

**RAPORTTI**

# Pohjaveden haitta-aineiden aiheuttaman sisäilmariskin arviointi

*Algol Karapellontie Espoo*

Tilaaaja:

**Algol Oy**

Karapellontie 6, PL 13  
02611 Espoo

Laatija:

**Golder Associates Oy**

Konalantie 47 B 00390 Helsinki Suomi

+358 9 5617 210

1520182\_A3

11.1.2019



# Sisällysluettelo

<b>1.0 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Taustaa .....	1
1.2 Tehtävän rajaus .....	1
<b>2.0 MAAPERÄ- JA POHJAVESITIEDOT.....</b>	<b>2</b>
2.1 Maaperä .....	2
2.2 Pohja- ja orsivesi.....	2
<b>3.0 SISÄILMARISKI.....</b>	<b>2</b>
3.1 Laskentaohjelma .....	2
3.2 Lähtötiedot.....	3
3.3 Laskennan tulokset .....	4
3.4 Herkkyystarkastelut.....	4
3.4.1 Tilanne 1 – liiketila, hiekka .....	4
3.4.2 Tilanne 2 – asuintila, siltti.....	5
3.4.3 Tilanne 3 – asuintila, hiekka.....	6
<b>4.0 NYKYISET HAITTA-AINEPITOISUUDET .....</b>	<b>7</b>
4.1 Kunnostusalue, pohjoinen.....	7
4.2 Kunnostusalue, etelä.....	8
<b>5.0 TULOSTEN TARKASTELU.....</b>	<b>9</b>
<b>6.0 HAITTA-AINEET JA TALOUSVESI .....</b>	<b>10</b>
<b>7.0 JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>11</b>
<b>8.0 VIITTEET.....</b>	<b>11</b>

## Taulukot

Taulukko 1: Sisäilmariskilaskennan lähtöpitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet, vertailuarvot sekä laskennallinen lisäsyöpäriski ja muun terveystarveindeksi. .... 4

Taulukko 2: Herkkyystarkastelun lähtötiedot, vertailuarvot ja tulokset. Kapillaarivyöhykkeen maalajina hiekka. 5

Taulukko 3: Sisäilmariskilaskennan lähtöpitoisuudet, sisäilmapitoisuudet sekä riskit, kapillaarivyöhykkeen maalajina siltti. Alimmassa kerroksessa asuintiloja. .... 5

Taulukko 4: Sisäilmariskilaskennan lähtöpitoisuudet, sisäilmapitoisuudet sekä riskit, kapillaarivyöhykkeen maalajina hiekka. Alimmassa kerroksessa asuintiloja..... 6

---

Taulukko 5: Haitta-aineiden keskiarvo- ja maksimipitoisuudet radan pohjoispuolella lokakuussa 2018 sekä kunnostuksen tavoitepitoisuudet. ....	7
Taulukko 6: Tämänhetkiset keskiarvopitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet, vertailuarvot sekä laskennallinen lisäsyöpäriski ja muun terveysriskin indeksi. ....	8
Taulukko 7: Haitta-aineiden keskiarvo- ja maksimipitoisuudet lokakuussa 2018 sekä kunnostuksen tavoitepitoisuudet. ....	8
Taulukko 8: Tämänhetkiset keskiarvopitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet, vertailuarvot sekä laskennallinen lisäsyöpäriski ja muun terveysriskin indeksi. ....	9

## **Liitteet**

### **LIITE A**

RISC 5.0 -laskentojen lähtötiedot ja tulokset

### **LIITE B**

Haitta-aineiden leviämäkuva

## 1.0 JOHDANTO

### 1.1 Taustaa

Algol Oy:n hallitsemalle kiinteistölle (Karapellontie 6, 02610, Espoo) on annettu Uudenmaan ELY-keskuksen päätös UUDELY/3446/2014 (31.3.2015) orsiveden ja pohjaveden kunnostusta varten. Orsiveden kunnostus aloitettiin toukokuussa 2015. Pohjaveden kunnostus aloitettiin kesäkuussa 2016. Haitta-aineille on annettu kunnostuksen tavoitepitoisuudet joko työturvallisuuden tai kulkeutumisen perusteella.

Alueen asemakaava on muuttumassa, Keran alueelle suunnitellaan rakennettavan mm. asuin- ja liiketiloja. Tässä riskinarviossa selvitetään, voivatko kunnostukselle asetetut pohjaveden tavoitepitoisuudet aiheuttaa terveystarpeita uuden asemakaavan mukaisten rakennusten asukkaille ja työntekijöille. Lisäksi on tarkasteltu terveystarpeita nykytilanteen mukaisilla haitta-ainepitoisuuksilla kunnostuksen ollessa kesken.

Työn tilaajana on Algol Oy, jossa yhteyshenkilönä toimii Johannes Bargum. Golder Associates Oy:ssä kohteen projektipäällikkönä toimii Hannu Hautakangas, riskinarviosta vastaavat Sonja Suni ja Pekka Lindroos.

