

Vastaanottaja
Cargotec Finland Oy

Päivämäärä
5.4.2011

HÄRMÄLÄNRANTA PIILAANTUNEI SUUDEN JA PUHDI STUSTARPEEN ARVIOINTI



HÄRMÄLÄNRANTA PILAANTUNEI SUUDEN JA PUHDI STUSTARPEEN ARVIOINTI

Tarkastus 16.3.2011
Päivämäärä 5.4.2011
Laatija Jenni Haapaniemi (terveysriskit) ja Kaisa Mustajärvi
(ekologiset riskit)
Tarkastaja Jukka Huppunen
Hyväksyjät K. Autio ja P. Puska, Cargotec (4.4.2011)

Viite 82128684

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	KOHDE	1
2.1.	Sijainti	1
2.2.	Rajaukset ja koko	1
2.3.	Omistus ja kaavatilanne	1
2.4.	Toimintahistoria	2
2.5.	Nykyinen maankäyttö ja rakenteet	2
2.6.	Naapurusto	2
2.7.	Pohjasuhteet	3
2.8.	Pinta- ja pohjavedet	3
2.9.	Luonnonympäristö ja luonnonsuojelualueet	3
3.	TEHDYT TUTKIMUKSET	4
4.	TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA	4
4.1.	Maaperä	4
4.2.	Haitta-aineiden liukeneminen maaperästä ja jätteestä	5
4.3.	Pohjavesi	5
4.4.	Hulevedet	5
4.5.	Sedimentti	6
5.	RISKIARVIO	7
5.1.	Riskinarvioinnin tavoitteet, lähtökohdat ja rajaukset	7
5.2.	Ohjearvojen soveltuvuus arviointiin	8
5.3.	Kriittiset haitta-aineet	8
5.4.	Kulkeutumisriskit	9
5.4.1.	Arvioinnin lähtökohdat	9
5.4.2.	Kulkeutuminen pohjaveteen	9
5.4.3.	Kulkeutuminen pintavesiin	9
5.4.4.	Kulkeutuminen ulkoilmaan	9
5.4.5.	Kulkeutuminen sisäilmaan	10
5.4.6.	Kulkeutuminen kasveihin	10
5.4.7.	Kulkeutuminen vesijohtoveteen	10
5.4.8.	Kulkeutuminen maansiirtotöiden yhteydessä	10
5.5.	Terveysriskit	11
5.5.1.	Arvioinnin lähtökohdat	11
5.5.2.	Ruuansulatuksen kautta altistuminen	11
5.5.3.	Hengitysilman kautta altistuminen	12
5.5.4.	Ihokosketuksen kautta altistuminen	12
5.5.5.	Yhteenveto terveysriskeistä ja kunnostustarve	13
5.6.	Ekologiset riskit	13
5.7.	Kriittisten haitta-aineiden merkittävimmät ekologiset haittavaikutukset kohteessa	15
5.8.	Riskit rakenteille	16
5.9.	Tavoitepitoisuuksien laskenta ja perustelut	16
5.10.	Kunnostuksen tavoitepitoisuudet	17
5.11.	Hyötykäytön tavoitepitoisuudet	19
5.12.	Arvio kunnostettavista alueista	21
5.13.	Epävarmuustarkastelu	21
5.13.1.	Kohteesta aiheutuvat epävarmuudet	21
5.13.2.	Näytteenotosta aiheutuvat epävarmuudet	21
5.13.3.	Näytteiden käsittelyn epävarmuudet ja kenttämittausten luotettavuus	22
5.13.4.	Laboratorioanalyysien luotettavuus	22
5.13.5.	Riskinarviointimenetelmien epävarmuudet	22
6.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	25

LIITTEET

Liite 1	Yhteenvetotaulukko analyysituloksista (maaperä, pinta- ja pohjavesi) sekä kaatopaikakakelpoisuustulokset
Liite 2	Laboratorion analyysitodistukset (Ramboll Finland Oy: n vuoden 2010 näytteet)
Liite 3	Sedimenttinäytteiden haitta-ainepitoisuudet ja normalisoidut tulokset
Liite 4	Kriittiset haitta-aineet ja niiden ominaisuudet
Liite 5	Haitta-aineiden kulkeutumisen käsitteellinen malli
Liite 6	Sisäilman hengitys, laskennan lähtöarvot ja tulokset
Liite 7	Maan syönte, laskennan lähtöarvot ja tulokset
Liite 8	Kokonaisaltistuksen laskenta

PIIRUSTUKSET

82128684-01	Sijaintikartta	1:20 000
82128684-02	Asemapiirustus; tutkimuspisteet ja pilaantuneet alueet, jätteiden hyödyntämisalueet sekä toimintojen sijainnit (nykyiset ja vanhat riskikohteet)	1:1 000

1. JOHDANTO

Ramboll Finland Oy on tehnyt Cargotec Finland Oy:n toimeksiannosta maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arvioinnin Härmälän entisellä teollisuusalueella Tampereella. Teollisuusalueelle ollaan uuden omistajan (Skanska Talonrakennus Oy) toimesta kaavoittamassa Härmälänrannan asuinalueita. Alueen maaperä on paikoin pilaantunut johtuen pitkästä teollisesta historiasta alueella. Työn tarkoituksena on ollut määrittää maaperän puhdistustarve ja puhdistustaso, huomioiden alueen käyttötarkoituksen muutos teollisuusalueesta asuinalueeksi.

Työn on tilannut Cargotec Finland Oy yhteyshenkilöinä Kauko Autio ja Pekka Puska. Ramboll Finland Oy:ssä työstä on vastannut projektipäällikkönä ins. Yamk Jukka Huppunen ja suunnittelijoina DI Jenni Haapaniemi (terveysriskit) ja FT Kaisa Mustajärvi (ekologiset riskit).

2. KOHDE

2.1. Sijainti

Suunnittelukohteena on Cargotecin Tampereen Härmälässä sijaitseva teollisuusalue, jolla teollinen toiminta jatkuu Cargotecin toimesta toistaiseksi ainakin 31.10.2013 saakka.

Kohteen YKJ koordinaatit ovat x: 6822 750 ja y: 3325 520 tai Tampereen kaupungin järjestelmässä x: 85383 ja y: 18400. Kohteen osoite on Valmetinkatu 5.

Sijainti on esitetty kartassa 82128684–01.

2.2. Rajaukset ja koko

Pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi koskee kiinteistöä 837-301-930-2.

Kiinteistö rajautuu pohjoisessa Näsijärven rannassa olevaan puistoalueeseen, idässä Valmetinkatuun, etelässä Nuolialantiehen ja idässä Pirkkalan kunnan rajaan. Rajalla virtaa Härmälänoja. Tehdasalueen luoteisosasta pieni alue on Pirkkalan kunnan puolella. Pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi ei koske kyseistä Pirkkalan kunnan puolella olevaa aluetta. Alueen raja on esitetty piirustuksessa 82128684-02.

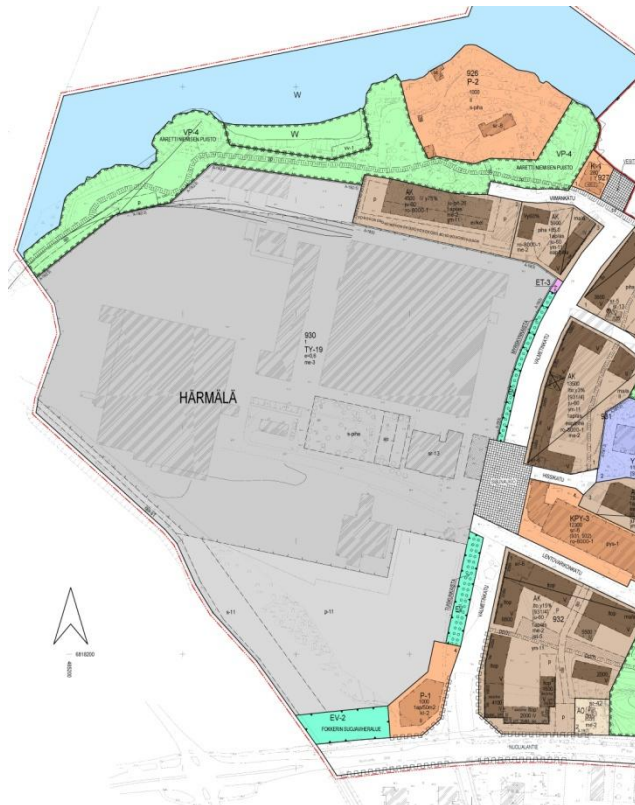
Tarkastelualueen koko on noin 14 hehtaaria

2.3. Omistus ja kaavatilanne

Kiinteistön omistaa Skanska Talonrakennus Oy ja kiinteistöllä on vuokralla Cargotec Finland Oy 31.10.2013 saakka

Nykyisin alue on kaavoitettu teollisuuskäyttöön, kaavamerkintä on T_T. Alueelle ollaan käynnistämässä kaavamuutos. Kaavamuutoksella alue muutettaisiin asuinkäyttöön.

Osa teollisuusalueesta on kaavoitettu asuinkäyttöön jo vuonna 2006. Arviointikohteen nykyinen kaavatilanne on esitetty kuvassa 1 (harmaa alue).



Kuva 1. Nykyinen kaavatilanne. Suunnittelualue esitetty kartassa harmaalla värillä.

2.4. Toimintahistoria

Tutkimusalue on teollisuusaluetta. Alueella on ollut teollista toimintaa vuodesta 1936 lähtien, jolloin alueelle perustettiin lentokonetehdas. Kohteessa on myöhemmin toiminut monipuolista konepaja- ja kokoonpanoteollisuutta. Teollisten toimintojen yhteydessä kohteessa on käsitelty öljyjä, metallien puhdistuskemikaaleja, metallien pinnoituskemikaaleja ja maaleja sekä metallin työstämisessä käytettäviä kemikaaleja. Kohteessa on myös ollut polttoaineiden varastointia ja jakelua sekä lämmityspolttoöljyn varastointia. Maaperän pilaantumisen kannalta tiedossa olleiden alkuperäisten riskikohteiden sijainnit on esitetty piirustuksessa 82128684-02.

Alueelta on purettu vanha hissitehdas ja vanha asemarakennus, joiden purkujätteitä on hyödynnetty alueella maarakentamisessa. Alueen itäpuolen asuinalueeksi jo aiemmin kaavoitetulta vanhalta teollisuusalueelta purettujen rakennusten betoni, tiiltä ja alueen asfalttia on myös hyödynnetty alueen maarakentamisessa katu- ja paikoitusalueella. Hyödynnettyjen jätteiden sijainnit ja määrät on esitetty piirustuksessa 82128684-02.

2.5. Nykyinen maankäyttö ja rakenteet

Kohde on nykyisin teollisuuskäytössä. Alueella on 4 teollisuusrakennusta (numerot 1, 3, 18 ja 99), 1 toimistorakennus (27), 1 suojeltu toimistorakennus (26) ja ruokala (28) sekä suojeltu puistoalue. Alueen eteläosa on pysäköintialueena.

2.6. Naapurusto

Alueen naapurustossa on asuinuetta.

2.7. Pohjasuhteet

Alueen maanpinta on peruskartan perusteella keskimäärin tasolla +80 (N60) laskien pääsääntöisesti etelästä pohjoiseen kohti Pyhäjärveä. Alue on lähes kokonaan pinnoitettu. Alueen eteläosassa olevalla sorapintaisella paikoitusalueella pinnantasaus laskee etelään kohti Härmälänjojaa.

Pinnoitetuilla alueilla sorasta tai murskeesta tehdyt rakennekerrokset ovat noin 1 metrin paksuiset. Alueen eteläosassa olevalla paikoitusalueella ja muilla piirustuksessa 82128684-02 esitetyillä alueilla (alueet M ja P) on rakennekerroksissa käytetty betonia, tiiltä ja asfalttia. Lisäksi alueilla O ja N on käytetty vanhojen hissitehtaan ja asemarakennuksen purettua betonia ja tiiltä. Hyödyntäminen on tehty ympäristöluvan PIR-2006-Y-158-111 mukaisesti.

Rakennekerrosten alapuolella on varsinkin alueen eteläosassa täyttösäveä, minkä alapuolella on mahdollisen luonnollisen savikerroksen lisäksi moreenia ennen peruskalliota. Kallionpinta on vuonna 2010 tehdyissä tutkimuksissa havaittu ylimmillään 6,1 metriä maanpinnasta kairauspisteessä KP1 ja syvimmillään 10,0 metriä maanpinnasta pohjavesiputki PVP-1:n kohdalla.

2.8. Pinta- ja pohjavedet

Lähin pintavesi on Pyhäjärvi, jonka rannassa tehdasalue sijaitsee. Alueella on sadevesiviemäreitä, jotka laskevat suoraan Pyhäjärveen tai Härmälänjojaan, joka laskee Pyhäjärveen alueen länsireunassa.

Härmälänjojan uoma on noin viiden metrin levyinen ja sitä reunustaa suojakaistat. Tehdasalueen luoteispuolella Härmälänjoja virtaa putkessa. Härmälänjojan vedenlaatua on tutkittu Tampereen kaupungin toimesta vuosina 1990...2003. Tutkimusten perusteella veden pH on melko neutraali. Veden sameus ja kiintoainepitoisuus vaihtelee Härmälänjojassa suuresti eri vuosina ja eri vuodenaikoina. Ojassa fosforikuormitus on kohtalaista ja vedessä on vahva humusleima. Veden hygieeninen laatu on hyvä. (lähde: Veera Miettinen. Kantakaupungin pienvesien suojelutarve. Tampereen kaupungin ympäristövalvonnan julkaisuja 1/2003.)

