aikaisissa muutoksissa onnistuttiin mielestäni hyvin ja vesinäytteiden testituloksiin reagoiminen oli nopeaa. Nopea reagoiminen testituloksiin mahdollisti suodatinjärjestelmän tehokkaan käytön ja hyödyntämisen. Kriittisten työvaiheiden aikana ei tullut aikavälejä, jolloin veden pumpaaminen olisi jouduttu pysäyttämään. Lisäksi testitulosten niin vaatiessa pumpauksen vaihtaminen merestä viemäriin onnistui pumpausta katkaisematta.

Mielestäni kyseistä suodatinjärjestelmää pystytään hyödyntämään sellaisenaan jo erilaisilla työmailla, joissa vesien puhdistustarvetta esiintyy. Suodatinjärjestelmä on lisäksi helppo muokata vastaamaan jokaisen työmaan tarvetta ja erityisesti puhdistettavan veden haitta-aineita vastaavaksi. Esimerkiksi keveimmillään, jos vedestä tarvitsee erottaa vain hienoaines niin veden puhdistamiseen tarvitaan ainoastaan hiekkasuodatin, jonka pysty toteuttamaan jo erittäin pienillä kustannuksilla.

Tästä työmaasta erityislaatuisen tekikin eri haitta-aineiden runsas lukumäärä sekä useiden haitta-aineiden runsas määrä puhdistettavassa vedessä. Myös maaperä ja erityisesti sen heterogeenisyys aiheuttivat haasteita veden pumpaukseen, sillä veden pinnan taso vaihteli työmaalla huomattavasti vettä läpäisevämmien maakerrosten takia. Työmaalla, jossa maaperä on homogeenistä ja haitta-aineita on määrällisesti vähemmän, vastaavan suodatinjärjestelmän käyttö on huomattavasti helpompaa, koska suurimmat haasteet, joita tässä hankkeessa

vesienkäsittelyn osalta koettiin, koskivat juuri haitta-aineiden suurta määrää ja veden pumppaustarpeen suurta vaihtelua ja tästä aiheutuvaa veden virtauksen epätasaisuutta.

## LÄHTEET

FCG, Koksikadun ja Vilhonvuorenkadun jatkeen rakentaminen, vaihe 2 Pilaantuneen maaperän kaivutyöt työselitys. 3.4.2019.

Hengitysliitto, luettu 10.2.2020.

<https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/kaasumaiset-epapuhautudet/voc-yhdisteet>

Helsingin kaupunki, Helsingissä 19.4.2013.

<https://www.hel.fi/static/ymk/esitteet/tyomaavesi.pdf>

Korkalainen L. maaperägeologi. Haastattelu 3.4.2020. Haastattelija Jaakko Miekka. Helsinki.

Laki pilaantuneiden alueiden puhdistamisen tukemisesta, annettu Helsingissä 22.2.2019, luettu 7.2.2020.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2019/20190246>

Louhintahiekka Oy, KAIVANTOVESIEN MEREEN JOHTAMINEN – TARKKAILUSUUNNITELMA

Myhelsinki, luettu 7.2.2020.

<https://www.myhelsinki.fi/fi/näe-ja-koe-naapurustot/kallio-alppiharju-ja-sörnänen/sörnäinen>

Pulkkinen A. Työpäällikkö. Haastattelu 10.2.2020. Haastattelija Jaakko Miekka. Helsinki.

Pulkkinen M. 2010. Aktiivihiihen aktivointi, regenerointi ja käyttö. Kemian tekniikan koulutusohjelma. Keski-pohjanmaan ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Suomen ympäristökeskus SYKE, luettu 27.1.2020

[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Pilaantuneet\\_maaalueet](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet)

Suomen ympäristökeskus SYKE, luettu 27.1.2020

[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus\\_ja\\_tuotanto/Pilaantuneet\\_maaalueet/Pilaantuneen\\_alueen\\_puhdistamisvelvollisuus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet/Pilaantuneen_alueen_puhdistamisvelvollisuus)

Talotekniikkainfo, luettu 27.1.2020

[https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1\\_2007\\_liite\\_6.pdf](https://www.talotekniikkainfo.fi/sites/default/files/d1_2007_liite_6.pdf)

Wavin, EuroPEK® Roo I-luokka öljynerotinjärjestelmä  
Asennus-, käyttö- ja huolto-ohje.

<https://www.wavin.com/fi-fi/tiedostot?systems=S201>

Ympäristönsuojelulaki, annettu Helsingissä 20.1.2020, luettu 7.2.2020.