### 1.2 Tehtävän rajaus

Kohde sijaitsee kaavamuutosalueella. Tämän riskinarvion tarkoituksena on selvittää, ovatko kunnostukselle asetetut tavoitepitoisuudet riittävät myös kaavamuutoksessa suunniteltu käyttö huomioiden. Kunnostuksen tavoitepitoisuuksia asetettaessa on jo otettu huomioon haitta-aineiden kulkeutuminen orsi- tai pohjaveden mukana rakennuskaivantoihin tai kunnostussuunnittelun aikana tiedossa olleille lähimmille asuinrakennuksille. Tämä riskinarvio täydentää aiemmin tehtyä arviota ((Maaperän ja pohjaveden pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi – alustava riskitarkastelu, 6.11.2014) tarkastelemalla haitta-aineiden kulkeutumista kaavasuunnittelussa esitettyjen uudisrakennusten sisäilmaan ja sitä, ovatko kunnostuksen tavoitepitoisuudet riittäviä kun rakentaminen alkaa nyt kunnostettavalla alueella.

Tämän riskinarvion laatimisajankohtana käytettävissä oli 31.3.2017 päivätty asemakaavarunko. Asemakaavarungon mukaan ”Ydinkeskustan korttelit sijoittuvat välittömästi aseman ympärille eri liikennemuotojen muodostamaan solmukohtaan, hubiin. Palvelut sijoitetaan pääasiassa keskustakortteleihin”. Asemakaavarungon mukaan kohdealue kuuluu keskustapalvelukortteleiden C2-vyöhykkeeseen, jossa kerrosluku on 6-8 ja liike- ja toimitilojen määrä vähintään 5 % kerrosalasta.

Tämän hetkisten suunnitelmien mukaan kohdealueelle rakennettavien kerrostalojen ensimmäisiin kerroksiin tulee liike- tai toimistotiloja ja kellarikerroksiin mahdollisesti pysäköintitiloja. Tarkastelussa oletetaan, että kohdealueelle rakennettavien kerrostalojen alimmissa kerroksissa on liike- tai toimistotiloja. Herkkyystarkasteluna tarkastellaan lisäksi tilannetta, jossa alimpaan kerrokseen sijoitetaan asuintiloja.

Säteilyturvakeskuksen julkaisussa Asuntojen radonkorjaaminen (Arvela ym., 2012) mainitaan, että uusien energiansäästöön liittyvien määräysten johdosta kerrostaloasuntoihin on vuoden 2003 jälkeen alettu asentaa lämmöntalteenotolla varustettuja ilmanvaihtojärjestelmiä. Uusilla laitteilla asuntojen alipainetasot jäävät huomattavasti alhaisemmiksi kuin koneellisella poistoilmanvaihdolla varustetuissa asunnoissa, jolloin alapohjan kautta tulevan korvausilman määrä vähenee selvästi. Tarkastelussa oletetaan, että rakennettavien talojen alla ei sijaitse ryömintätalaa tai radon-putkistoa, ja että vuotoilman määrä alapohjan betonilaatan läpi on 60 cm<sup>3</sup>/s tarkastelualueella (100 m<sup>2</sup>), eli SOILIRISK-oppaassa annetun vaihteluvälin alempi raja (vähäinen riski).

Viimeistään rakentamisen aikana orsivedessä tai sen pinnan yläpuolella olevat haitta-aineet poistetaan, joten tässä riskinarviossa tarkastellaan ainoastaan pohjavedessä esiintyviä haitta-aineita.

## 2.0 MAAPERÄ- JA POHJAVESITIEDOT

### 2.1 Maaperä

Tarkastelualueella maanpinta on kohteessa tasolla +25...+26 m. Maan pintakerros (1-2 m) on täyttöhiekkaa. Pintakerroksen alla esiintyy pääsääntöisesti savea ja/tai silttiä. Savi-/silttikerroksen pinta on noin tasolla +24...+25 m. Savi/silttikerros ei ole yhtenäinen, sillä kohdekiinteistöllä on 1950 - 1960 -lukuilla kaivettu savea keramiikkatehtaan käyttöön. Savikerroksen paksuus on n. 2-7 m. Savi-/silttikerroksen alla on kivistä hiekkaa tai moreenia.

Kohde sijaitsee kalliokohoumien ympäröimässä syvänteessä, jossa kallio on noin 21 m syvyydellä maanpinnasta. Kallion pinnan tasossa on huomattavaa vaihtelua eikä kaikkia kallion pinnan muotoja tunneta tarkasti.

### 2.2 Pohja- ja orsivesi

Kohteessa esiintyvä savi-/silttikerros pidättää yläpuolelleen orsivettä. Savi/silttikerroksen alapuolella on paremmin vettä johtava pohjavesikerros.

Alueella, jossa kloorattuja alifaattisia hiilivetyjä on todettu, orsiveden pinta on noin tasolla +24,3...+24,9 m eli n. 1-2 m maan pinnasta. Pohjavesi on paineellista ja painetaso on tehtyjen tutkimusten aikana ollut tasolla noin +23,8...+24,4 m, eli hieman orsiveden pintaa alempana.

Pinnantasojen perusteella orsiveden virtaussuunta on tarkastellulla alueella etelään ja pohjaveden kaakkoon. Haitta-aineiden ei ole todettu levinneen laajalle alueelle, mikä viittaa siihen, että orsi- ja pohjaveden virtaus on hidasta.

Kohteen maaperä- ja pohjavesitiedot on esitetty tarkemmin esimerkiksi kunnostuksen yleissuunnitelmassa (Golder Associates Oy, 28.10.2014).