Kohde ei sijaitse luokitellulla pohjavesialueella. Lähin luokiteltu pohjavesialue on Pyhäjärven vastarannalla noin 3,5 km etäisyydellä sijaitseva Epilänharju-Villilä I-luokan pohjavesialue 0483702. Vuoden 2010 tutkimuksissa alueelle asennettiin yksi pohjavesiputki PVP-1, jossa vedenpinnaksi havaittiin asennettaessa -3,72 m maanpinnasta (-4,57 putken päästä) ja näytteenoton yhteydessä -3,66 m mp (-4,51 m pp). Pohjavettä havaittiin myös kairauspisteissä KP2 -6,5 m mp ja KP16 -2,0 m mp sekä täytönsisäistä vettä koekuopissa KK5 -2,2 m mp, KK6 -2,0 m mp ja KK10 -2,0 m mp. Koska alueen maanpinta on melko tasainen ja maanpinnan taso on koko alueella noin +80, voidaan päätellä että alueen pohjoisosassa (PVP-1) maaveden pinta on noin tasolla +75,5; alueen keskiosassa (KP2) noin tasolla +73,5 ja eteläosassa (KP16, KK5...6, KK10) noin tasolla +78. Tehtyjen havaintojen perusteella maaveden gradientti on ilmeisesti pohjoista eli Pyhäjärveä kohti.

2.9. Luonnonympäristö ja luonnonsuojelualueet

Alueella tai sen lähiympäristössä ei sijaitse luonnonsuojelualueita.

Teollisuusalueelle on laadittu eliöstö- ja biotooppiselvitys vuonna 2005. Selvityksessä on todettu Härmälänjojan todennäköisesti toimivan ekologisena yhteytenä Pyhäjärven ja Vähäjärven välillä luonnon alueista muutoin melko eristyksiin jääneellä teollisuus- ja asuinalueella. Härmälänjojan on todettu olevan sopiva elinympäristö hyönteisille. (lähde: Kari Korte. Härmälän Kalmarin asemakaava-alueen eliöstö- ja biotooppiselvitys. Tampereen kaupungin yhdyskuntapalvelut – selvitys- ja arviointiryhmä marraskuu 2005). Selvityksessä mainitaan mm, että "Teollisuus- ja asuinalueen keskelle melko eristyksiin jääneen selvitysalueella ei ole kovin merkittävää eläinlajistollista merkitystä. Maankäytön kannalta huomion arvoisimmat asiat eivät ole niinkään tiedossa olevassa harvinaisessa lajistossa vaan alueen kulttuurihistoriassa."

3. TEHDYT TUTKIMUKSET

Alueella on aiemmin tehty maaperän haitta-ainetutkimuksia ja maaperän kunnostuksia, jotka on kuvattu seuraavissa raporteissa:

- Golder Associates Oy, tutkimusraportti 3363, 14.4.2003
- Golder Associates Oy, tutkimusraportti 3452, 16.6.2003
- Golder Associates Oy, tutkimusraportti 3455, 28.7.2003
- Golder Associates Oy, tutkimusraportti 3453, 30.9.2003
- Golder Associates Oy, tutkimusraportti 3551, 7.10.2003
- Insinööritoimisto Paavo Ristola Oy, kunnostusraportti 16999, 2004
- Ramboll Finland Oy, kunnostusraportti 82106825, 22.4.2005
- Ramboll Finland Oy, tutkimusraportti 82111206, 19.12.2005
- Ramboll Finland Oy, tutkimusraportti 82128684, 2.7.2010

Tutkimuksissa on selvitetty alueen ja sen lähiympäristön maaperän, pohjaveden, huleveden ja sedimentin pilaantuneisuutta. Maaperää on tutkittu kairauksin ja koekuoppatutkimuksin.

Tutkimuksissa on todettu alueen maaperän paikoin pilaantuneen raskasmetalleilla, öljyhiilivedyillä, PAH-yhdisteillä, ja PCB-yhdisteillä.

4. TULOKSET JA NIIDEN TULKINTA

4.1. Maaperä

Asetuksen VNa 214/2007 mukaan kohteen maaperän pilaantuneisuuden arvioinnissa hyväksyttävänä haitta-ainepitoisuuden tasona on lähtökohtaisesti alemmat ohjearvot, sillä kohde tulee olemaan asuinkäytössä kaavam muutoksen myötä.

Alueen maaperä on paikoitellen pilaantunut öljyhiilivedyillä (C₁₀-C₄₀), metalleilla, PAH- ja PCB-yhdisteillä tai sekapilaantunut näiden yhdistelmillä. Lisäksi maaperässä on todettu dikloorimetania yli kynnsarvotason sekä kohonnut (kynnsarvon ylittävä) tolueenin, etyylibentseenin ja ksyleenin summapitoisuus.

Kohteen pilaantuneisuuden arviointi on jaettu alueisiin kohteen laajuudesta johtuen. Erillisiä pilaantuneita alueita on 12 kappaletta (alueet A...L). Alueet on esitetty tutkimuspiirustuksessa 82128684-02. Alueiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 9 600 m², mikä on noin 7 % alueen kokonaispinta-alasta (140 000 m²). Pilaantunutta maata arvioidaan olevan alueilla A...K yhteensä 17 600 m³itd (27 700 t, noin 690 kasettikuormaa), minkä lisäksi alueella L arvioidaan olevan 9 700 m³itd (15 100 t, n. 380 kuormaa) pilaantunutta maa-ainesta ja jätettä, jota ei voida erottaa maamassasta.

Pilaantuneiden alueiden lisäksi kohteen maaperässä on ympäristöluvan mukaisesti sijoitettua betoni-, tiili- ja asfalttijätettä (alueet M...P) yhteensä noin 22 000 m² alueella, mikä on noin 16 % alueen kokonaispinta-alasta. Betonijätettä on sijoitettu alueelle yhteensä 11 530 t, tiilijätettä 3 110 t ja asfalttijätettä 1 828 t.

Alueelle Q on lisäksi sijoitettu lattian tukipilareiksi 10 kpl á 200 l tynnyreitä, jotka sisältävät betoniksi kiinteytettyä jätettä. Tampereen kaupungin ympäristönsuojelutoimisto on päätöksellään 24.10.1989 hyväksynyt tynnyreiden sijoittamisen.

Alueella teetettyjen maaperäanalyysien tulokset on koottu yhteenvetotaulukkoon liitteeseen 1 ja laboratorioanalyysien tutkimustodistukset ovat liitteenä 2. Näytepisteiden sijainnit on esitetty piirustuksessa 82128684-02.

4.2. Haitta-aineiden liukeneminen maaperästä ja jätteestä

Vuonna 2010 alueen maaperän haitta-aineiden liukoisuuksia on tutkittu kaatopaikkakelpoisuustestauksen yhteydessä. Alueen maaperästä on todettu 2-vaiheisessa ravistelutestissä liukenevan (pH 7,8 – 11,5) pysyvän jätteen rajat ylittäviä pitoisuuksia antimoniamia, kuparia ja molybdeeniä. Lisäksi maa-aineksesta on todettu liukenevan pieniä määriä (pitoisuudet alittavat pysyvän jätteen rajat) arseeniamia, bariumiamia, kadmiumiamia, kromiamia, nikkeliä, seleeniä, sinkkiä ja vanadiiniamia. Elohopean ja lyijyn liuenneet pitoisuudet jäivät alle määritysrajojen.

Liukoisuustulosten perusteella voidaan olettaa, että maaperästä liukenee alueen pohjaveteen vähäisiä määriä antimoniamia, kuparia ja molybdeeniä. Liukoisuustestien tulokset on esitetty koottuna liitteessä 1.2 ja tutkimustodistukset liitteessä 2.

4.3. Pohjavesi

Kaivossa 1 havaittiin vuonna 2010 öljyhiilivetyjä 0,35 mg/l. Keskitisleitä oli tästä 0,11 mg/l. Kaivon 1 vedessä todettiin metallipitoisuuksia seuraavasti: arseeni 58 µg/l, barium 170 µg/l, kromi 160 µg/l, kupari 95 µg/l, molybdeeni 61 µg/l, lyijy 61 µg/l, antimoni 15 µg/l, vanadiini 48 µg/l, sinkki 320 µg/l. Kaivossa 1 ei havaittu haihtuvia orgaanisia yhdisteitä.

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä havaittiin pohjavesiputkessa PVP-1 vuonna 2010 yhteensä 15,2 µg/l (cis-1,2-dikloorieteeni 12 µg/l ja trikloorieteeni 3,2 µg/l). Samalla näytteenotokerralla havaittiin pohjavedessä metalleja seuraavasti: arseeni 43 µg/l, barium 1 500 µg/l, kadmium 1,4 µg/l, kromi 630 µg/l, kupari 320 µg/l, molybdeeni 24 µg/l, nikkeli 250 µg/l, lyijy 75 µg/l, vanadiini 660 µg/l, sinkki 740 µg/l. Pohjavedessä ei havaittu öljyhiilivetyjä.

Pohjaveden tarkkailukaivossa paikoitusalueen eteläosassa, havaittiin vuonna 2008 raskaita öljyhiilivetyjakeita 0,14 mg/l, PAH-yhdisteitä yhteensä 1,55 µg/l, arseeniamia 4,7 µg/l, bariumiamia 300 µg/l ja kuparia 50 µg/l. Vuonna 2010 tarkkailukaivossa havaittiin PAH-yhdisteistä määritysrajan ylittävä pitoisuus ainoastaan naftaleenia (0,016 µg/l). Tarkkailukaivon pohjavedessä on havaittu vuonna 2010 pieniä määriä sinkkiä (16 µg/l) ja bariumiamia (20 µg/l) ja öljyhiilivetyjä (0,061 µg/l).

Alueella teetettyjen pohjavesianalyysien tulokset on koottu yhteenvetotaulukkoon liitteeseen 1.

4.4. Hulevedet

Alueen länsipuolella on tarkkailukaivo (kaivo 2), josta on tarkkailtu vuonna 2010 alueelta Härmälänojaan laskevien hulevesien laatua. Hulevesissä on todettu määritysrajan ylittävä pitoisuus cis-1,2-dikloorieteeniä (1,4 µg/l) sekä bariumiamia (82 µg/l) ja sinkkiä (46 µg/l). Muiden tutkittujen orgaanisten yhdisteiden (öljyt, klooratut hiilivedyt, aromaattiset hiilivedyt ja oksygenaattit) ja raskasmetallien pitoisuudet vedessä alittavat määritysrajat.

Huleveden todettuja haitta-ainepitoisuuksia pidetään pieninä.

Alueella teetettyjen pintavesianalyysien tulokset on koottu yhteenvetotaulukkoon liitteeseen 1.

4.5. Sedimentti

Pyhjärven sedimentin laatua on tutkittu tehdasalueen pohjoispuolella vuonna 2005. Tutkimusalueella on sedimenttiä noin 0,05...0,15 m paksu kerros. Veden syvyys tutkimusalueella vaihteli välillä 1,4... 3,85 m.

Näytteitä otettiin yhteensä 7 pisteestä. Näytteet otettiin veneestä käsin Van Veen pohjaeliönäytteenottimella, koska Limnos sedimenttinäytteenottimella ei saatu näytettä. Näytteet lähetettiin laboratorioon, jossa niistä analysoitiin kokonaishiilivetypitoisuus THC (C₆- C₃₅) jakeittain, polyaromaattiset hiilivedyt (PAH), polyklooratut hiilivedyt (PCB), epäorgaaniset haitta-aineet ja orgaanisen aineksen määrä.

Pohjasedimentti sisälsi hieman hiekkaa ja arviolta noin 5 % saviainesta. Suurin osa näytteestä oli liejua. Kaikista näytteistä mitattiin hehkutushäviö (31,9 – 78,5 %), joka kuvaa orgaanisen aineksen osuutta sedimentissä. Kaikissa näytteissä havaittiin haitta-aineita. Kokonaishiilivetypitoisuus vaihteli välillä 100 ja 2 100 mg/kg, PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli 0,05...3,83 mg/kg, PCB-yhdisteiden kokonaispitoisuus oli 0,016 – 1,8 mg/kg. Näytteet sisälsivät myös raskasmetalleja. Öljyhiilivedyt sisälsivät kevyitä ja raskaita jakeita.

Sedimenttien pilaantumisen arviointiin ei ole olemassa normeja tai ohjearvoja. Sedimenttien ruoppaamiseen ja läjittämiseen ohjearvoja on annettu mm. Ympäristöministeriön vuonna 2004 julkaisemassa Ympäristöoppaassa nro 117. Oppaassa on esitetty haitallisten aineiden ohjeelliset laatuksiteerit mereen tapahtuvalle ruoppausmassojen läjittämiseksi. Paikalliset olosuhteet joudutaan aina huomioimaan ratkaisuja mietittäessä. Arviointia varten esitetään kaksi haitta-ainetasoa: alempi taso (taso 1) ja ylempi taso (taso 2).