<https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527>

## LIITTEET

Liite 1. Viikinmäen ja Suomenojan jätevedenpuhdistamoille johdettavien jätevesien raja-arvot. (HSY)



14.10.2019

### VIIKINMÄEN JA SUOMENOJAN JÄTEVEDENPUHDISTAMOILLE JOHDETTAVIEN JÄTEVESIEN RAJA-ARVOT

#### METALLIEN RAJA-ARVOT

Metalli		Enimmäis- pitoisuus mg/l
Arseeni	(As)	0,1
Elohopea	(Hg)	0,01
Hopea	(Ag)	0,2
Kadmium	(Cd)	0,01
Kokonaiskromi	(Cr)	1,0
Kromi VI	(Cr <sup>6+</sup> )	0,1
Kupari	(Cu)	2,0
Lyijy	(Pb)	0,5
Nikkeli	(Ni)	0,5
Sinkki	(Zn)	3,0
Tina	(Sn)	2,0

#### MUUT AINEKOHTAISET RAJA-ARVOT

pH-luku	6,0 - 11,0	
Lämpötila	40 ° C	
Sulfaatti,	400	mg/l
Kokonaissyaniidi CN	0,5	mg/l
PAH-yhdisteet	0,05	mg/l
Kiintoaine		
elintarviketeollisuus	500	mg/l
työmaat	300	mg/l
Rasva		
elintarviketeollisuus	150	mg/l

#### TAPAUSSKOHTAISET RAJA-ARVOT

Tapausskohtaisia raja- ja kuormitusarvoja voidaan asettaa mikäli se osoittautuu tarpeelliseksi viemäriverkon tai puhdistamoiden toiminnan kannalta esim.

pH-luku  
Metallit  
BHK<sub>7</sub> (biologinen hapenkulutus)  
Typenpoistoa häiritsevät aineet



14.10.2019

### VOC-YHDISTEITÄ (LIUOTINAINEN) KOSKEVAT OHJEET

1. Erittäin helposti syttyvät, helposti syttyvät ja veteen liukenemattomat VOC-yhdisteet (esim. dietyylieetteri, petrolieetteri, sykloheksaani)
  - Ei saa johtaa viemäriin.
2. Klooratut VOC-yhdisteet (esim. trikloorietyleeni, tetrakloorietyleeni, kloroformi ja hiilitetrakloridi).
  - Ei saa johtaa viemäriin.
3. Kloorivapaat VOC-yhdisteet (esim. tolueni ja ksyleeni).
  - Viemäriverkkoon johdettava jätevesi saa sisältää ko. yhdisteitä yhteensä enintään 3 mg/l.
4. Viemäriverkkoon johdettavan jäteveden kokonaishiilivetyttöisyys ( $C_{10}-C_{40}$ ) saa olla enintään 100 mg/l (Valtioneuvoston asetus 444/2010 nestemäisten polttoaineiden jakeluasemien ympäristönsuojeluvuorokäytöksistä).

### LISÄKSI ON HUOMIOITAVA

1. Mikäli muodostunut jätevesi ei sellaisenaan täytä edellä mainittuja vaatimuksia, sitä ei saa laimentaa raja-arvon saavuttamiseksi. Raja-arvot koskevat myös viemäriin johdettavia yksittäisiä jätevesierä. Em. raja-arvojen soveltamiskohta määritetään tehtävissä sopimuksissa.
2. Normaalisti asumajätevedestä poikkeavien jätevesien johtamisessa viemäriin on otettava huomioon myös valtioneuvoston asetukset:
  - Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006 muutoksineen
  - Ympäristönsuojeluasetus 713/2014 (41§), liite 1
3. Huoltoasemilla ja autopesuloissa saa samanaikaisesti olla käytössä ainoastaan yhteen pesuaineyhdistelmään kuuluvia pesukemikaaleja. Hyväksymisnumero tulee ohjeiden mukaan olla merkittynä pesuainepakkaukseen. HSY:n ohjeiden mukaan huoltamoiden ja korjaamoiden pesutoiminnoissa käytettyjen pesuaineyhdistelmien tulee olla Öljy&Bio polttoainealan hyväksymiä pesuaineyhdistelmiä: (SFS 3352: Palavien nesteiden jakeluasema, pesuaineluettelo: [http://www.oil.fi/sites/default/files/hyvakasytyt\\_pesuaineyhdistelmat.pdf](http://www.oil.fi/sites/default/files/hyvakasytyt_pesuaineyhdistelmat.pdf)).