## 3.0 SISÄILMARISKI

### 3.1 Laskentaohjelma

Kulkeutumis- ja altistuslaskelmiin käytettiin RISC 5.0 -ohjelmaa. Ohjelmalla laskettiin haitta-aineiden kulkeutumista veden ja ilman mukana sekä altistumista hengityksen kautta. Kulkeutumis- ja altistuslaskelmien tuloksena saatiin mm. sisäilman ja pohjaveden pitoisuuksia sekä altistuksen määriä, kuten pitkäaikainen keskimääräinen päivittäinen annos CADD (Chronic Average Daily Dose) ja elinikäinen keskimääräinen päivittäinen annos LADD (Lifetime Average Daily Dose). RISC 5.0 -ohjelman avulla saadaan laskettua maaperän tai pohjaveden haitta-aineista aiheutuva lisäsyöpäriski ja muu terveysriski vertaamalla em. altistuslaskelmien tuloksia (CADD ja LADD) haitattomiksi todettuihin vertailuarvoihin.

Syöpävaarallisten aineiden osalta koko altistusaikana muodostunut annos jaetaan eliniällä, jolloin saadaan keskimääräinen päivittäinen annos koko eliniälle. Näin ollen yksittäisen vuoden sisäilmapitoisuudet voivat olla selvästi korkeampia kuin vastaavat vertailuarvot (TCA, CRinhal). Tämä on kuitenkin hyväksyttävää, koska syöpäriskin osalta tarkastellaan elinikäisiä vaikutuksia. Lisäsyöpäriskiä voidaan pitää hyväksyttävänä, jos lisäsyöpäriski on  $< 1,0 \cdot 10^{-5}$ .

Terveysriskin osalta pitkäaikaista keskimääräistä päivittäistä annosta (CADD) verrataan haitta-ainekohtaiseen vertailuarvoon. Muu terveysriski ilmaistaan riski-indeksin HI (Hazard Index) avulla. Se kuvaa terveysriskin esiintymisen hyväksyttävyyttä (muu kuin syöpä) lasketuilla pitoisuuksilla ja altistuksilla haitattomaan pitoisuuteen tai annokseen verrattuna. Terveysriskiä voidaan pitää hyväksyttävänä jos  $HI < 1$ . Altistumista kuvaava annos CADD lasketaan Risc-laskentaohjelmassa seitsemän vuoden maksimiarvojen keskiarvona (korkein 7 vuoden keskiarvo). Mikäli pitoisuudet/annokset eivät pysy samana, voivat yksittäisen vuoden maksimipitoisuudet/annokset olla selvästi korkeampia kuin vastaavat vertailuarvot. Tämä on kuitenkin

hyväksyttävää, koska tarkastellaan pitkäaikaisia vaikutuksia, jolloin yksittäisen vuoden pitoisuuksilla ei ole niin suurta merkitystä.

## 3.2 Lähtötiedot

Laskennassa käytetyt lähtötiedot valittiin varovaisuusperiaatteen mukaisesti ja on kuvattu alla. Lisäksi laskenta sisältää herkkyystarkastelun, jossa tarkastellaan tilannetta olettaen lähtöoletuksia herkempi käyttö ja maaperän ominaisuudet, jolloin haitta-aineet kulkeutuvat oletettua helpommin.

Tämänhetkisten suunnitelmien mukaan kohteen alueelle tulevien uudisrakennusten ensimmäiseen kerrokseen tulee liike- ja toimitiloja ja kellarikerrokseen mahdollisesti pysäköintitiloja. Laskennan lähtökohtana tarkasteltiin tilannetta, jossa uudisrakennusten alimmassa kerroksessa sijaitsee liike- ja toimitiloja. Mahdollinen pysäköintitila alentaa riskiä edelleen, mutta koska ei ole varmuutta tuleeko pysäköintitiloja kaikkiin tarkastelualueen rakennuksiin, tätä ei tarkastella erikseen. Pohjaveden oletettiin sijaitsevan 0,5 m etäisyydellä alapohjasta.

Klooratuista alifaattisista hiilivedyistä käytetyt lyhenteet ovat seuraavat:

- Tetrakloorieteeni = PCE
- Trikloorieteeni = TCE
- Dikloorieteeni = DCE
- Vinyylidikloridi = VC
- Trikloorietaani = TCA
- Dikloorietaani = DCA

Laskennan lähtöpitoisuuksina käytettiin pohjavedelle annettuja haitta-aineiden kunnostustavoitepitoisuuksia (Golder Associates Oy, 16.12.2014. Algol Oy, Kunnostuksen yleissuunnitelma). *cis*- ja *trans*-1,2-DCE:n ominaisuudet ovat niin samankaltaiset, että Suomessa niitä ei ole viranomaisten taholta käsitelty erikseen. Samoin tehdään näissä laskelmissa, lähtöpitoisuutena laskennoissa käytetään *cis*- ja *trans*-1,2-DCE:n tavoitepitoisuuksien summaa. Pohjavettä kunnostetaan kohteessa biologisesti reduktiivisen deklorinaation kautta. Reduktiivisessa deklorinaatiossa korkeammin klooratuista yhdisteistä (PCE, TCE) muodostuu ensin vähemmän kloorattuja yhdisteitä (DCE, VC) ja lopulta eteeniä. Reduktiivisessa deklorinaatiossa muodostuva DCE on lähes yksinomaan *cis*-muotoista. Kohteessa on todettu *trans*-DCE:tä enimmillään 0,073 mg/l helmikuussa 2017 ja lokakuussa 2018 maksimipitoisuus oli 0,055 mg/l. *trans*-DCE:n tavoitepitoisuus on todettua pitoisuutta korkeampi (0,09 mg/l), jolloin DCE:n osalta laskenta yliarvioi todellista riskiä.