Laatukriteerien perusteella ruoppausmassan läjityskelpoisuus luokitellaan kolmeen eri kategoriaan:

- Haitaton ruoppausmassa eli haitta-ainepitoisuuksiltaan alemman tason (taso1) allittava ruoppausmassa, josta aiheutuvia haittoja voidaan yleisesti pitää kemiallisen laadun puolesta meriympäristölle merkityksettöminä. Ruoppausmassa on mereen läjityskelpoista
- Mahdollisesti pilaantunut ruoppausmassa, jonka haitta-ainepitoisuudet asettuvat tasojen 1 ja 2 väliin (ns. "harmaalle alueelle"). Mahdollisesti pilaantuneen sedimentin läjityskelpoisuus on arvioitava tapauskohtaisesti.
- Pilaantunut ruoppausmassa eli haitta-ainepitoisuuksiltaan ylempään tason (taso 2) ylittävä ruoppausmassa, jota pidetään haitallisuuden takia pääsääntöisesti mereen läjityskelvottomana (voidaan sijoittaa mereen, jos maalle sijoittamisen vaihtoehto on ympäristön kannalta huonompi ratkaisu)

Sedimentin normalisoidut haitta-ainepitoisuudet rannan välittömässä läheisyydessä, rantaviivasta noin 20 metrin etäisyydellä ja noin 2 800 m²:n alueella, olivat alle tason 1. Haitta-ainepitoisuudet olivat suurimmillaan pisteissä KS5 – KS7, jossa ylittiin taso 1 osassa PCB-yhdisteiden pitoisuuksia, osassa PAH-yhdisteiden pitoisuuksia ja öljyhiilivetyjen pitoisuuksia. Raskasmetallien kadmiumin ja nikkelin osalta ylittyi taso 2.

Suurin osa haitta-ainepitoisuuksista on Pyhjärvelle tyypillisellä tasolla. Alueen käytölle ei asetettu sedimentin haitta-ainepitoisuuksien perusteella rajoituksia. Suurimmat havaitut haitta-ainepitoisuudet ovat syvemmällä noin 50 – 100 metrin etäisyydellä rantaviivasta.

Sedimenttinäytepisteiden sijainnit on esitetty piirustuksessa 82128684-02. Sedimentissä havaitujen haitta-aineiden pitoisuudet sekä normalisoidut tulokset on esitetty liitteessä 3.

5. RISKINARVIO

5.1. Riskinarvioinnin tavoitteet, lähtökohdat ja rajaukset

Kohdekohtaisen riskinarvioinnin tavoitteena on määrittää kohteen maaperän ja pohjaveden puhdistustarvetta riskiperusteisesti. Kohdekohtainen puhdistustarpeen arviointi tulee tehdä, mikäli jonkin haitta-aineen osalta maaperälle asetetut kynnyksarvot ylittyvät. Kohteen maaperässä kynnyksarvot ylittyvät seuraavien haitta-aineiden osalta:

- metallien (arseeni, elohopea, kadmium, kromi, kupari, lyijy, nikkeli, sinkki),
- öljyhiilivetyjen (C₁₀...C₄₀),
- TEX-yhdisteiden (tolueeni, etyylibentseeni, ksyleeni),
- dikloorimetaanin
- PAH-yhdisteiden (antraseeni, bentso(a)pyreeni, fenantreeni, fluoranteeni, naf-taleeni) ja
- PCB-yhdisteiden osalta.

Härmälänrannan kohdekohtainen riskinarviointi tehdään osin kvalitatiivisena (laadullinen) ja osin kvantitatiivisena (määrällinen) tarkennettuna arviointina VNa 214/2007 mukaisesti.

Riskinarvioinnin kohteena on itse kaavamuutosalue sekä sen välittömässä läheisyydessä oleva ympäristö. Riskinarvioinnissa huomioidaan kaikkien alueella tehtyjen, tiedossa olevien tutkimusten tulokset. Riskinarvioinnissa keskitytään kulkeutumISRiskeihin sekä terveys- ja ympäristöriskeihin sekä ekologiin riskeihin. Tarkastelussa huomioidaan haitta-aineiden ominaisuudet, kulkeutumisreitit sekä haitta-aineille mahdollisesti altistuvat kohderyhmät.

Kohdekohtaisella riskinarvioinnilla määritetään kohdekohtaiset maaperän kunnostustavoitteet huomioiden tuleva maankäyttö (asuinalue) alueella. Kohteen maaperän puhdistustarpeen ja kunnostustavoitteiden määrittämisen lisäksi riskinarvioinnilla arvioidaan kaivettujen maa-ainesten hyötykäyttökelpoisuutta kohteessa, sekä pitoisuusrajat hyötykäytölle.

Kohteen kaavoitus asuinkäyttöön on tätä riskinarviointia laadittaessa vasta aloitettu, eikä alueelle sijoitettavista toiminnoista tai niiden sijainneista ole tarkkaa tietoa. Kunnostustarpeen selvittämiseksi kaikille kriittisille haitta-aineille on määritetty kunnostustavoitteet huomioiden mahdolliset eri maankäyttömuodot tarkastelualueella. Tarkastellut maankäyttömuodot alueen sisällä ovat seuraavat:

- asuinrakennus tai siihen rinnastettava rakennus (VE 1)
- asuinrakennuksen piha-alue (VE 2)
- leikkipaikka tai leikkipuisto (VE 3)
- puistoalue (VE 4)
- katu tai parkkialue (VE 5)
- maa-aineksen ja jätteen hyötykäyttöalue (VE 6)

Eri toimintoja tulee tarkastella eri lähtökohdista. Esimerkiksi rakennusten alle voidaan lähes riskittömästi jättää suuriakin metallipitoisuuksia, sillä altistumismahdollisuutta ei käytännössä ole, mutta leikkipaikoilla lasten altistuminen pintamaan haitta-aineille voi olla erittäin merkittävää, jolloin metallien sallittu enimmäispitoisuus on huomattavasti alhaisempi. Toisaalta rakennusten alapuolisesta maaperästä haihtuvien yhdisteiden kulkeutuminen voi olla merkittävää, kun taas katualueella merkittävää haihtumista hengitysilmään ei samoissa pitoisuuksissa välttämättä tapahdu.

Tarkennettu riskinarviointi ja tavoitepitoisuuksien määrittely rajataan koskemaan kohteen tulevaa käyttöä. Nykytilanteen ja rakentamisen aikaisia kulkeutumis- ja terveysriskejä ei tarkastella tässä arvioinnissa.

5.2. Ohjearvojen soveltuvuus arviointiin

VNa 214/2007 mukaiset alemmat ohjearvot eivät sovellu suoraan käytettäväksi maaperän ja pohjaveden puhdistustarpeen arviointiin, sillä alueen maaperässä on todettu kynnysarvon ylittäviä haihtuvien yhdisteiden pitoisuuksia ja alue tullaan tulevaisuudessa muuttamaan asuinkäyttöön. Alueelle saattaa tulla myös muita herkkiä kohteita, kuten leikkipaikkoja, mutta toisaalta osa alueesta jää katu- sekä paikoitusalueeksi. Haihtuvien yhdisteiden riskit asuinkäytölle alueella on arvioitava tarkennetulla riskinarvioinnilla.

5.3. Kriittiset haitta-aineet

Kriittisiksi haitta-aineiksi valitaan kaikki sellaiset haitta-aineet, joita esiintyy VNa 214/2007 mukaiset kynnysarvot ylittävänä pitoisuuksia kohteen maaperässä. Em. kriteerien perusteella kriittisiksi haitta-aineiksi on valittu:

- antimoni
- arseeni
- elohopea
- kadmium
- koboltti
- kupari
- kromi
- lyijy
- nikkeli
- sinkki
- öljyhiilivedyt (keskitisleet ja raskaat jakeet, C10-C40)
- antraseeni
- bentso(a)pyreeni
- fenantreeni
- fluoranteeni
- naftaleeni
- PCB-yhdisteet
- dikloorimetaani (metyylikloridi)
- tolueeni
- ksyleenit

Kriittisiksi haitta-aineiksi on valittu myös yhdisteet, joita esiintyy maaperässä haitta-aineen ominaisuuksiin (mm. haihtuvuus, kulkeutuvuus, myrkyllisyys) nähden merkittäviä pitoisuuksia ja joille ei ole määritetty VNa 214/2007 mukaisia kynnys- ja ohjearvoja. Em. kriteerien perusteella kriittisiksi haitta-aineiksi on valittu:

- asenafteeni
- fluoreeni
- pyreeni
- trimetyylibentseeni
- butyylibentseeni
- propyylibentseeni
- propyylitolueeni
- dikloorifluorimetaani

Kriittisten haitta-aineiden ominaisuuksia on kuvattu liitteessä 4.

5.4. Kulkeutumisriskit

5.4.1. Arvioinnin lähtökohdat

Kulkeutumisriskien arvioinnissa on otettu huomioon haitta-aineiden sijainti (pinta-/pohjamaa/pohjavesi), haitta-aineiden ominaisuudet ja haitta-aineita kuljettavat väliaineet (vesi, huokosilma, pöly). Kaikki mahdolliset kulkeutumisreitit on käsitelty, vaikkei kulkeutumista pidetäisikään merkittävänä. Haitta-aineiden kulkeutumista on kuvattu käsitteellisessä mallissa liitteessä 5.

5.4.2. Kulkeutuminen pohjaveteen

Alueen pohjavesi on noin 3,5 m syvyydellä maan pinnasta. Tutkimukset on ulotettu syvimmillään 12 metrin syvyyteen maanpinnasta ja haitta-aineita on todettu syvimmillään 6 metrin syvyydellä maan pinnasta. Tutkimusten perusteella pohjaveteen on maaperästä kulkeutunut ainakin arseenia, kadmiumia, kromia, kuparia, lyijyä, nikkeliä, sinkkiä, öljyhiilivetyjä, bentseeniä, tolueenia, etyylibentseeniä, ksyleeniä, propyylibentseeniä, trimetyyllibentseeniä, butyylibentseeniä, isopropyylitolueenia, TAME:a ja naftaleenia.

Koska haitta-aineita on veden kyllästävässä kerroksessa, kulkeutuu niitä myös pohjaveteen. Pohjaveteen arvioidaan maa-aineksesta ja jätteestä kulkeutuneen ja kulkeutuvan edelleen ainakin metalleja, öljyhiilivetyjä, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja naftaleenia. PAH-yhdisteet ovat naftaleenia lukuun ottamatta melko huonosti kulkeutuvia, eikä niiden kulkeutumista pidetä merkittävänä. Teollisen toiminnan loputtua haitta-aineiden määrä maaperässä ei tule enää nykyisestä kasvamaan ja hiilivety-yhdisteiden pitoisuudet tulevat luontaisen hajoamisen kautta pitkän ajan kuluessa pienenemään.

5.4.3. Kulkeutuminen pintavesiin

Kohteen maaperästä ja pohjavedestä on todettu kulkeutuneen haitta-aineita pintavesiin. Härmälänjoissa tai alueella kulkeneissa ojissa (nykyisin täytetty, mutta sijainnit esitetty piirustuksessa 82128684-02) on todettu kohonneita pitoisuuksia öljyhiilivetyjä, dikloorieteeneitä, MTBE:ta, trimetyyllibentseeniä ja butyylibentseeniä. Lisäksi tehdasalueen edustalla sedimentissä on todettu kohonneita pitoisuuksia PCB-yhdisteitä, PAH-yhdisteitä (naftaleeni, fenantreeni, antraseeni, pyreeni), öljyhiilivetyjä sekä kadmiumia ja nikkeliä. Aikaisemmin haitta-aineiden kulkeutumista pintavesiin ja sedimenttiin on voinut tapahtua pintavalunnan ja pohjavedestä suotautumisen lisäksi myös laajemmalla alueella jätevesien mukana.

Rakentamisen jälkeen alueelta ei katsota kulkeutuvan haitta-aineita pintavesiin pintavaluntana. Alue tulee olemaan tiiviisti rakennettua ja lisäksi todennäköisesti suurelta osin päällystettyä. Maaperästä ja pohjavedestä ei katsota rakentamisen jälkeen kulkeutuvan haitta-aineita pintavesiin ja sedimenttiin merkittävästi. Teollisen toiminnan loputtua haitta-aineiden määrä maaperässä ei tule enää nykyisestä kasvamaan.

5.4.4. Kulkeutuminen ulkoilmaan

Mikäli alueen päällystämättömään pintamaahan jää haitta-aineita, voi niitä kulkeutua ulkoilmaan maan pölyämisen kautta. Lopputilanteessa alue on kuitenkin rakennettua, päällystettyä tai nurmetettua, minkä vuoksi pintamaan pölyämistä ei katsota merkittävässä määrin tapahtuvan.

Haitta-aineita voi lopputilanteessa haihtua ulkoilmaan, mikäli maaleikkauksin paljastetaan maa-ainesta joka sisältää helposti haihtuvia yhdisteitä. Kohteen maaperässä on haihtuvista yhdisteistä todettu merkittäviä pitoisuuksia naftaleenia (suurin pitoisuus 6,6 mg/kg syvyydellä 3,5-4,5 m) ja trimetyyllibentseeniä (suurin pitoisuus 4,9 mg/kg, syvyydellä 2-3,6 m). Kohteen maaperässä todettujen haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet ovat olleet niin pieniä, ettei niiden katsota merkittävässä määrin kulkeutuvan ulkoilmaan. Myös pohjavedessä todettujen haihtuvien haitta-aineiden pitoisuudet ovat niin pieniä, ettei niiden katsota merkittävässä määrin kulkeutuvan ulkoilmaan.