## Liite 2. Liitoskohtalausunto. (HSY)



LIITOSKOHTALOUSUNTO

LIIT20200626

Kiinteistö	Katuosoite	Kiinteistötunnus
	Vilhonvuorenkatu PIMA tilapäinen 00500 HELSINKI	91-10-252-2 Käyttöpaikka 60852706

Jätevesiliittymä	Runkoviemäri	Pohjan korkeus	Alin liitoskorkeus	Padotuskorkeus
	Betoni 300 mm	-0.41	-0.21	+2.00

## Korkeusjärjestelmä N2000

Painetasot ovat metreinä merenpinnasta. Muutokset painetasoihin ovat mahdollisia.

Paineviemäriillä ei saa liittyä suoraan HSY:n viettoviemäriin, vaan kiinteistöllä on oltava rauhoituskaivo.

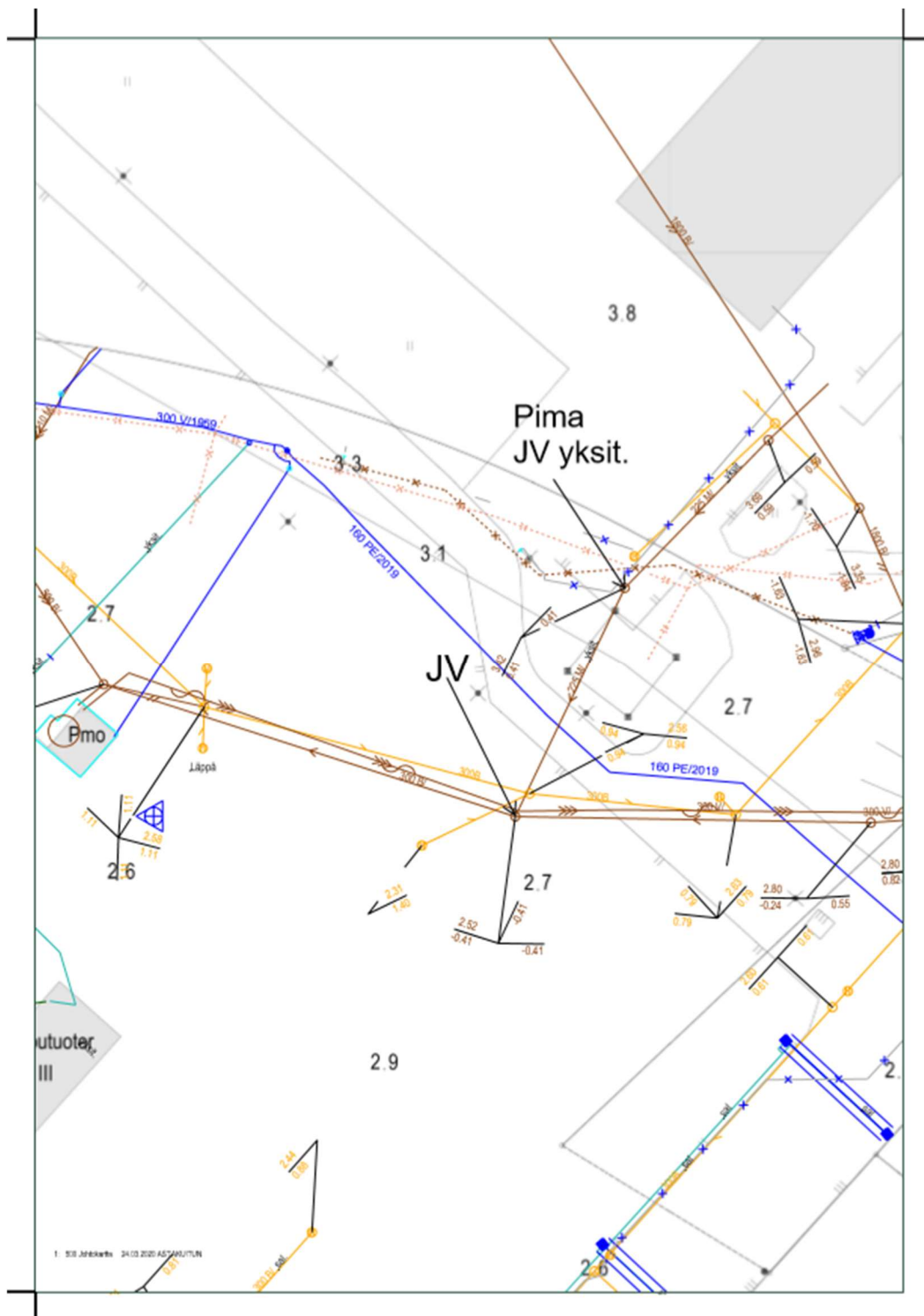
Käytöstä poistuvat tonttijohdot on tulpattava liittymän kustannuksella.