Haitta-aineiden vertailuarvoina käytettiin Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta -oppaassa (Ympäristöministeriö 2014) esitettyjä hengitysilman sallittuja enimmäispitoisuuksia pitkäaikaisessa altistuksessa (TCA-arvo, Tolerable Concentration in Air) niiden haitta-aineiden osalta, joille sellainen on annettu. Muiden haitta-aineiden osalta vertailukohtana käytetään RISC 5.0 -ohjelman vertailuarvoja. Ohjelma käyttää pääasiassa Yhdysvaltojen ympäristöviranomaisten (US EPA) asettamia vertailuarvoja (RfC, Reference Concentration).

Vajovesivyöhykkeen maalajin oletettiin olevan hiekkaa ja pohjaveden etäisyyden alapohjan alapinnasta 0,5 m. Kapillaarivyöhykkeen oletettiin olevan silttiä. Kapillaarivyöhyke on veden pinnan tason yläpuolinen maa, joka voi olla kapillaarisen veden nousemisen vuoksi kosteaa. Muut kulkeutumislaskennan parametrit olivat RISC 5.0 -ohjelman oletusarvoja (liite A).

Altistumislaskennassa käytettiin Maaperän kynnys- ja ohjearvot -julkaisussa (Reinikainen 2007) esitettyjä altistusparametrejä. Altistujina käsiteltiin liike- tai toimitilojen tulevia työntekijöitä. Tällöin sisäilmapitoisuuksien vertailuarvona voidaan käyttää asuintiloja lyhyempien altistusaikojen vuoksi TCA-/RfC-arvoa kerrottuna kertoimella 4,2 (8 h/vrk, 5 vrk/vko, 25 v, Reinikainen 2007). Herkkyystarkastelussa tarkasteltiin myös asuinkäyttöä, jossa altistujina käsiteltiin aikuis- ja lapsiasukasta (n. 22 h/vrk, 7 vrk/vko, 350 vrk/v, aikuinen 24 v, lapsi 6 v).

Laskennassa oletetaan pohjavesipitoisuuksien pysyvän muuttumattomia koko tarkastelujakson ajan (100 vuotta) ja kattavan koko rakennuksen pinta-alan.

Laskentojen lähtötiedot ja tulokset on esitetty liitteessä A.

### 3.3 Laskennan tulokset

Taulukossa 1 on esitetty laskennan lähtöpitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet sekä lisäsyöpäriski tai muun terveysriskin riski-indeksi.

**Taulukko 1: Sisäilmariskilaskennan lähtöpitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet, vertailuarvot sekä laskennallinen lisäsyöpäriski ja muun terveysriskin indeksi. Lisäsyöpäriskin hyväksyttävä taso on  $< 1 * 10^{-5}$ . Muun terveysriskin riski-indeksin hyväksyttävä taso on  $< 1$ .**

Haitta-aine	Lähtöpitoisuus mg/l	Eliniän keskimääräinen sisäilmapitoisuus/ sisäilmapitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,2*TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lisäsyöpä-riski	Muu terveysriski HI
PCE	0,007	0,66	250	1 050		<0,001
TCE	0,012	0,13	23	97	$0,001 * 10^{-5}$	
DCE	0,18	19	30	126		0,14
1,1,1-TCA	0,075	6,0	5 000	21 000		<0,001
1,1,2-TCA	0,016	0,03	0,625	2,63	$0,01 * 10^{-5}$	
1,1-DCA	0,07	0,61	6,25	26	$0,02 * 10^{-5}$	
VC	0,0001	0,08	0,36	1,51	$0,05 * 10^{-5}$	
<i>Yht.</i>		26,5			$0,09 * 10^{-5}$	0,14

Taulukon 1 tuloksista voidaan todeta, että laskennan perusteella haitta-aineille asetetuilla tavoitepitoisuuksilla kohteessa ei muodostu sisäilmariskiä nykyisten kunnostustavoitteiden mukaisilla pitoisuuksilla. Lisäsyöpäriski sekä muun terveysriskin riski-indeksi ovat hyväksytyllä tasolla ( $< 1 * 10^{-5}$ , HI  $< 1$ ).

### 3.4 Herkkyystarkastelut

#### 3.4.1 Tilanne 1 – liiketila, hiekka

Herkkyystarkasteluna tarkasteltiin tilannetta, jossa kapillaarivyöhykkeen maalaji on hiekkaa, jolloin haitta-aineet voivat kulkeutua helpommin maakerroksen läpi. Muut laskennan parametrit olivat samoja kuin varsinaisessa tarkastelussa.