5.4.5. Kulkeutuminen sisäilmaan

Helposti haihtuvia yhdisteitä (öljyhiilivetyjen herkästi haihtuvat jakeet, tolueneeni, ksyleenit, naftaleeni, trimetyyliibentseeni, butyylibentseeni, propyylibentseeni, 4-isopropyyliitolueeni, dikloorifluorometaani) saattaa kulkeutua alueen pohjamaasta ja pohjavedestä rakennusten sisäilmaan. Sisäilmariski edellyttää kohteessa kunnostustoimenpiteitä rakennusten alapuolelle jäävillä alueilla. Riittävä kunnostustaso arvioidaan terveysriskiperusteisesti. Haitta-aineiden kulkeutumista rakennusten sisäilmaan on arvioitu laskennallisesti liitteessä 6.

Yhdisteet, jotka eivät ole haihtuvia (metallit ja useimmat PAH-yhdisteet) eivät kulkeudu rakennusten sisäilmaan.

5.4.6. Kulkeutuminen kasveihin

Alueella kasvaviin kasveihin voi kulkeutua haitta-aineita lehtien kautta pölynä, tai juurten kautta maaperästä. Haitta-aineiden kulkeutuminen kasveihin saattaa aiheuttaa rajoituksia alueelle istutettaville kasveille. Alueelle soveltuvaa kasvillisuutta arvioidaan terveysriskien ja ekologisten riskien perusteella. Kasveihin kulkeutumisen kannalta merkittävin on pintamaakerrokset n. 1 m syvyyteen asti (ns. biologisesti aktiivinen kerros), jossa tapahtuu merkittävin osa biologisesta aktiivisuudesta (esim. pensaiden, pohja- ja kenttäkerroksen kasvien juuret ja suurin osa puiden juurista sijaitsee tässä kerroksessa). Maaperäeliöiden ja maahan kaivautuvien eliöiden toiminta ulottuu myös tähän kerrokseen. Pölyn välityksellä kasveihin kulkeutuu haitta-aineita ainoastaan pölyävän pintamaan kautta.

Kasveihin herkästi kulkeutuvia haitta-aineita ovat pääasiassa orgaaniset yhdisteet. Kertyviksi oktanoli-vesi-jakautumiskertoimen (K_{ow}) perusteella katsotaan kohteessa esiintyvistä haitta-aineista seuraavat: öljyhiilivedyt, antraseeni, asenafteneeni, bentso(a)pyreeni, fenantreeni, fluoranteeni, fluoreeni, naftaleeni, pyreeni, PCB-yhdisteet, trimetyyliibentseeni, butyylibentseeni, propyylibentseeni ja 4-isopropyyliitolueeni. Metalleista ainakin lyijyä voi kulkeutua juurien välityksellä kasveihin. Kasvien juurien valikoiva solukko estää tehokkaasti haitta-aineiden kertymistä kasveihin, esim. raskasmetallit kuten kadmium, sinkki ja kupari pääsevät siksi juuriston kautta heikosti kasveihin. Kuoleviin kasveihin haitta-aineita voi kuitenkin kulkeutua, kun solukon läpäisevyys kasvaa.

5.4.7. Kulkeutuminen vesijohtoveteen

Haitta-aineiden kulkeutuminen maaperästä/ pohjavedestä vesijohtoveteen putkimateriaalin läpi on mahdollista. Kulkeutuminen voi olla merkittävää, mikäli vesijohto kulkee voimakkaasti pilaantuneessa maaperässä tai pohjavedessä. Alueen vesijohdot tulevat todennäköisesti ainakin osittain kulkemaan pohjavedenpinnan alapuolella. Vesijohtoveteen voivat kulkeutua pääasiassa maaperän ja pohjaveden sisältämät orgaaniset haitta-aineet, sillä metallit eivät kulkeudu putkimateriaalin läpi. Vesijohtoveteen kulkeutumista vähentää paine vesijohdossa. Vesijohdon materiaali vaikuttaa kulkeutumiseen. Muoviputkessa kulkeutumisriski on suurempi, kuin metalliputkessa tai muussa diffuusiotiiviissä materiaalissa.

Haitta-aineiden mahdollinen kulkeutuminen juomaveteen aiheuttaa vesijohtojen ympärille kunnostustarpeen.

5.4.8. Kulkeutuminen maansiirtotöiden yhteydessä

Haitta-aineiden kulkeutuminen pohjamaasta pintamaahan on mahdollista, aina kun kohteessa tehdään maansiirtotöitä, kuten putkilinjojen korjauksia ja istutuksia.

Haitallisten aineiden (heikosti haihtuvien) jättäminen rakennusten alapuoliseen maaperään ei aiheuta kulkeutumisriskejä maansiirtotöiden yhteydessä, sillä rakennukset tulevat todennäköisesti olemaan paikallaan useita vuosikymmeniä.

5.5. Terveysriskit

5.5.1. Arvioinnin lähtökohdat

Terveysriskejä arvioidaan eri altistusreittien kautta. Altistusta arvioidaan rakentamisen jälkeisessä tilanteessa ja eri toiminnoille (esitetty kappaleessa 5.1). Kunnostustarve arvioidaan laskennallisesti suurimpien todettujen pitoisuuksien perusteella. Riittävä kunnostustaso arvioidaan kaikille kriittisille haitta-aineille laskennallisesti.

5.5.2. Ruuansulatuksen kautta altistuminen

Lopputilanteessa pintamaan (1 metri tulevasta maan pinnan tasosta) haitta-aineille altistuminen ruuansulatuksen kautta voi olla merkittävää, sillä alue tulee olemaan asuinkäytössä. Lisäksi alueelle saattaa tulla leikkikenttiä/-paikkoja, jolloin altistuminen voi olla erittäin merkittävää. Alueella erityisesti lasten altistuminen maansyönnin kautta maaperän haitta-aineille voi olla merkittävää. Pintamaan päällä on todennäköisesti suurimmalta osin asfaltti, kiveys, multa ja nurmetus tai kivituhka, mikä vähentää mahdollisuuksia altistukselle.

Haitta-aineille altistumista voi alueella tapahtua myös kasvien syönnin kautta, mikäli alueen maaperään istutetaan ravintokasveja. Ravintokasvien kautta tapahtuvan mahdollisen altistumisen vuoksi pilaantuneiden tai pilaantuneeksi jäävien (pitoisuudet yli alempien ohjearvojen) alueiden maaperään ei saa istuttaa ravintokasveja.

Ruoansulatuksen kautta altistuminen on mahdollista myös vesijohtoveden kautta. Altistuminen voi olla merkittävää, mikäli haitta-aineet kulkeutuvat putkimateriaalin läpi maaperästä juomaveteen.

Kohteen maaperässä terveystarpeita voivat aiheuttaa ruuansulatuksen kautta kaikki kriittiset haitta-aineet (kts. kappale 5.3).

Maansyöntiä pidetään kohteessa merkittävimpänä altistusreitteinä. Terveystarpeet on sen vuoksi laskettu ainoastaan maan syönnille. Laskenta on tehty riskejä yliarvioiden. Maan syönnin aiheuttamien riskien laskennan lähtöarvot ja tulokset on esitetty liitteessä 7.

4-isopropyylitolueenin aiheuttamat terveystarpeet on kirjallisuusselvityksen perusteella todettu niin pieniksi, ettei sen aiheuttamia terveystarpeita arvioida laskennallisesti. 4-isopropyylitolueenia käytetään ruoassa lisäaineena, ja Euroopassa sitä arvioidaan kulkeutuvan ravinnon mukana elimistöön noin 1,1 mg/vrk (lähde: WHO Food Additives Series 54, Safety evaluation of certain food additives. International Programme on Chemical Safety, World Health Organization). Kohteessa on todettu 4-isopropyylitolueenia enimmillään 18,17 mg/kg. Tällöin päivittäistä ruoasta saatavaa määrää vastaava pitoisuus 4-isopropyylitolueenia saataisiin, jos syötäisiin maa-ainesta 60 g päivässä. Lasten tahallinen maansyönti (pica-oireyhtymä) voi kerrallaan olla noin 10 g maata. 4-isopropyylin ei katsota aiheuttavan terveystarpeita kohteessa.

Kohteen maaperän syöpävaarallisista yhdisteistä (asenafteni, bentso(a)pyreeni, fluoranteeni, pyreeni) aiheutuva lisäsyöpäriski on alueella todetuissa pitoisuuksissa enintään 0,02 syöpätapausta 100 000 ihmistä kohden (asuinrakennusten piha-alueet ja leikkipaikat). Hyväksyttävänä lisäsyöpäriskitasona voidaan pitää alle yhtä syöpätapausta 100 000 ihmistä kohden. Näin ollen kohteen maaperässä todetut haitta-ainepitoisuudet eivät aiheuta kunnostustarvetta syöpäriskin perusteella.

Kohteen maaperästä aiheutuu laskennan mukaan myös muita terveysriskejä, kuin syöpää. Terveydelle haitallisina pitoisuuksina kohteen maaperässä esiintyy tutkimusten perusteella seuraavia yhdisteitä:

- kadmium
- lyijy
- PCB-yhdisteet
- öljyhiilivedyt (aromaattiset raskaat jakeet C16-C35)

Lisäksi myös trimetyylibentseeni voi aiheuttaa terveysriskejä kohteessa. Trimetyylibentseenille ei ole määritetty enimmäissääntäriä, minkä vuoksi sen aiheuttamat terveysriskit on arvioitu bentseenin enimmäissääntäriöjen perusteella riskien yliarviointiseksi.

Kadmiumin, lyijyn, PCB-yhdisteiden ja öljyhiilivetyjen esiintyminen kohteen pintamaassa edellyttää kunnostustoimenpiteitä alueella. Kunnostukselle määritetään riskittömät tavoitepitoisuudet laskennallisesti, jotka on esitetty kappaleessa 5.10.

5.5.3. Hengitysilman kautta altistuminen

Sisäilma-altistusta on laskettu liitteessä 6. Laskennan perusteella kohteen maaperästä todetut haihtuvat yhdisteet (tolueeni, ksyleenit, öljy-yhdisteet, trimetyylibentseeni, butyylibentseeni, propyylibentseeni) voivat aiheuttaa terveysriskejä sisäilman hengittämisen kautta, mikäli ne jäävät rakennusten alle.

Suurin osa todetuista haihtuvista yhdisteistä on havaittu alueen etelä- ja kaakkoisreunalla, jonne asuintalorakentamista ei ole suunnitteilla.

Pohjavedessä on pieniä pitoisuuksia öljyhiilivetyjä, bentseeniä, tolueenia, etyylibentseeniä, ksyleeniä, propyylibentseeniä, trimetyylibentseeniä, butyylibentseeniä, 4-isopropyylitolueenia, TAM: a ja naftaleenia. Enimmillään haihtuvia orgaanisia yhdisteitä on todettu kohteen pohjavedessä yhteensä 0,023 mg/l ja öljyhiilivetyjä 0,35 mg/l. Laskennallisessa riskinarvioinnissa huokosvedessä on arvioitu olevan haihtuvia orgaanisia yhdisteitä 68 mg/kg ja öljyhiilivetyjä 21 mg/kg. Pohjavedessä todetut suurimmat haitta-ainepitoisuudet ovat laskennallisiin huokosveden pitoisuuksiin nähden niin pieniä, ettei niiden katsota merkittävästi lisäävän sisäilmariskiä kohteessa.

Terveysriskien vähentämiseksi rakennusten alapuolinen maaperä ja maaperä rakennusten ulkopuolelta, 3 metrin etäisyydeltä rakennusten seinälinjoista, tulee kunnostaa haihtuvista yhdisteistä riskittömälle tasolle. Kunnostuksen tavoitetasoksi määritetään riskittömät pitoisuudet laskennallisesti kaikille todetuille haihtuville yhdisteille.

Haitta-aineiden kulkeutumisesta ulkoilmaan haihtumisen kautta ei pidetä lopputilanteessa merkittävänä, sillä alueen maaperässä ei ole havaittu haihtuvia yhdisteitä sellaisina pitoisuuksina, että ne aiheuttaisivat terveysriskejä. Ulkoilmassa haitta-aineiden laimeneminen on voimakasta, eikä ulkoilman pitoisuuksien sen vuoksi katsota aiheuttavan terveysriskejä kohteessa.

5.5.4. Ihokosketuksen kautta altistuminen

Lopputilanteessa altistuminen pintamaan haitta-aineille ihokosketuksen kautta on mahdollista. Altistusreitillä ei kuitenkaan pidetä merkittävänä, sillä alueen maaperän pintakerrokseen tulee pääosin rakennekerrokset ja pinnoitteet.

Haitta-aineiden pitoisuudet Pyhäjärvässä oletetaan vähäisen kulkeutumisensa ja voimakkaan laimenemisen vuoksi niin pieniksi, että ihoaltistuminen veden kautta esimerkiksi uimassa katsotaan merkityksettömäksi.

5.5.5. Yhteenvedo terveysriskeistä ja kunnostustarve

Maaperän haitta-aineille altistuminen on merkittävintä maansyönnin ja sisäilman hengityksen kautta. Muita mahdollisia altistusreittejä ovat alueella kasvavien ravintokasvien syönti ja pilaantuneessa maassa/pohjavedessä kulkevan vesijohdon veden juonti.

Maansyönnin kautta aiheutuvien terveysriskien vuoksi kohteen maaperä tulee kunnostaa riskittömälle tasolle. Kunnostuksen tavoitetasoksi määritetään riskittömät pitoisuudet laskennallisesti kaikille kriittisille haitta-aineille. Laskennassa on huomioitu, että tulevaisuudessa alueen pintaa peittävät mm. asfaltti, kasvukerros, nurmetus, laatoitus, kivituhka tai muu pilaantumaton päällyste, jonka avulla ehkäistään suoraa kosketusta haitta-aineita sisältävään maa-ainekseen.