## Erityishuomiot:

Pima kaivantovesien lyhytaikainen pumppaus, kaivonkannen kautta yksityiseen jätevesiviemäriin, kaivon/putken omistajan luvalla.

Päivämäärä	Liittymistietojen antaja
24.3.2020	HSY





## Liite 3. Vesinäytteiden tutkimustulokset.



## TUTKIMUSTODISTUS

1(10)

Tilaus: 2000818

Pvm: 14.2.2020

FCG Suunnittelu ja Tekniikka  
Annika Heikkilä  
Osmontie 34  
00610 HELSINKI



Tilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

Näytetunnus		20VN 0254	20VN 0255	20VN 0256			
Näytteen nimi		V10A	V10B	V10C			
Näytteen saapumispäivä		13.02.2020	13.02.2020	13.02.2020			
Näytteen aloituspäivä		13.02.2020	13.02.2020	13.02.2020			
Näytteen valmistuspäivä		14.02.2020	14.02.2020	14.02.2020			
<b>Määritykset</b>							
pH		7,4	7,0	10			SFS 3021:1979 Titraatto- ri*
Öljypitoisuus (C10–C21)	mg/l	5,3	0,60	< 0,05			SFS-EN ISO 9377-2 mod.*
Öljypitoisuus (C21–C40)	mg/l	0,09	< 0,05	< 0,05			SFS-EN ISO 9377-2 mod.*
Öljypitoisuus (C10–C40)	mg/l	5,4	0,61	< 0,05			SFS-EN ISO 9377-2 mod.*
Öljypitoisuus, summa (C5–C40)	mg/l	10	1,3	< 0,05			SFS-EN ISO 9377-2 mod.
C5–C10	mg/l	4,8	0,64	< 0,05			Sis. men 040 GC- MS
Bentseeni	µg/l	3200	500	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Tolueneeni	µg/l	480	59	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyäessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

SYNLAB Analytics & Services  
Finland Oy  
www.synlab.fi

puh +358 9 2252 860  
Lepolantie 9  
FI-03600 Karkkila  
Finland

Pankki  
Länsi-Uudenmaan Op  
Karkkila  
FI43 5297 2820 0007 16

Y-tunnus 0733227-8  
Kotipaikka Karkkila  
Alv.rek.

FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä

Osmontie 34

00610 HELSINKI

Tilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

		20VN 0254 V10A	20VN 0255 V10B	20VN 0256 V10C			
Ksyleeni	µg/l	410	43	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Etyylibentseeni	µg/l	320	12	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,2-dikloorietaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,2-dibromietaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,1,2-trikloorietaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,1-dikloorieteeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,2-diklooripropaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
2,2-diklooripropaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,4-diklooribentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,1-dikloorietaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

SYNLAB Analytics & Services  
Finland Oy  
www.synlab.fi

puh +358 9 2252 860  
Lepolantie 9  
FI-03600 Karkkila  
Finland

Pankki  
Länsi-Uudenmaan Op  
Karkkila  
FI43 5297 2820 0007 16

Y-tunnus 0733227-8  
Kotipaikka Karkkila  
Alv.rek.

FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä  
Osmontie 34  
00610 HELSINKITilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

		20VN 0254 V10A	20VN 0255 V10B	20VN 0256 V10C			
Dikloorimetaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Trikloorieteeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Klooribentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Bromoformi	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Hiilitetrakloridi	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,2,3-triklooribentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,2,4-triklooribentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,1,1-trikloorietaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Isopropylibentseeni	µg/l	4,7	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,3,5-trimetyylibentseeni	µg/l	130	12	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettäessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

SYNLAB Analytics & Services  
Finland Oy  
www.synlab.fipuh +358 9 2252 860  
Lepolantie 9  
FI-03600 Karkkila  
FinlandPankki  
Länsi-Uudenmaan Op  
Karkkila  
FI43 5297 2820 0007 16Y-tunnus 0733227-8  
Kotipaikka Karkkila  
Alv.rek.

FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä

Osmontie 34

00610 HELSINKI

Tilauksen nimi: Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2

		20VN 0254 V10A	20VN 0255 V10B	20VN 0256 V10C				
Sec-butyylibentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
1,2,4-trimetyylibentseeni	µg/l	190	16	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
n-butyylibentseeni	µg/l	44	4,6	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
P-isopropyylitolueeni	µg/l	8,2	0,80	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
Bromobentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
Bromodikloorimetaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
Tert-butyylibentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
1,2-dibromo-3-klooripropaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
1,2-diklooribentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*
1,3-diklooribentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5				ISO 20595:2018 mod.*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyäessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

SYNLAB Analytics & Services  
Finland Oy  
www.synlab.fi

puh +358 9 2252 860  
Lepolantie 9  
FI-03600 Karikkala  
Finland

Pankki  
Länsi-Uudenmaan Op  
Karikkala  
FI43 5297 2820 0007 16

Y-tunnus 0733227-8  
Kotipaikka Karikkala  
Alv.rek.

FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä

Osmontie 34

00610 HELSINKI

Tilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

		20VN 0254 V10A	20VN 0255 V10B	20VN 0256 V10C			
Trans-1,3-diklooripropeeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
N-propyylibentseeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Styreeni	µg/l	50	5,3	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,1,1,2-tetrakloorietaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,2-dikloorieteeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,1-diklooripropeeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Cis-1,3-diklooripropeeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Tetrakloorieteeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Dibromikloorimetaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Heksaklooributadieeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä

Osmontie 34

00610 HELSINKI

Tilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

		20VN 0254 V10A	20VN 0255 V10B	20VN 0256 V10C			
1,3-diklooripropaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Trikloorifluorimetaani	µg/l	4,0	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Kloroformi	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
1,1,2,2-tetrakloorietaani	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
4-klooritolueeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
2-klooritolueeni	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Vinyylikloridi	µg/l	< 0,5	< 0,5	< 0,5			ISO 20595:2018 mod.*
Naftaleeni	µg/l	1200	120	0,3			Sis. men 072 GC- MS
Asenaftyleeni	µg/l	14	1,3	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Asenafteeni	µg/l	2,2	1,4	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Fluoreeni	µg/l	7,0	0,6	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä

Osmontie 34

00610 HELSINKI

Tilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

		20VN 0254 V10A	20VN 0255 V10B	20VN 0256 V10C			
Fenantreeni	µg/l	3,1	0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Antraseeni	µg/l	0,7	0,2	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Fluoranteeni	µg/l	1,0	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Pyreeni	µg/l	0,5	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Bentso(a)antraseeni	µg/l	0,3	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Kryseeni	µg/l	0,2	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Bentso(b)fluoranteeni	µg/l	0,2	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Bentso(k)fluoranteeni	µg/l	0,2	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Bentso(a)pyreeni	µg/l	0,3	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	µg/l	0,2	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Dibentso(a,h)antraseeni	µg/l	0,2	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
Bentso(g,h,i)peryleeni	µg/l	0,4	< 0,1	< 0,1			Sis. men 072 GC- MS
PAH-yhdisteiden summa	µg/l	1200	130	< 0,50			Sis. men 072 GC- MS

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysin mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyäessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

SYNLAB Analytics & Services  
Finland Oy  
www.synlab.fipuh +358 9 2252 860  
Lepolantie 9  
FI-03600 Karkkila  
FinlandPankki  
Länel-Uudenmaan Op  
Karkkila  
FI43 5297 2820 0007 16Y-tunnus 0733227-8  
Kotipaikka Karkkila  
Alv.rek.



FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä

Osmontie 34

00610 HELSINKI

Tilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

		20VN 0254 V10A	20VN 0255 V10B	20VN 0256 V10C			
Arseeni, kokonais (As)	µg/l	4,1	0,38	130			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Kadmium, kokonais (Cd)	µg/l	0,10	< 0,10	< 0,10			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Koboltti, kokonais (Co)	µg/l	5,7	4,0	0,23			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Kromi, kokonais (Cr)	µg/l	1,0	0,65	0,29			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Kupari, kokonais (Cu)	µg/l	11	2,3	2,4			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Elohopea, kokonais (Hg)	µg/l	< 0,10	< 0,10	0,15			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Nikkeli, kokonais (Ni)	µg/l	6,8	4,6	1,2			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Lyijy, kokonais (Pb)	µg/l	5,4	0,26	0,35			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*

\*Akreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

 SYNLAB Analytics & Services  
 Finland Oy  
 www.synlab.fi

 puh +358 9 2252 860  
 Lepolantie 9  
 FI-03600 Karkkila  
 Finland

 Pankki  
 Länsi-Uudenmaan Op  
 Karkkila  
 FI43 5297 2820 0007 16

 Y-tunnus 0733227-8  
 Kottipaikka Karkkila  
 Alv.rek.

FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä

Osmontie 34

00610 HELSINKI

Tilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

		20VN 0254 V10A	20VN 0255 V10B	20VN 0256 V10C			
Antimoni, kokonais (Sb)	µg/l	3,9	0,44	18			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Vanadiini, kokonais (V)	µg/l	3,0	0,15	18			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Sinkki, kokonais (Zn)	µg/l	83	10,0	31			SFS-EN ISO 17294- 2:2016, mod.*
Syanidi, kokonais (CNkok)	mg/l	0,34	0,06	< 0,01			SFS 5747:1992, mod.
Sähkönjohtavuus	mS/m	180	150	51			SFS-EN 27888:1994  Titraatto- ri*
Kiintoaine	mg/l	73	< 2	27			SFS-EN 872:2005*

## SYNLAB Analytics &amp; Services Finland Oy



Jarkko Kupari

Kemisti

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

## Tuloksia koskevat tiedustelut

Elintarvikkeet, rehut,  
maanparannusaineet jaEeva Luoma, Laatuspäälikkö, puh. +358 50 464 7567,  
eeva.luoma@synlab.com

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

SYNLAB Analytics & Services  
Finland Oy  
www.synlab.fipuh +358 9 2252 860  
Lepolantie 9  
FI-03600 Karkkila  
FinlandPankki  
Länsi-Uudenmaan Op  
Karkkila  
FI43 5297 2820 0007 16Y-tunnus 0733227-8  
Kotipaikka Karkkila  
Alv.rek.



## TUTKIMUSTODISTUS

10(10)

Tilaus: 2000818

Pvm: 14.2.2020

FCG Suunnittelu ja Tekniikka

Annika Heikkilä

Osmontie 34

00610 HELSINKI

Tilauksen nimi: **Vesi, P38376P001, Vilhonvuorenkatu, osa 2**

<b>vedet</b>	
Ympäristöanalytiikka	Jarkko Kupari, Kemisti, puh. +358 50 464 7345, jarkko.kupari@synlab.com
<b>Lisätiedot</b>	Vesinäytteelle hiilivetytulosten mittausepävarmuus: 0,05-0,2 mg/l ± 50 %, 0,2-0,5 mg/l ± 30 % ja yli 0,5 mg/l ± 20 %. Talous- ja luonnonvesinäytteelle yksittäisten bensiinihiilivetyjen mittausepävarmuus: 0,5 - 10 µg/l ± 40 %, 11 - 500 µg/l ± 35 % ja yli 500 µg/l ± 25 %. Vesinäytteelle yksittäisten PAH-hiilivetyjen mittausepävarmuus: ± 40%.  Talous- ja luonnonvesinäytteelle metallianalyysin (ICP-MS) mittausepävarmuusarvio: As ±17 %, Cd ±13 %, Co ±19 %, Cr ±22 %, Cu ±16 %, Hg ±23 %, Ni ±15 %, Pb ±25 %, Sb ±20 %, V ±21 % ja Zn ±25 %.
<b>Jakelu</b>	atte.karhima@fcg.fi tanja.lambe@fcg.fi juha.vuorikko@fcg.fi
<b>Laskutus</b>	Helsingin kaupunki/kaupunkiympäristö, Ostolaskut, PL53227, 00099 Helsingin kaupunki

\*Akkreditoitu menetelmä. Akkreditointi ei koske lausuntoa. Tulokset pätevät vain testatuille näytteille. Raporttia ei saa kopioida osittain ilman testauslaboratorion lupaa. Analyysien mittausepävarmuudet ovat saatavilla pyydettyessä. Mittausepävarmuutta ei ole huomioitu lausunnossa verrattaessa tuloksia laatuvaatimuksiin.

SYNLAB Analytics & Services  
Finland Oy  
www.synlab.fi

puh +358 9 2252 860  
Lepolantie 9  
FI-03600 Karkkila  
Finland

Pankki  
Länsi-Uudenmaan Op  
Karkkila  
FI43 5297 2820 0007 16

Y-tunnus 0733227-8  
Kotipaikka Karkkila  
Atv.rek.

Liite 4. Maaperä haitta-aineet Vilhonvuorenkadun kohdalla. (FCG)