**Taulukko 2: Herkkyystarkastelun lähtötiedot, vertailuarvot ja tulokset. Kapillaarivyöhykkeen maalajina hiekka. Lisäsyöpäriskin hyväksyttävä taso on  $< 1 * 10^{-5}$ . Muun terveysriskin riski-indeksin hyväksyttävä taso on  $< 1$ .**

Haitta-aine	Lähtöpitoisuus mg/l	Eliniän keskimääräinen sisäilmapitoisuus/ sisäilmapitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,2*TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lisäsyöpä-riski	Muu terveysriski HI
PCE	0,007	3,2	250	1 050		0,003
TCE	0,012	0,6	23	97	$0,006 * 10^{-5}$	
DCE	0,18	86	30	126		0,65
1,1,1-TCA	0,075	28	5 000	21 000		0,001
1,1,2-TCA	0,016	0,11	0,625	2,63	$0,04 * 10^{-5}$	
1,1-DCA	0,07	2,8	6,25	26	$0,11 * 10^{-5}$	
VC	0,0001	0,35	0,36	1,51	$0,24 * 10^{-5}$	
<i>Yht.</i>		<i>121</i>			$0,39 * 10^{-5}$	<i>0,66</i>

Taulukon 2 tulosten mukaan sisäilmariskiä ei synny myöskään siinä tapauksessa, että kapillaarivyöhykkeen maalaji on hiekkaa.

### 3.4.2 Tilanne 2 – asuintila, siltti

Herkkyystarkasteluna tarkasteltiin myös tilannetta, jossa uudisrakennuksen alimpaan kerrokseen sijoitettaisiin liike- ja toimitilojen lisäksi asuintiloja. Altistujina tarkasteltiin lapsi- ja aikuisasukasta, altistumislaskennassa käytettiin Maaperän kynnys- ja ohjearvot -julkaisussa (Reinikainen 2007) esitettyjä altistusparametrejä.

Taulukossa 3 on esitetty laskennan lähtöpitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet sekä lisäsyöpäriski tai muun terveysriskin riski-indeksi, kun kapillaarivyöhykkeen maalajina käytettiin silttiä ja alimmassa kerroksessa sijaitsee asuintiloja. Laskennan tulokset on esitetty sille altistumisajalle, jolla riski muodostuu suurimmaksi eli tässä tapauksessa aikuiselle. Aikuiselle riski muodostuu pidemmän altistusajan (24 vuotta koko eliniästä) takia suuremmaksi kuin lapsella (altistusaika 6 vuotta koko eliniästä).

**Taulukko 3: Sisäilmariskinlaskennan lähtöpitoisuudet, sisäilmapitoisuudet sekä riskit, kapillaarivyöhykkeen maalajina siltti. Alimmassa kerroksessa asuintiloja. Lisäsyöpäriskin hyväksyttävä taso on  $< 1 * 10^{-5}$ . Muun terveysriskin riski-indeksin hyväksyttävä taso on  $< 1$ .**

Haitta-aine	Lähtöpitoisuus mg/l	Eliniän keskimääräinen sisäilmapitoisuus/ sisäilmapitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lisäsyöpä-riski	Muu terveysriski HI
PCE	0,007	0,66	250		0,002
TCE	0,012	0,13	23	$0,005 * 10^{-5}$	
DCE	0,18	19	30		0,57
1,1,1-TCA	0,075	6,0	5 000		0,001
1,1,2-TCA	0,016	0,03	0,625	$0,04 * 10^{-5}$	
1,1-DCA	0,07	0,61	6,25	$0,09 * 10^{-5}$	
VC	0,0001	0,08	0,36	$0,19 * 10^{-5}$	
<i>Yht.</i>				$0,33 * 10^{-5}$	<i>0,58</i>



Taulukon 3 tuloksista voidaan todeta, että sisäilmariskiä uudisrakennuksen mahdollisille asukkaille ei muodostu myöskään siinä tapauksessa, että alimmassa kerroksessa sijaitsee asuntoja, kun kapillaarivyöhykkeen maalajina on siltti.

### 3.4.3 Tilanne 3 – asuintila, hiekka

Taulukossa 4 on esitetty laskennan lähtöpitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet sekä lisäsyöpäriski tai muun terveysriskin riski-indeksi, kun kapillaarivyöhykkeen maalajina käytettiin hiekkaa ja alimmassa kerroksessa sijaitsee asuintiloja. Tämä tilanne edustaa nk. worst case -tilannetta. Laskennan tulokset on esitetty sille altistumisajalle, jolla riski muodostuu suurimmaksi eli tässä tapauksessa aikuiselle. Aikuiselle riski muodostuu pidemmän altistusajan (24 vuotta koko eliniästä) takia suuremmaksi kuin lapsella (altistusaika 6 vuotta koko eliniästä).