Sisäilma-altistuksen estämiseksi maaperä tulee kunnostaa haihtuvista yhdisteistä rakennusten alapuolelta, sekä 3 metrin etäisyydellä niiden seinälinjoista. Kunnostuksen tavoitetasot määritetään haihtuville yhdisteille laskennallisesti.

Ravintokasvialtistuksen estämiseksi pilaantuneiden tai pilaantuneeksi jäävien (pitoisuudet yli alempien ohjearvojen) alueiden maaperässä ei saa viljellä ravintokasveja. Alueen maaperään ei saa istuttaa puita tai pensaita, jotka tekevät marjoja tai hedelmiä, ja joiden juuret saattavat ulottua pilaantuneeseen maakerrokseen. Kunnostustavoitteita määriteltäessä on oletettu, että alueella ei tulla kasvattamaan ravintokasveja.

Vesijohtoveden kautta tapahtuvaa altistumista tulee ehkäistä pilaantuneen maan kunnostuksella vesijohtolinjojen ympäriltä. Koska pohjavesi voi massanvaihdosta huolimatta edelleen kuljettaa haitta-aineita kosketuksiin vesijohdon kanssa, tulee putkimateriaaliksi valita mahdollisimman difuusiotiivis materiaali, joka vähentää kulkeutumiseriskiä vesijohtoveteen.

Maankaivutöiden aiheuttaman kulkeutumiseriskien pienentämiseksi pintamaan (1 metri) maaperä kunnostetaan riskittömälle tasolle, jolloin pääosa alueen rakentamisen jälkeisistä kaivutöistä tulee tapahtumaan tässä riskittömässä maakerroksessa. Lisäksi putkilinjojen kohdalta maaperä kunnostetaan riskittömälle tasolle myös tätä syvemmältä, putkilinjoihin asti, mikä vähentää pilaantuneen maaperän kaivua mahdollisten tulevien kunnostustöiden yhteydessä.

Mikäli kunnostuksen yhteydessä maaperässä havaitaan nyt todettuja pitoisuuksia huomattavasti suurempia pitoisuuksia haihtuvia yhdisteitä (mm. öljyn bensiinijakeet ja keskiraskaat jakeet, naptaleeni, tolueni, etyylibentseeni, ksyleenit), tulee haitta-aineiden kulkeutumista ulkoilmaan ja sen aiheuttamia terveysriskejä ja kunnostustarvetta arvioida uudelleen.

5.6. Ekologiset riskit

Kohde on nykyisellään teollisuusaluetta, jolla ei ole todettu olevan merkittäviä luonnonarvoja. Asuinkäytössä alueen ekologinen toiminta on todennäköisesti yhtä vähäistä, kuin nykyisellään, sillä alue tullee olemaan tiiviisti rakennettu, ja pääosin päällystetty. Alueen ekologiset toiminnot tulevat olemaan kaupunkiympäristölle tyypillisiä ja ihmisen vaikutus alueen ekologiaan on havaittavissa. Alueelle tulee puistoalueita, pihoja ja hulevesien käsittelyaltaita. Alueella esiintyy lähinnä kulttuuriympäristön lajeja, joita voidaan tavata tiiviisti rakennetuissa ympäristöissä.

Maaperäeliöt voivat altistua haitta-aineille, samoin alueella kasvavat kasvit. Pikkunisäkkäät ja linnut puolestaan voivat altistua haitta-aineille kasvien ja esimerkiksi matojen kautta. Kasvien ja maaperäeliöstön altistumisen kannalta merkityksellisin on maaperän pintamaan 1 m syvyinen biologisesti aktiivinen pintakerros. Käytännössä tämän vyöhykkeen alapuolella oleville haitta-aineille altistuminen ei ole merkittävää ekologisin perustein.

Alueella eläville kasveille tai vieraileville ja eläville eläimille ei nyky- eikä tulevassa tilassa tapahtuvaa haitta-ainealtistusta ei pidetä merkittävänä sillä rakentamattoman ja päällystämättömän

alueen, jolla altistuminen on mahdollista, osuus koko alueen pinta-alasta on pieni. Lisäksi alue on todennäköisesti vain pieni osa eläinten ruokailualueesta.

Alueen läpi- ja läheisyydessä virtaa kuitenkin kaupunkipuro (Härmälänoja), ja alueelle on suunniteltu hulevesien käsittelyalueita. Ekologisten riskien tarkastelussa olennaisinta onkin tarkastella haitta-aineiden mahdollista kulkeutumista pintavesien mukana Näsijärveen.

Ekologisia riskejä tarkastellaan vertaamalla kohteessa havaittuja maksimitasoja ekologisiin viitearvoihin, joista SHP_{eko} kuvaa turvallista tasoa herkässä ympäristössä (esim. puistot ja piha-alueet) ja SHPT_{eko} turvallista tasoa teollisuus- ja muussa epäherkässä ympäristössä (katualueet, rakennusten alapuoli). Mikä turvallinen taso ylittyy, voi kohteessa olla kunnostustarve ekologisiin perustein.

	Suurin todettu pitoisuus	<u>SHP_eko</u>	SHPT_eko
	mg/kg		
Antimoni, Sb	8	<u>26</u>	52
Arseeni, As	40	<u>56</u>	250
Elohopea, Hg	1,07	<u>36/4</u>	73 / 7
Kadmium, Cd	<u>81,6</u>	<u>12</u>	150
Koboltti, Co	39	<u>170</u>	250
Kromi, Cr	<u>290</u>	<u>120</u>	210
Kupari, Cu	<u>10 000</u>	<u>125</u>	192
Lyijy, Pb	<u>9 700</u>	<u>490</u>	750
Nikkeli, Ni	<u>900</u>	<u>65</u>	120
Sinkki, Zn	<u>8 714</u>	<u>210</u>	340
Antraseeni	1,69	<u>1,6</u>	3,2
Asenafteneeni*	1,8	-	-
Bentso(a)pyreeni	0,5	<u>7</u>	14
Fenantreeni	7,5	<u>31</u>	62
Fluoranteeni	1,6	<u>260</u>	520
Fluoreeni*	3,2	-	-
Naftaleeni	6,6	<u>17</u>	34
Pyreeni*	1,75	-	-
PCB-yhdisteet	1,08	<u>14</u>	28
Trimetyylibentseeni*	66,17	-	-
Butyylibentseeni*	3,54	-	-
Propyylibentseeni*	5,22	-	-
Dikloorifluorimetaani*	0,02053	-	-
Dikloorimetaani	0,04233	<u>3,9</u>	7,8
Tolueeni	18,53	<u>47</u>	94
Etyylibentseeni	3,92	<u>400</u>	800
Ksyleenit	<u>29,61</u>	<u>17</u>	34

Osalle haitta-aineista ei ole määritelty ekologisia viitearvoja (merkitty taulukossa*). Koska kohde ei ole erityisen herkkä luonnonympäristö, vaan alue jolla on pitkä teollinen historia ja alueen ympäristössään aikaisempi kuormitus on havaittavissa, on tarkoituksenmukaista määritellä kunnostustavoite näiden yhdisteiden osalta terveydellisin perustein.

Kohteessa havaittavista haitta-aineista voi olla viitearvovertailun perusteella ekologisiin perustein kunnostustarve kromin, kuparin, nikkelin, lyijyn ja sinkin osalta. Sekä herkemmän käyttömuodon perusteella myös kadmiumin ja ksyleenien osalta.

Alueen kaavoituksen yhteydessä alueen maankäyttö tulee määriteltäväksi pääosin tiiviin kaupunkiasumisen alueeksi. Lisäksi kohde on vanhaa teollisuusaluetta ja alueen ympäristöt ovat pitkään olleet teollisen toiminnan vaikutuspiirissä, eikä alueen ympäristössä ole erityisen herkkiä luonnonympäristöjä tai uhanalaisten lajien esiintymiä, on alueelle johdonmukaisinta soveltaa epäherkille alueille määriteltyjä ekologisia viitearvoja SHPT_{eko}. Näitä arvoja käytetään alueen kunnostustavoitteen määrittelyssä. Piha-, leikki- ja puistoalueille on sovelletaan ekologisia viitearvoja SHP_{eko}. Kohteessa tapahtuvan altistuksen osalta merkittävin on 1 m syvyinen biologisesti aktiivinen kerros.

5.7. Kriittisten haitta-aineiden merkittävimmät ekologiset haittavaikutukset kohteessa

Kohde on rakennettu ympäristö, jonka eliöstö muokkautuu rakennusvaiheessa voimakkaasti ja lopullisessa maankäyttömuodossa kaupunkialuetta. Koska alueen läheisyydessä on vesistö ja alueen läpi virtaa kaupunkipuro, tulee alueella esiintyvien haitta-aineiden ekologisia vaikutuksia tarkastella myös niiden mahdollisen kulkeutumisen vesiympäristöön suhteen. Ekologisten vaikutusten kannalta, haitta-aineiden tärkein kulkeutumisreitti kohteessa on haitta-aineiden kulkeutuminen pintavesien ja orsiveden mukana Härmälänojaan ja Pyhäjärveen.

Kohteessa havaittiin ekologiset viitearvot ylittäviä pitoisuuksia lähinnä metalleja, kuten kromia, sinkkiä, kuparia, nikkeliä ja lyijyä. Havaituista haitta-aineista nikkeli, lyijy, sinkki ja kupari ovat erittäin myrkyllisiä vesieliöille. Metallit eivät kuitenkaan juuri liukene veteen ja ne ovat erittäin huonosti kulkeutuvia, lähes kulkeutumattomia.

Haitta-aineiden kulkeutumisen tarkastelun yhteydessä todettiin kohteen maaperästä ja pohjavedestä kulkeutuneen haitta-aineita pintavesiin. Härmälänojaan tai alueella kulkeneissa ojissa (nykyisin täytetty, mutta sijainnit esitetty piirustuksessa 82128684-02) on todettu kohonneita pitoisuuksia öljyhiilivetyjä, dikloorieteeniä, MTBE:ta, trimetyylibentseeniä ja butyylibentseeniä. Lisäksi tehdasalueen edustalla sedimentissä on todettu kohonneita pitoisuuksia PCB-yhdisteitä, PAH-yhdisteitä (naftaleeni, fenantreeni, antraseeni, pyreeni), öljyhiilivetyjä sekä kadmiumia ja nikkeliä. Aikaisemmin haitta-aineiden kulkeutumista pintavesiin ja sedimenttiin on voinut tapahtua pintavalunnan ja pohjavedestä suotautumisen lisäksi myös laajemmalla alueella jätevesien mukana. Koska alueen ympäristössä on myös ollut laajasti teollista toimintaa, haitta-aineita on todennäköisesti kulkeutunut myös kohdealuetta ympäröiviltä alueilta. Kulkeutumista on todennäköisesti tapahtunut enemmän aikaisemmin, alueen ollessa aktiivisessa teollisuuskäytössä. Kun alueelle rakennetaan tiivistä, ja alue suurimmaksi osaksi pinnoitetaan, vähenee pintavesien mukana kulkeutuminen huomattavasti. Alueen tulevassa käytössä haitta-aineiden määrä ei lisääny vaan alueelta kulkeutuvien haitta-aineiden määrä tulee vähenemään ja siten myös haitta-aineiden kulkeutuminen vähenemään. Lisäksi aluetta on jo kunnostettu, joten jo nykytilassa haitta-aineita kulkeutuu vähemmän kuin aikaisemmin.

Etenkin mineraaliöljyjen osalta aluetta on kunnostettu jo aikaisemmin. Mineraaliöljyjen osalta biologisesti aktiivisen kerroksen alapuolella sijaitsevat haitta-ainepitoisuudet ovat ekologisten riskien kannalta merkittäviä ainoastaan, mikäli niitä pääsee kulkeutumaan merkittäviä määriä vesistöön. Myös öljyhiilivetyjen osalta kulkeutuminen voi tapahtua ja kulkeutumisen vuoksi voi olla tarvetta tarkistaa kunnostuksen tavoitearvoja myös ekologisten perusteiden vuoksi myös muualla kuin biologisesti aktiivisessa kerroksessa niillä alueilla, joilta öljy voi helposti kulkeutua pintavesien mukana (esim. tulevien hulevesien imeytysaltaiden ja kanaalien alla ja läheisyydessä ja härmälän ojan välittömässä läheisyydessä). Alueen öljyhiilivedyt ovat peräisin vanhoista öljyvuodoista, joten helposti kulkeutuvat fraktiot ovat jo kulkeutuneet ja nykyiset pitoisuudet ovat lähinnä öljyhiilivetyjen keskittisistä ja raskaita jakeita.