**Taulukko 4: Sisäilmariskinlaskennan lähtöpitoisuudet, sisäilmapitoisuudet sekä riskit, kapillaarivyöhykkeen maalajina hiekka. Alimmassa kerroksessa asuintiloja. Lisäsyöpäriskin hyväksyttävä taso on  $< 1 \cdot 10^{-5}$ . Muun terveysriskin riski-indeksin hyväksyttävä taso on  $< 1$ .**

Haitta-aine	Lähtöpitoisuus mg/l	Eliniän keskimääräinen sisäilmapitoisuus/ sisäilmapitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lisäsyöpä-riski	Muu terveysriski HI
PCE	0,007	3,2	250		0,012
TCE	0,012	0,6	23	$0,024 \cdot 10^{-5}$	
DCE	0,18	86	30		<b>2,6</b>
1,1,1-TCA	0,075	28	5 000		0,005
1,1,2-TCA	0,016	0,11	0,625	$0,16 \cdot 10^{-5}$	
1,1-DCA	0,070	2,8	6,25	$0,42 \cdot 10^{-5}$	
VC	0,0001	0,35	0,36	$0,90 \cdot 10^{-5}$	
Yht.				<b><math>1,5 \cdot 10^{-5}</math></b>	<b>2,6</b>

Worst case -tilanteessa rakennuksen sisäilmaan on laskelmien mukaan mahdollista päätyä haitta-aineita sellaisina pitoisuuksina, että sisäilmariskin hyväksytyt tasot ylittyvät. Haitta-aineista dikloorieteeni, vinyyliloriidi sekä dikloorietaani aiheuttavat suurimman osan mahdollisesta riskistä. *trans*-DCE:n pitoisuus on tosin jo kunnostuksen tässä vaiheessa alle tavoitetason, joten laskenta yliarvioi DCE:n osalta muodostuvaa riskiä.

*cis*- ja *trans*-DCE:t ovat PCE:n ja TCE:n hajoamisen välituotteita. Biologisessa hajoamisessa muodostuu lähes yksinomaan *cis*-DCE:tä, joten on epätodennäköistä, että kohteeseen muodostuisi *trans*-DCE:tä tavoitepitoisuudet ylittäviä pitoisuuksia. Lokakuussa 2018 *trans*-DCE:n pitoisuus ylitti pitoisuuden 0,01 mg/l ainoastaan neljässä tarkkailupisteessä, maksimipitoisuus oli 0,055 mg/l. *trans*-DCE:n keskiarvopitoisuus kaikissa tarkkailuputkissa oli 0,006 mg/l. Jos herkkyytarkastelun worst case -laskennassa (tilanne 3, asuintilat alimmassa kerroksessa, hiekka kapillaarikerroksen maalajina) oletetaan *trans*-DCE:n pitoisuudeksi 0,01 mg/l ja muut laskentaparametrit pysyvät samoina, worst case -tilanteen muun terveysriskin riski-indeksiksi saadaan 1,5.

Tarkastelussa laskettiin lisäksi, millä vuotoilman määrällä worst case -tilanteessakaan ei muodostu sisäilmariskiä haitta-aineiden tavoitepitoisuuksilla (*trans*-DCE:n pitoisuus 0,01 mg/l). Laskennan mukaan haitta-aineiden muodostama lisäsyöpäriski ja muu terveysriski pysyvät sallitulla tasolla, kun vuotoilman määrä maaperästä sisäilmaan on enintään 22 cm<sup>3</sup>/s tarkasteltua pinta-alaa kohti (100 m<sup>2</sup>).

## 4.0 NYKYISET HAITTA-AINEPITOISUUDET

Kohteen orsi- ja pohjavettä kunnostetaan vaiheittain. Kunnostusta on toistaiseksi tehty radan pohjoispuolella. Radan eteläpuolisen alueen kunnostus on tarkoitus aloittaa vuoden 2019 keväällä.

### 4.1 Kunnostusalue, pohjoinen

Taulukossa 5 on esitetty radan pohjoispuolisen alueen tämänhetkiset haitta-aineiden maksimi- ja keskiarvopitoisuudet. Taulukossa on esitetty myös kunnostuksen tavoitepitoisuudet. Tällä alueella pohjaveden kunnostus on ollut käynnissä kesäkuusta 2016.

**Taulukko 5: Haitta-aineiden keskiarvo- ja maksimipitoisuudet radan pohjoispuolella lokakuussa 2018 sekä kunnostuksen tavoitepitoisuudet.**

Haitta-aine	Keskiarvopitoisuus lokakuu 2018 mg/l	Maksimipitoisuus lokakuu 2018 mg/l	Tavoitepitoisuus mg/l
PCE	0,0005	0,002	0,007
TCE	0,001	0,007	0,012
<i>cis</i> -DCE	0,048	<b>0,456</b>	0,09
<i>trans</i> -DCE	0,002	0,012	0,09
1,1,1-TCA	0,007	0,041	0,075
1,1,2-TCA	<0,0003	<0,002	0,016
1,1-DCA	<b>0,099</b>	<b>0,845</b>	0,070
VC	<b>0,017</b>	<b>0,165</b>	0,0001
Kloorietaani	0,18	0,58	

Taulukon pitoisuuksista voidaan todeta, että muiden haitta-aineiden paitsi 1,1-DCA:n, *cis*-DCE:n ja vinyylikloridin keskiarvo- ja maksimipitoisuudet ovat jo nyt kunnostuksen tavoitepitoisuuksia alemmalla tasolla. Myös *cis*-DCE:n keskiarvopitoisuus alittaa tavoitepitoisuuden. Kohteessa on kunnostuksen myötä muodostunut myös kloorietaania, joka on dikloorietaanin hajoamisen välituote. Kunnostussuunnitelmassa ei asetettu kloorietaanille kunnostuksen tavoitepitoisuutta. Kloorietaani ei ole terveydelle kovinkaan haitallinen aine, eikä sille ole annettu Suomessa TCA-arvoa. Yhdysvaltojen ympäristöviranomaisten antama hengitysilman viitearvo (RfC) kloorietaanille on 10 000 µg/m<sup>3</sup>. Kloorietaanin todetuista pitoisuuksista ei muodostu haittaa.