Ekologiset viitearvot kohteessa ylittäviä haitta-aineita nikkeliä ja kadmiumia on havaittu kulkeutuneen ympäristöön. Vaikka esim. sinkin ja kuparin pitoisuudet kohteessa ovat korkeita, ei niiden osalta ole havaittu merkittävää kulkeutumista vesiympäristöön. Alueelta otetuissa liukoisuustesteissä yhtä kuparinäytettä lukuun ottamatta kaikkien näytteiden liukoisuudet metallien osalta olivat pienempiä kuin pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuden raja-arvot. Kadmiumin osalta liu-

koisuus oli keskimäärin 0,00927 mg/kg (vaihteluväli 0,002-0,027 mg/kg), kromin osalta 0,05967 mg/kg (0,002-0,13) mg/kg, kuparin osalta 0,5045 mg/kg (0,018-2,6 mg/kg), lyijyn osalta < 0,001 mg/kg, Nikkelin osalta 0,0852 mg/kg (0,001-0,008 mg/kg) ja sinkin osalta 0,19583 mg/kg (0,062-0,37 mg/kg). Ekologisten riskien osalta ekologiset viitearvot ylittävät pitoisuudet metalleja ovat merkittäviä biologisesti aktiivisen 1 m kerroksen alapuolella ainoastaan mikäli haitta-aineita pääse huuhtoutumaan pintavesien mukana esim. hulevesien imeytysaltaista tai kanaalien läheisyydestä. Huuhtoutumista voi tapahtua sitoutuneena maa-ainepartikkeleihin ja etenkin juuri maanrakennustöiden jälkeen. Rakennusten alta ja pinnoitetuilta tie- ja piha-alueilta metallien kulkeutuminen ei ole todennäköistä.

5.8. Riskit rakenteille

Mikäli maaperän öljyt, PAH-yhdisteet ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet ovat nesteinä ja kosketuksissa rakenteisiin, voivat ne kulkeutua rakenteissa kapillaarisesti ja mahdollisesti myös liuottaa joitakin materiaaleja, kuten muoveja. Öljy-yhdisteiden imeytymistä rakenteisiin voidaan ehkäistä vaihtamalla voimakkaasti orgaanisilla yhdisteillä pilaantuneet maa-ainekset rakennusten alapuolelta siten, että rakenteiden ja voimakkaasti pilaantuneen maa-aineksen välissä on vähintään 0,5 m kerros orgaanisilla yhdisteillä pilaantumaton maa-ainesta.

Epäorgaaniset haitta-aineet eivät aiheuta rakenteille riskejä.

5.9. Tavoitepitoisuuksien laskenta ja perustelut

Kohteen kriittisiksi valituille haitta-aineille on laskettu kohdekohtaiset tavoitepitoisuudet terveysriskien perusteella, altistusreitteinä maan syönti. Laskenta ja laskentaperusteet on esitetty liitteessä 7. Kaikille yhdisteille riskit on laskettu lapselle (paino 15 kg). Altistumisajaksi on laskennassa oletettu kuusi vuotta. Syöpävaarallisille yhdisteille riskit on laskettu myös koko eliniälle (70 vuotta). Laskenta on tehty eri toiminnoille eri päivittäisellä maan syönnin määrällä:

- asuinrakennuksen piha-alue (VE 2), lapsi 150 g/vrk, aikuinen 50 g/vrk
- leikkipaikka tai leikkipuisto (VE 3), lapsi 200 g/vrk, aikuinen 50 g/vrk
- puistoalue (VE 4), lapsi 100 g/vrk, aikuinen 50 g/vrk
- katu tai parkkialue, (VE 5), lapsi 10 g/vrk, aikuinen 10 g/vrk
- maa-aineksen ja jätteen hyötykäyttöalue (VE 6), lapsi 100 g/vrk, aikuinen 50 g/vrk

Maan syönnistä aiheutuvien terveysriskien arvioinnissa on käytetty yhdistekohtaisia TDI-arvoja (sallittu enimmäissaanti) ja syöpävaarallisten yhdisteiden osalta CR_{oral}-arvoja.

Haihtuvien yhdisteiden osalta rakennusten alle jääville maa-aineksille on määritetty omat tavoitepitoisuudet sisäilmariskin perusteella. Laskennan lähtökohtana on käytetty yhdistekohtaisia TCA-arvoja (suurin sallittu hengitysilman pitoisuus). Laskenta ja laskentaperusteet on esitetty liitteessä 6.

Maan syönnin ja sisäilman hengityksen kautta tapahtuvan altistuksen aiheuttamat kokonaisriskit on arvioitu vertaamalla haihtuvien yhdisteiden aiheuttamaa kokonaisaltistusta (hengitysilma+maan syönti) päivittäiseen enimmäissaantiarvoon (TDI). Hengitysilman kautta tapahtuva altistus todettiin eräiden haihtuvien yhdisteiden osalta tällöin erittäin merkittäväksi riskiksi, vaikka hengitysilman enimmäispitoisuus (TCA) ei ylittynyt. Tavoitepitoisuuksien asettamisessa huomioitiin kokonaisaltistus ja pienennettiin haihtuvien yhdisteiden tavoitepitoisuuksia rakennusten alapuolisessa maaperässä, minkä jälkeen laskennallinen (kokonais)altistus jää alle sallitun enimmäissaantiarvon (TDI). Kokonaisaltistuksen laskenta on esitetty liitteessä 8.

Sisäilmariskin laskenta ja tavoitepitoisuudet rakennusten alapuolisessa maaperässä on pyritty tekemään riskejä huomattavasti yliarvioiden. Rakennukset on oletettu perustettavan kiinni pilaantuneeseen maaperään ja rakennusten koko on arvioitu pieneksi. Kunnostuksen tavoitepitoisuuksia voidaan tarvittaessa korjata alueen rakennusten koon, sijainnin ja perustamistavan varmis-

tuttua. Mikäli kunnostusta ei tästä huolimatta voida tehdä tavoitetasoon asti, voidaan kunnostus-tavoitetta muuttaa esimerkiksi lisäämällä rakennusten alapohjiin tuuletusjärjestelmät.

Tavoitepitoisuuden laskennassa on ensin huomioitu haitta-aineiden aiheuttamat terveysvaikutukset. Tämän jälkeen terveysperusteisia tavoitepitoisuuksia on verrattu ekologisperusteisiin tavoitepitoisuuksiin. Mikäli terveysperusteinen arvo oli korkeampi tiealueella (VE 5), kuin ekologisperusteinen viitearvo SHPT_{eko} laskettiin tavoitearvo vastaamaan ekologista viitearvoa. Vastaavasti piha- (VE2), leikkipuisto (VE3) ja puistoalue (VE4) vaihtoehdoille tavoitearvot laskettiin vastaamaan SHP_{eko} arvoa. Terveysperusteiset arvot (hyötykäyttöä lukuun ottamatta) eivät huomioi esimerkiksi suurten öljypitoisuuksien aiheuttamia esteettisiä haittoja. Esteettiset haitat ja muut seikat jotka voivat vaikuttaa tavoitepitoisuuksia alentavasti on huomioitu kunnostuksen yleis-suunnitelmassa kunnostuksen tavoitetasoiksi konservatiivisesti esitetyissä pitoisuuksissa.

5.10. Kunnostuksen tavoitepitoisuudet

Taulukossa 1 on esitetty kohteen maaperälle esitettävät terveysperusteiset kunnostustavoitteet ja kohteen maaperässä havaitut suurimmat pitoisuudet. Vertailun vuoksi taulukossa on esitetty myös VNa 214/2007 mukaiset alemmat ohjearvot.

Taulukko 1. Kunnostuksen riskinarvion mukaiset terveysperusteiset tavoitepitoisuudet kohteen maaperässä (ei koske rakennusten alapuolista maaperää (VE2=asuinrakennuksen piha, VE3=leikkipaikka, VE4=puistoalue, VE5=parkkialue/katu).

	Suurin todettu pitoisuus	Alempi ohjearvo	Tavoitepitoisuus VE2	Tavoitepitoisuus VE 3	Tavoitepitoisuus VE 4	Tavoitepitoisuus VE 5	Kunnostus-tarve
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Antimoni, Sb	8	10	26 (e)	20	26 (e)	52 (e)	EI
Arseeni, As	40	50	56 (e)	56 (e)	56 (e)	250 (e)	EI
Elohopea, Hg	1,07	2	8	6	12	73 (e)	EI
Kadmium, Cd	81,6	10	12 (e)	12 (e)	12 (e)	150 (e)	VE2-VE4
Koboltti, Co	39	100	110	80	160	250 (e)	EI
Kromi, Cr*	290	200	200 (e)	200 (e)	200 (e)	210 (e)	VE2-VE5
Kupari, Cu*	10 000	150	150 (e)	150 (e)	150 (e)	192 (e)	VE2-VE5
Lyijy, Pb	9 700	200	140	100	210	750 (e)	VE2-VE5
Nikkeli, Ni*	900	100	100 (e)	100 (e)	100 (e)	120 (e)	VE2-VE5
Sinkki, Zn*	8 714	250	250 (e)	250 (e)	250 (e)	340 (e)	VE2-VE5
Antraseeni*	1,69	5	5 (e)	5 (e)	5 (e)	5 (e)	EI
Asenafteeni	1,8		4 000	3 000	6 000	60 000	EI
Bentso(a)pyreeni	0,5	2	4	3	6	60	EI
Fenantreeni	7,5	5	62 (e)	62 (e)	62 (e)	62 (e)	EI
Fluoranteeni	1,6	5	400	300	600	6 000	EI
Fluoreeni	3,2		3 200	2 400	4 800	48 000	EI
Naftaleeni	6,6	5	17 (e)	17 (e)	17 (e)	34 (e)	EI
Pyreeni	1,75		4 000	3 000	6 000	60 000	EI
PCB-yhdisteet	1,08	0,5	1	1	1	12	VE2-VE4
Trimetyylibentseeni	216		20	10	30	200	VE2-V5
Butyylibentseeni	3,54		20	10	30	200	EI
Propyylibentseeni	5,22		20	10	30	200	EI
Dikloorifluorimetaani	0,02053		20	10	30	200	EI
Dikloorimetaani	0,04233	1	3,9 (e)	3,9 (e)	3,9 (e)	7,8 (e)	EI
Tolueneeni	18,53	5	47 (e)	47 (e)	47 (e)	94 (e)	EI
Etyylibentseeni	3,92	10	1 000	1 000	1 000	1 000	EI
Ksyleenit	29,61	10	17 (e)	17 (e)	94(e)	34 (e)	VE2-VE3

	Suurin todettu pitoisuus	Alempi ohjearvo	Tavoitepitoisuus VE2	Tavoitepitoisuus VE 3	Tavoitepitoisuus VE 4	Tavoitepitoisuus VE 5	Kunnostus-tarve
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
Alifaattiset öljyhiilivedyt:							
C5-C8	6,9		600 (e)	600 (e)	600 (e)	ei tavoitetta	EI
C8-C16	4 800		4 000 (e)	4 000 (e)	4 000 (e)	4 000 (e)	VE2-VE5
C16-C35	4 000		160 000	120 000	240 000	ei tavoitetta	EI
Aromaattiset öljyhiilivedyt:							
C9-C16	1 520		250 (e)	250 (e)	250 (e)	250 (e)	VE2-VE5
C16-C35	2 910		600 (e)	600 (e)	600 (e)	600 (e)	VE2-VE5
Öljyhiilivedyt:							
Keskitisleet (C10-C21)	12 000	300					
Raskaat jakeet (C21-C40)	6 300	600					
lisäsyöpäriski 100 000 ihmistä kohden							
			0,48	0,43	0,59	0,90	

Taulukossa 1 esitetyillä tavoitearvoilla maaperän syöpävaarallisten yhdisteiden aiheuttama lisäsyöpäriski on enintään 0,9 syöpätapausta 100 000 ihmistä kohden (pysäköintialue VE5), mitä voidaan pitää hyväksyttävänä lisäsyöpäriskinä (alle 1/100 000).

Haitta-aineille asetetut tavoitepitoisuudet on asetettu pääosin terveysperusteisesti. Terveysperusteisesti määritettyjä arvoja verrattiin kuitenkin ekologisperusteisiin viitearvoihin epäherkässä käytössä oleville alueille (SHPT_{eko}) ja mikäli terveysperusteisesti määritetty arvo ylitti ekologisperusteisen arvon, korjattiin tavoitepitoisuus vastaamaan ekologisperusteista viitearvoa. Näiden arvojen kohdalle on taulukkoon merkitty (e). Mikäli alempi ohjearvo oli suurempi, kuin ekologinen viitearvo, asetettiin tavoitearvoksi kuitenkin alempi ohjearvo, koska kohde ei ole erityisen herkkä elinympäristö. Nämä aineet on merkitty tähdellä (*).

Suuret erot VNa 214/2007 mukaisten ohjearvojen ja kohdekohtaisesti määritettyjen kunnostuksen tavoitearvojen välillä johtuvat osittain siitä, että metallien ja PAH-yhdisteiden ohjearvot ovat lyijyn alemmaa ohjearvoa lukuun ottamatta määritetty ekologis perustein. Toisin sanoen metallit ja puolimetallit, sekä PAH-yhdisteet ovat yleisesti ottaen haitallisempia ympäristölle kuin terveydelle. Kohteen käyttöhistoria ja tuleva käyttö huomioon ottaen on perusteltua määrittää kohteen maaperän kunnostuksen tavoitepitoisuudet pääosin terveysperusteisesti, mutta etenkin pintamaan biologisessa 1 m paksuisessa kerroksessa tulisi huomioida myös ekologiset viitearvot. Siksi tavoitepitoisuuksia on osittain korjattu alaspäin ekologis perustein.

Suuret erot eri alueiden välisissä tavoitepitoisuuksissa selittyvät sillä, että altistumismahdollisuudet eri alueilla (vrt. leikkipuisto ja asfaltoitu katualue) ovat hyvin erilaisia.

Taulukossa 2 on esitetty haihtuvien yhdisteiden tavoitepitoisuudet rakennusten alapuolisessa maaperässä. Maaperä, jonka pitoisuudet ylittävät taulukossa 2 esitetyt arvot tulee kunnostaa. Muiden aineiden korkeatkaan pitoisuudet eivät aiheuta riskiä asumisterveydelle tai ympäristölle.