Haitta-aineiden tämänhetkiset leviämäkuvat on esitetty liitteessä B.

Riskilaskenta tehtiin muutoin kuten luvussa 3, tuleva käyttö huomioiden, mutta pitoisuuksina käytettiin tämänhetkisiä pitoisuuksia. Tämän avulla voidaan tarkastella mitkä kohteessa esiintyvistä aineista ovat kriittisimpiä tuleva käyttö huomioiden. Kohteeseen jo aiemmin vuonna 2014 tehdyn riskinarvioinnin (Maaperän ja pohjaveden pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi – alustava riskitarkastelu, 6.11.2014) mukaisesti haitta-aineista ei muodostu riskiä alueen nykyisessä käytössä. Taulukossa 6 on esitetty laskennan lähtöpitoisuudet (tämänhetkiset keskiarvopitoisuudet), laskennalliset sisäilmapitoisuudet sekä lisäsyöpäriski tai muun terveysriskin riski-indeksi. Laskennassa oletettiin alimmassa kerroksessa sijaitsevan liiketiloja ja kapillaarivyöhykkeen olevan silttiä.

**Taulukko 6: Tämänhetkiset keskiarvopitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet, vertailuarvot sekä laskennallinen lisäsyöpäriski ja muun terveysriskin indeksi. Lisäsyöpäriskin hyväksyttävä taso on  $< 1 * 10^{-5}$ . Muun terveysriskin riski-indeksin hyväksyttävä taso on  $< 1$ .**

Haitta-aine	Lähtöpitoisuus mg/l	Eliniän keskimääräinen sisäilmapitoisuus/ sisäilmapitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,2*TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lisäsyöpä-riski	Muu terveysriski HI
PCE	0,0005	0,05	250	1 050		<0,001
TCE	0,0012	0,01	23	97	$<0,001 * 10^{-5}$	
DCE	0,050	5,2	30	126		0,04
1,1,1-TCA	0,007	0,6	5 000	21 000		<0,001
1,1,2-TCA	0,0003	<0,001	0,625	2,63	$<0,001 * 10^{-5}$	
1,1-DCA	0,099	0,9	6,25	26	$0,03 * 10^{-5}$	
VC	0,017	13	0,36	1,51	$8,6 * 10^{-5}$	
Yht.		19,8			$8,6 * 10^{-5}$	0,04

Taulukon 6 tuloksista voidaan todeta, että radan pohjoispuolella pohjaveden tämänhetkisillä keskiarvopitoisuuksilla riskiä voi laskennan perusteella tulevassa käytössä muodostua ainoastaan vinyylikloridin osalta. Muiden haitta-aineiden osalta sekä lisäsyöpäriski että muun terveysriskin riski-indeksit ovat hyväksytyllä tasolla ( $< 1 * 10^{-5}$ , HI  $< 1$ ). Vinyylikloridi on korkeammin kloorattujen eteenien viimeinen välituote ennen suhteellisen haitatonta eteeniä. Vinyylikloridia lukuun ottamatta haitta-aineiden lisäsyöpäriskit ja muun terveysriskin riski-indeksit ovat niin alhaisia, että sisäilmariskiä ei muodostuisi myöskään tämän hetkisillä maksimipitoisuuksilla.

## 4.2 Kunnostusalue, etelä

Taulukossa 7 on esitetty radan eteläpuolisen alueen tämänhetkiset haitta-aineiden maksimi- ja keskiarvopitoisuudet. Taulukossa on esitetty myös kunnostuksen tavoitepitoisuudet. Tällä alueella pohjaveden kunnostus ei ole vielä käynnistynyt.

**Taulukko 7: Haitta-aineiden keskiarvo- ja maksimipitoisuudet lokakuussa 2018 sekä kunnostuksen tavoitepitoisuudet.**

Haitta-aine	Keskiarvopitoisuus lokakuu 2018 mg/l	Maksimipitoisuus lokakuu 2018 mg/l	Tavoitepitoisuus mg/l
PCE	<0,002	<0,002	0,007
TCE	<b>0,030</b>	<b>0,082</b>	0,012
<i>cis</i> -DCE	<b>0,583</b>	<b>2,2</b>	0,09
<i>trans</i> -DCE	0,014	0,055	0,09
1,1,1-TCA	0,001	0,002	0,075
1,1,2-TCA	0,003	0,008	0,016
1,1-DCA	<b>2,0</b>	<b>8,4</b>	0,070
VC	<b>0,233</b>	<b>0,848</b>	0,0001
Kloorietaani	0,009	0,010	

Taulukon tuloksista voidaan todeta, että TCE:n, *cis*-DCE:n, 1,1-DCA:n ja vinyylikloridin keskiarvo- ja maksimipitoisuudet ylittävät kunnostuksen tavoitepitoisuudet.

Riskilaskenta tehtiin muutoin kuten luvussa 3, tuleva käyttö huomioiden, mutta pitoisuuksina käytettiin tämänhetkisiä pitoisuuksia. Taulukossa 8 on esitetty laskennan lähtöpitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet sekä lisäsyöpäriski tai muun terveysriskin riski-indeksi. Laskennassa oletettiin alimmassa kerroksessa sijaitsevan liiketiloja ja kapillaarivyöhykkeen olevan silttiä.