Taulukko 2. Kunnostuksen terveysperusteiset tavoitepitoisuudet kohteen rakennusten alapuolisessa maaperässä

	suurin todettu pitoisuus mg/kg	alempi ohjearvo mg/kg	tavoitepitoisuus mg/kg
Naftaleeni	6,6	5	20
Tolueeni	18,53	5	3
Etylibentseeni	3,92	10	10
Ksyleenit	29,61	10	17
Alifaattiset (C6-C8)	6,9		1
Alifaattiset (C8-C10)	105		1
Alifaattiset (C10-C12)	66		5
Alifaattiset (C12-C16)	30		5
Alifaattiset (C16-C35)	6,3		6
Aromaattiset (C8-C10)	40		3
Aromaattiset (C10-C12)	280		3
Aromaattiset (C12-C16)	291		100
Aromaattiset (C16-C21)	103		103
Aromaattiset (C21-C35)	8,3		8
Trimetylibentseeni	66,17		0,05
Butyylibentseeni	3,54		0,05
Propyylibentseeni	5,22		0,001
Dikloorifluorimetaani	0,02053		0,004
Dikloorimetaani	0,04233	1	0,5

Haihtuvat yhdisteet esiintyvät tutkimuksien mukaan pääosin alueella johon ei suunnitella asuinrakennuksia. Mikäli kohteen maaperässä havaitaan sellaisia haitta-ainepitoisuuksia, joille ei ole tässä riskinarvioinnissa määritetty kohdekohtaisia tavoitearvoja, esitetään tällaisten yhdisteiden osalta tavoitearvona käytettäväksi VNa 214/2007 mukaisia alempia ohjearvoja tai vaihtoehtoisesti arvioidaan yhdisteiden aiheuttamat riskit kohdekohtaisesti, jotka sitten hyväksytetään ympäristöviranomaisilla ennen jatkotoimenpiteitä. Riskinarviota voidaan myös tarkentaa taulukon 2 mukaisten aineiden osalta mikäli rakennettavat talot poikkeavat tässä arvioissa oletetusta.

5.11. Hyötykäytön tavoitepitoisuudet

Rakentamisen vuoksi (rakennekerrokset, kellarit, pysäköintihallit, perustukset yms) poistetaan myös sellaisia maa-aineksia, joiden pitoisuudet alittavat kunnostuksen tavoitepitoisuudet. Koska kohteessa esiintyvistä haitta-aineista ei ole todettu aiheutuvan terveysriskejä alhaisissa pitoisuuksissa, esitetään, että kohteeseen voidaan sijoittaa sellaisia kohteesta kaivettavia maa-aineksia, joiden pitoisuudet alittavat VNa 214/2007 mukaiset ylemmät ohjearvot tai terveysperusteisesti määritetyt kohdekohtaiset laskennalliset pitoisuudet. Lisäksi hyötykäyttöalueelle voidaan sijoittaa kohteesta purettavaa, hyötykäyttöön kelpavaa rakennusjätettä, kuten tiiltä ja betonia. Hyötykäytön tavoitepitoisuudet, laskennalliset terveysperusteiset tavoitepitoisuudet, ylemmät ohjearvot sekä suurimmat todetut pitoisuudet on esitetty taulukossa 3.

Hyötykäyttöalueelle ei saa rakentaa asuinrakennuksia tai muita niihin verrattavissa olevia rakennuksia.

Kohteeseen sijoitettavien hyötykäytettävien maa-ainesten sijainnit merkitään kartalle. Kohteeseen sijoitettavien hyötykäytettävien maa-ainesten päälle tulee sijoittaa vähintään 0,5 m kerros pilaantumaton (pitoisuudet < alempien ohjearvojen) maa-ainesta.

Taulukko 3. Hyötykäytön tavoitepitoisuudet alueella.

	Suurin todettu pitoisuus	Ylempi ohjearvo	Laskennallinen tavoitepitoisuus
	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Antimoni, Sb	8	50	40
Arseeni, As	40	100	120
Elohopea, Hg	1,07	5	12
Kadmium, Cd	81,6	20	60
Koboltti, Co	39	250	160
Kromi, Cr	290	300	600
Kupari, Cu	10 000	200	16 800
Lyijy, Pb	9 700	750	210
Nikkeli, Ni	900	150	6 000
Sinkki, Zn	8 714	400	60 000
Antraseeni	1,69	15	4 800
Asenaftteeni	1,8		6 000
Bentso(a)pyreeni	0,5	15	6
Fenantreeni	7,5	15	4 800
Fluoranteeni	1,6	15	600
Fluoreeni	3,2		4 800
Naftaleeni	6,6	15	4 800
Pyreeni	1,75		6 000
PCB-yhdisteet	1,08	5	1
Trimetyylibentseeni	66,17		30
Butyylibentseeni	3,54		30
Propyylibentseeni	5,22		30
Dikloorifluorimetaani	0,02053		30
Dikloorimetaani	0,04233	5	7 200
Tolueneeni	18,53	25	26 000
Etyylibentseeni	3,92	50	1 000
ksyleenit	29,61	50	2 000
Alifaattiset öljyhiilivedyt:			
C5-C8	6,9		1 000
C8-C16	4 800		12 000
C16-C35	4 000		240 000
Aromaattiset öljyhiilivedyt:			
C9-C16	1 520		4 800
C16-C35	2 910		1 000
Öljyhiilivedyt:			
Keskitysleet (C10-C21)	12 000	1000	
Raskaat jakeet (C21-C40)	6 300	2000	
Lisäsyöpäriski 100 000 ihmistä kohden			
			0,59

Mikäli maa-aineksia ei hyödynnetä kohteessa, tulee ne toimittaa sellaiseen vastaanottoaikaan, jonka ympäristöluvassa on hyväksytty kyseisen maa-ainesjätteen vastaanotto (tavanomaisen jätteen kaatopaikka).

Kohteen maa-aineksesta tehtyjen kaatopaikkakelpoisuustestien (yhteensä 5 kappaletta) perusteella maa-aineksen voidaan katsoa olevan laadultaan melko pysyvää. Antimonin, molybdeenin ja kuparin liukoisuus ylittää pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteerin osassa näytteistä. Antimonin liukoisuus ylittää yhdessä näytteessä pysyvän jätteen kriteerin lähes 5-kertaisesti ja yhdessä näytteessä 2,1-kertaisesti. Pysyvän jätteen kaatopaikkakelpoisuuskriteeri ylittyy kuparin osalta yhdessä näytteessä 0,3-kertaisesti ja molybdeenin osalta yhdessä näytteessä 0,4-kertaisesti. Liukoisuudet jäävät kuitenkin tavanomaisen jätteen kelpoisuuskriteeristä selvästi. Muut metallit täyttävät pysyvän jätteen liukoisuuskriteerit. Laadultaan maa-ainesta pidetään hyötykäyttöön soveltuvana, sillä antimonin, molybdeenin ja kuparin mahdollista liukenemistä maa-aineksesta entisellä teollisuusalueella, jonka pohjavettä ei käytetä talousvetenä, ei pidetä terveydelle tai ympäristölle haitallisena.

Alueelle mahdollisesti sijoitettavan purettavien rakenteiden rakennusjätteen hyötykäyttökelpoisuus tulee tutkia.

5.12. Arvio kunnostettavista alueista

Arviot kunnostettavista alueista on esitetty kunnostuksen yleissuunnitelmassa.

5.13. Epävarmuustarkastelu

5.13.1. Kohteesta aiheutuvat epävarmuudet

Suurimmat epävarmuudet riskinarvioinnissa aiheutuvat kohteen maaperän heterogeenisuudesta. Koska maaperä on entistä teollisuusaluetta ja maaperä on sekalaista täyttöä, on mahdollista, että kohteen maaperässä on haitta-aineita joita ei ole maaperästä tutkimuksissa todettu, eikä siten tässä riskinarvioinnissa ole käsitelty.

Sekalaisessa täytössä pilaantuneet alueet ovat melko pistemäisiä ja pitoisuuserot voivat lyhyilläkin etäisyyksillä vaihdella huomattavasti.

Tutkimusalueen koko on noin 140 000 m². Alueelle on kohdistettu yhteensä 98 maanäytepistettä (kairauksia ja koekuoppia). Laskennallisesti alueella on noin yksi näytepiste jokaista 1 430 neliön aluetta kohden. Näytepisteitä ei ole kuitenkaan jaoteltu tasaisesti, joten paikoin näytepisteitä on huomattavasti tiheämmässä ja harvemmassa. Esimerkiksi teollisuushallien alapuolisesta maaperästä ei ole voitu ottaa tiheästi näytteitä, mikä lisää epävarmuuksia näiden alueiden osalta. Toisaalta alueen eteläosissa sijaitsevan jätetäyttöalueen maaperän tila ja alueen raja on hyvin tiedossa, sillä alueella on useita näytepisteitä. Näytepisteiden määrää pidetään riittävänä alueen kokoon ja toiminnallisiin riskikohteisiin nähden.

Pääosa näytteistä on otettu täyttökerroksen pintakerroksista (noin 0...3 metrin syvyydeltä). Näytesyvyys pidetään kuitenkin riittävänä, sillä terveysriskinarvioinnin kannalta juuri maaperän pintakerros on merkittävin.

5.13.2. Näytteenotosta aiheutuvat epävarmuudet

Osa näytteistä on otettu kairaamalla. Kairatessa maaperään vapautuu lämpöä, mikä saattaa edesauttaa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden haihtumista maa-aineksesta. Haihtuminen voi vaikuttaa siten, että laboratorioanalyysin tulos on todellista pitoisuutta pienempi. Mahdollinen haihtuminen on riskinarvioinnissa huomioitu siten, että todettujen pitoisuuksien aiheuttamien riskien arvioinnin lisäksi on myös määritetty kunnostukselle laskennalliset tavoitepitoisuudet, joihin kunnostuksen aikana mahdollisesti todettavia haitta-ainepitoisuuksia voidaan verrata.

Näytteenoton yhteydessä arvioitiin maaperän pilaantuneisuutta aistinvaraisesti. Aistinvaraisten havaintojen perusteella on valittu laboratorioissa tutkittavat näytteet ja teetetävät analyysit. Aistinvaraisten havaintojen perusteella voidaan tutkimukset kohdistaa todennäköisimmin pilaantuneisiin näytteisiin, mikä vähentää epävarmuuksia.

Näytteet on pyritty ottamaan olosuhteisiin nähden mahdollisimman edustavina. Näytteenotto on pyritty tekemään kerroksittain, jolloin saadaan käsitys pilaantuneisuuden laajuudesta.

Näytteenotossa mahdollisesti tapahtuvaa kontaminaatiota (kaivinkoneen kauhasta, näytteenottovälineistä, käsineistä) ei pidetä pilaantuneisuuden arvioinnin kannalta merkittävänä epävarmuutena.

5.13.3. Näytteiden käsittelyn epävarmuudet ja kenttämittausten luotettavuus

Näytteet on kerätty näytepusseihin ja niitä on pyritty homogeenisoimaan heti kentällä sekoittamalla. Maanäytteen epähomogeenisuus näytepusseissa aiheuttaa epävarmuuksia, sillä tällöin esimerkiksi laboratorion analysoima osuus näytteestä saattaa edustaa todellisuudessa vain osaa näytteestä.

Haihtuvien yhdisteiden haihtuminen näytteestä säilytyksen aikana on mahdollista ja tällöin laboratorion toteamat pitoisuudet voivat olla pienempiä, kuin todelliset maaperässä esiintyvät pitoisuudet.

Metallien ja puolimetallien osalta XRF-kenttämittaukset on tehty Niton-kenttämittarilla (2010) ja Innov-X-kenttämittarilla (2005). Kenttämittarit mittaavat metallien ja puolimetallien kokonaispitoisuuksia röntgenfluoresenssiin perustuvalla tekniikalla. Mittauksessa epävarmuuksia aiheuttaa näytteen matriisi ja kosteus. Lisäksi esimerkiksi pienet metallinpalat näytteessä voivat näkyä suurina pitoisuuksina tuloksissa. Mittauksen epävarmuutta on pyritty vähentämään tekemällä jokaisesta näytteestä kaksi tai kolme rinnakkaista mittausta (jokainen eri puolelta näytettä) ja tulos on esitetty näiden mittausten keskiarvona.

Niton- tai Innov-X -kenttämittarin tulokset eivät ole vertailukelpoisia laboratorion tuloksiin kromin ja nikkelin suhteen. Melko hyvin vertailukelpoisia metalleja ovat lyijy, sinkki ja kupari. XRF-kenttämittarilla on mitattu kaikki vuosien 2005 ja 2010 näytteet, mikä vähentää epävarmuuksia tutkimuksissa huomattavasti, sillä laboratorioanalyysijä ei ole järkevää tehdä joka näytteestä ja XRF-kenttämittauksella saadaan riittävää tietoa maaperän pilaantuneisuudesta.

Öljyhiilivetyjä on tutkittu maanäytteistä PetroFlag-kenttämittarilla, jonka toiminta perustuu fotometriaan. Epävarmuuksia menetelmässä aiheuttaa pieni näytemäärä (1...10 g pitoisuudesta riippuen), jolloin näytteen homogenisointi on erittäin tärkeää. Näyte uutetaan uuttoluokseen, jonka jälkeen se suodatetaan reagenssinesteeseen. Öljyhiilivetyjen lisäksi uuttoluokseen uuttuvat myös muut orgaaniset yhdisteet (kuten PAH-yhdisteet) ja luonnolliset hiilivedyt (kuten humusyhdisteet), mikä lisää epävarmuuksia ja usein kasvattaa tulosta. Menetelmällä voidaan kuitenkin todeta voimakkaasti pilaantuneet tai täysin pilaantumattomat näytteet melko luotettavasti.

5.13.4. Laboratorioanalyysien luotettavuus

Näytteet on analysoitu akkreditoidussa analyysilaboratoriossa (Eurofins, SGS). Mikäli näytteissä on jouduttu nostamaan määrittäjärajaa, tai analyysituloksissa on huomattu jotain tavallisesta poikkeavaa, on nämä asiat mainittu laboratorion tutkimustodistuksissa. Luotettavan analyysilaboratorion käyttö vähentää epävarmuuksia arvioissa.

5.13.5. Riskinarviointimenetelmien epävarmuudet

Riskinarviossa on useita epävarmuuksia. Kohteen maaperästä aiheutuvia terveysriskejä on pyritty arvioimaan mahdollisimman todenmukaisesti, mutta kuitenkin riskejä yliarvioiden (konservatiivinen arvio), jolloin todellisten terveysriskien toteutumismahdollisuus pienenee. Riskit on arvioitu suurimpien alueelta todettujen laboratoriopitoisuuksien mukaan (kaikista alueella tehdyistä tutkimuksista).

Altistuslaskennassa on tehty useita oletuksia, jotka osaltaan lisäävät riskinarvioinnin epävarmuuksia. Laskennan apuna on käytetty julkaisussa "Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittämisperusteet, Suomen ympäristö 23/2007" esitettyjä terveysperusteisten viitearvojen laskentamettelyä. Laskentaparametreja on pyritty soveltamaan kohteeseen. Laskentaohjeiden soveltaminen kohteen olosuhteisiin vähentää riskinarviointiin liittyviä epävarmuuksia.

Tavoitepitoisuudet on laskettu pääosin maan syönnille, sillä alueen pintamaa tulee olemaan pinnoitettu tai nurmetettu, eikä maan pölyämistä siten pääse tapahtumaan rakennustöiden jälkeen. Alueen pilaantuneessa tai pilaantuneeksi jäävässä (pitoisuudet yli alempien ohjearvojen) maaperässä ei saa kasvattaa ravintokasveja, minkä vuoksi ravintokasvialtistusta ei arvioida laskennallisesti. Maan pintakerros tulee olemaan pääosin asfaltoitua, kivetettyä, nurmetettua, tai kivituhkaa, minkä vuoksi myös maan syönti on hyvin epätodennäköistä alueella, vaikka onkin todennäköisin altistusreitti. Tavoitearvojen laskennan maan syönnille katsotaan vähentävän riskinarvioinnin epävarmuuksia, sillä se on käytännössä ainoa mahdollinen altistusreitti kohteen ulkotiloissa.

Maan syönnistä aiheutuvat terveysriskit on laskettu pääasiassa lapselle (15 kg), sillä lasten tahaton maansyönti on todennäköisempää kuin aikuisten. Lapsuusajan altistumisaikana on käytetty 6 vuotta ja maan syönnin määrä on arvioitu erilaisiksi eri alueilla vaihdellen välillä 10...200 mg/päivässä koko kuuden vuoden ajan. Altistusta pidetään yliarvioituna, sillä suurelta osin maaperä tulee olemaan pinnoitettu tai vähintään nurmetettu ja siten suora kosketus pilaantuneeseen maaperään ilman maan kaivua ei ole mahdollista. Lisäksi maan pintakerros on osan vuodesta lumen peittämä, eikä altistus ole tällöin mahdollista.

Epävarmuuksia altistumisen arvioinnissa lisää se, ettei laskenta huomioi ns. pica-oireyhtymää, jota sairastavat lapset voivat syödä tahallisesti maata, jopa 10 g kerrallaan. Epävarmuutta pidetään kuitenkin hyväksyttävänä, sillä suora kosketus pilaantuneeseen maahan ei ole suurimmalla osalla alueesta mahdollista ilman maan kaivua.

Syöpävaarallisille yhdisteille altistumista on arvioitu koko eliniälle (70 vuotta, josta lapsuus aika 6 vuotta). Hyväksyttävänä lisäsyöpärisikinä on käytetty 1 uutta syöpätapausta 100 000 henkilöä kohden.

Syöpävaarallisille yhdisteille on laskettu haitallisuus lapselle, sillä lasten maan syönti on aikuisten maan syöntiä todennäköisempää. Syöpävaarallisille yhdisteille ei ole kuitenkaan määritetty TDI (päivittäinen suurin sallittu enimmäisannos), minkä vuoksi TDI arvona on käytetty syöpärisikin (1 uusi tapaus 100 000 ihmistä kohden) kannalta määritettyä enimmäissaantiarvoa (CR_{oral}), mikä todennäköisesti yliarvioi riskiä huomattavasti.

Tavoitepitoisuuksien laskennassa (altistusreitti maan syönti) epävarmuuksia on pyritty vähentämään riskejä yliarvioimalla; haitta-aineiden enimmäissaanti on laskettu altistukselle, joka on 80 % suurimmasta sallitusta TDI- tai CR_{oral}-arvosta.

Sisäilma-altistuksen arviointi on pyritty tekemään riskejä huomattavasti yliarvioiden. Rakennuksen kokona on käytetty pienintä mahdollista alueelle mahdollisesti rakennettavaa rakennusta (pohjapinta-ala 200 m², kolme kerrosta). Laskennassa on oletettu, että haitta-aineita esiintyy koko pohjan alalla ja rakenteiden alapinnasta 5 cm syvyydessä. Altistumista on arvioitu lapselle ja aikuiselle.

Sisäilma-altistuksessa ei ole arvioitu erikseen pohjavedessä todettujen yhdisteiden pitoisuuksia, sillä ne on todettu niin pieniksi, ettei niiden aiheuttamaa mahdollista lisäriskiä pidetä merkittävänä.

Arvioitaessa haitta-aineiden kulkeutumista sisäilmaan, laskennalliseen arviointiin liittyy useita epävarmuuksia. Erittäin suuri merkitys laskentatuloksiin on maaperän huokoisuudella ja ilman täyttämien huokosten osuudella. Mikäli ilman täyttämien huokosten osuus on suuri, kasvaa sisäilmaan kulkeutumisen riski. Kohteen maaperän huokoisuutta ei ole tutkittu, vaan laskennassa on

käytetty RischHuman-mallin oletusarvoja (maaperän huokoisuus 0,4, josta puolet ilman täyttämää huokostilavuutta). Arviointi on muilta osin tehty riskejä yliarvioiden, joten lähtötietojen valintaa pidetään perusteltuna.

Kaikille kohteessa todetuille haitta-aineille (eräät orgaaniset haihtuvat yhdisteet) ei ole ollut saatavissa suurimpia sallittuja altistumisarvoja. Riskien yliarvioimiseksi altistumisen arvioinnissa on käytetty bentseenin (syöpävaarallinen yhdiste) CR_{oral} -arvoja.

Öljihiilivetyjen haitallisuuden arvioinnissa ja tavoitepitoisuuden laskennassa epävarmuutta aiheuttaa öljyn fraktiojakauma. Todellisuudessa fraktiojakauma eri alueilla voi poiketa huomattavasti siitä, mitä riskinarvioissa on teetettyjen fraktiointien perusteella oletettu. Epävarmuutta aiheuttaa myös öljyn kyllästymispitoisuudet. Laskennassa on oletettu, että kyllästymispitoisuutta korkeammassa pitoisuudessa kulkeutuminen ei kasva pitoisuuden kasvaessa. Mikäli kohteessa todettu pitoisuus on ollut kyllästymispitoisuutta suurempi, on sisäilmariskit arvioitu kyllästymispitoisuuden perusteella. Samoin tavoitepitoisuuksien laskennassa tavoitepitoisuutena on käytetty kyllästymispitoisuutta, mikäli laskennassa on saatu suurimmaksi sallituksi pitoisuudeksi kyllästymispitoisuutta suurempi pitoisuus.

Haitta-aineiden kulkeutumisen arvioinnissa on käytetty orgaanisen hiilen pitoisuutena arvoa 0,01 (= 1 %). Alueella todetut orgaanisen hiilen pitoisuudet (0,58*hehikutushäviö tai TOC) vaihtelevat välillä 0,2...5,3 % (9 näytettä). Orgaanisen hiilen pitoisuuksien keskiarvo alueella on 1,4 %, mikä on hieman suurempi kuin laskennassa käytetty arvo. Suurempi pitoisuus yliarvioi riskiä, ja oletusarvon käyttöä pidetään siten perusteltuna.

Haitta-aineille altistuminen eri reittien kautta (ruoansulatus, hengitysilma) on arvioinnissa huomioitu ja sisäilman altistuslaskennan tuloksia on korjattu siten, ettei kokonaisaltistus ylitä suurimman sallitun altistuksen rajaa. Kokonaisaltistuksen huomiointi vähentää epävarmuuksia ja todennäköisesti yliarvio riskejä.

Riskinarvioinnissa suurta epävarmuutta aiheuttaa se, ettei siinä ole huomioitu erittäin suurta yksittäistä maansyöntiä. Suuri annos haitta-aineita kerralla voi aiheuttaa huonoa oloa ja myrkytysoireita, mutta toisaalta myös suuri määrä pilaantumaton maa-ainesta voi aiheuttaa vastavia oireita, minkä vuoksi tällaista arviointia ei pidetä tässä yhteydessä tarpeellisena. Arvioinnissa on kuitenkin huomioitu, että suurin osa alueesta tulee rakentamisen yhteydessä peittokerrokset.

Epävarmuuksia aiheutuu myös eri haitta-aineiden mahdollisista yhteisvaikutuksista. Haitta-aineiden yhteisvaikutuksia ei ole tässä arvioinnissa otettu huomioon, lukuun ottamatta syöpävaarallisia yhdisteitä (lisäsyöpäriski). Tästä epävarmuudesta johtuen kaikkia riskejä ja altistusta on pyritty yliarvioimaan, jotta riskinarviointia voitaisiin kokonaisuudessaan pitää luotettavana.

Laskennassa ei ole huomioitu haitta-aineiden biosaatavuutta, vaan kaiken elimistöön otetun haitta-aineen oletetaan olevaan saatavassa muodossa. Tämä yliarvioi todennäköisesti riskejä huomattavasti.

Ekologisten riskien osalta epävarmuuksia aiheuttavat mahdollisten hulevesien imeytysaltaiden ja kanaalijärjestelyjen aiheuttamat kulkeutumisriskit. Mikäli hulevesialtaita ja kanaaleja suunnitellaan pilaantuneiden alueiden päälle, tulee riskinarviota tarkentaa näiden alueiden osalta.

6. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Arviointikohteena on Cargotec Finland Oy:n teollisuusalue, jolla teollinen toiminta on loppumassa. Alueelle on suunnitteilla asuinkäyttöä. Alueen käyttötarkoituksen muutos vaatii pilaantuneesta maaperästä aiheutuvien riskien arviointia.

Maaperän puhdistustarpeen arviointi on tehty pääosin tahattoman maan syönnin perusteella. Altistusta vähentävät alueelle tehtävät peittokerrokset kuten asfaltoinnit, kiveykset ja nurmetukset. Rakennusten alapuolisen maan sisältämille haitta-aineille altistuminen suoran kosketuksen kautta on mahdotonta, minkä vuoksi tavoitepitoisuudet rakennusten alapuolelle jäävien maa-ainesten aiheuttamat terveysriskit on arvioitu ainoastaan haihtuvien yhdisteiden osalta. Rakennusten alapuoliseen maaperään voidaan, haihtuvia yhdisteitä lukuun ottamatta, terveysperusteisesti jättää pilaantunutta maa-ainesta pitoisuuksista riippumatta.

Riskinarvioinnin perusteella maaperän haitta-aineet aiheuttavat riskejä sekä terveydelle (toksisuus ja syöpävaarallisuus) että ympäristölle. Maansyönnin ja sisäilman hengityksen kautta tapahtuvaa altistusta ei voida pitää hyväksyttävänä, vaan alueella tarvitaan kunnostustoimenpiteitä. Kunnostukselle on määritetty laskennallisesti riskittömät tavoitetasot.

Maaperän sisältämät haitta-ainepitoisuudet tulee ottaa huomioon kaikissa kohteessa tulevaisuudessa tehtävissä maankaivu- ja siirtotöissä. Kunnostustoimenpiteiden jälkeen kohde tulee merkitä pilaantuneena alueena viranomaisten rekistereihin ja kaikissa kiinteistöllä tehtävissä kaivutöissä tulee huomioida pilaantuneet maa-ainekset, sillä tämän esityksen mukaan kaikkea haitta-aineita sisältävää maa-ainesta ei kunnosteta.

Kohteen maaperän kunnostamiseksi laaditaan kunnostuksen yleissuunnitelma. Yleissuunnitelma perustuu pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointiin. Kunnostuksen yleissuunnitelman yhteydessä selvitetään maa-aineksen ja rakennusjätteen hyötykäyttöä kohteessa.

Kun pilaantuneet maa-ainekset kunnostetaan tässä riskinarvioinnissa esitettyihin tavoitepitoisuuksiin asti, voidaan kohteessa asumista pitää turvallisena, eikä asukkaille tai muille käyttäjille aiheudu terveysriskejä.

Ramboll Finland Oy

Jenni Haapaniemi
Suunnittelija

Jukka Huppunen
Projektipäällikkö