**Taulukko 8: Tämänhetkiset keskiarvopitoisuudet, laskennalliset sisäilmapitoisuudet, vertailuarvot sekä laskennallinen lisäsyöpäriski ja muun terveysriskin indeksi. Lisäsyöpäriskin hyväksyttävä taso on  $< 1 \cdot 10^{-5}$ . Muun terveysriskin riski-indeksin hyväksyttävä taso on  $< 1$ .**

Haitta-aine	Lähtöpitoisuus mg/l	Eliniän keskimääräinen sisäilmapitoisuus/ sisäilmapitoisuus $\mu\text{g}/\text{m}^3$	TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,2*TCA/RfC $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Lisäsyöpä-riski	Muu terveysriski HI
PCE	0,001	0,09	250	1 050		<0,001
TCE	0,030	0,32	23	97	$<0,001 \cdot 10^{-5}$	
DCE	0,597	62	30	126		0,48
1,1,1-TCA	0,001	0,08	5 000	21 000		<0,001
1,1,2-TCA	0,003	0,005	0,625	2,63	$<0,001 \cdot 10^{-5}$	
1,1-DCA	2,0	18	6,25	26	$0,67 \cdot 10^{-5}$	
VC	0,233	180	0,36	1,51	$120 \cdot 10^{-5}$	
Yht.		260			$121 \cdot 10^{-5}$	0,04

Taulukon 8 tuloksista voidaan todeta, että radan eteläpuolella pohjaveden tämänhetkisillä keskiarvopitoisuuksilla riskiä voi laskennan perusteella tulevassa käytössä muodostua ainoastaan vinyylidikloridin todetuista pitoisuuksista. Muiden haitta-aineiden osalta sekä lisäsyöpäriski että muun terveysriskin riski-indeksit ovat hyväksytyllä tasolla ( $< 1 \cdot 10^{-5}$ , HI  $< 1$ ). Vinyylidikloridi on korkeammin kloorattujen eteenien viimeinen väliaine ennen suhteellisen haitatonta eteeniä. Jos lähtöpitoisuuksina käytettäisiin tämän hetkisiä maksimipitoisuuksia, sisäilmariskiä muodostuisi myös DCE:n ja 1,1-DCA:n pitoisuuksista.

## 5.0 TULOSTEN TARKASTELU

Kohteeseen on aiemmin laadittu riskinarvio, jonka perusteella todetuista haitta-aineista ei muodostu riskiä nykyisessä käytössä. Lisäksi kohteen kunnostustavoitteet on asetettu siten, että alueen rakentamisen aikana ei muodostu työturvallisuusriskiä kaivantoihin kulkeutuvasta haitta-ainepitoisesta vedestä eikä haitta-aineet leviä etäämmälle esimerkiksi alikulkutunneleiden rakentamisen aikana, jos rakentaminen muuttaa pohjaveden virtausolosuhteita merkittävästi. Tässä riskinarviossa tarkasteltiin ovatko kohteen kunnostukselle asetetut tavoitepitoisuudet riittäviä myös kaavamuutoksessa suunniteltu käyttö huomioiden. Laskennassa tarkasteltiin tilannetta, jossa alimpaan kerrokseen on sijoitettu kaavamuutoksen mukaisesti liike- tai toimitiloja. Lisäksi herkkystarkasteluna tarkasteltiin tilannetta, jossa alimmassa kerroksessa sijaitsee myös asuintiloja.

Laskennan perusteella riskiä ei muodostu, kun kaikkien tarkasteltavien haitta-aineiden pitoisuudet pohjavedessä ovat tavoitepitoisuuksiensa tasolla. Näin ollen kohteen pohjavedelle esitetyt kunnostustavoitepitoisuudet ovat riittävät myös suunniteltu käyttö huomioiden. Tämän hetkisillä pitoisuuksilla laskettuna radan pohjoispuolella, jossa kunnostus on ollut käynnissä kesäkuusta 2016 alkaen, laskennallinen riski muodostuu enää vinyylidikloridin pitoisuuksista. Radan eteläpuolella, jossa kunnostusta ei ole vielä aloitettu, laskennallinen riski muodostuu DCE:n, 1,1-DCA:n ja VC:n tämänhetkisillä maksimipitoisuuksilla.

Ainoastaan siinä tapauksessa, että rakennuksen alimmassa kerroksessa sijaitsevat asuintiloja ja pohjavesikerroksen yläpuolinen kapillaarivyöhyke koostuisi ainoastaan hiekasta, on laskennan mukaan mahdollista, että tavoitepitoisuuksista päätyy sisäilmaan sallittua suurempia pitoisuuksia haitta-aineita. Toiseen

kerrokseen ei tässäkään tapauksessa muodostu haitallisia pitoisuuksia. Kyseinen tilanne edustaa nk. worst case -tilannetta eli pahinta mahdollista tilannetta. Laskennassa on varovaisuusperiaatteen mukaan käytetty kohtalaisen konservatiivisia oletuksia, joten todellisuudessa sisäilmaan päätyvät pitoisuudet ovat todennäköisesti laskennallisia vähäisempiä. Jos vuotoilman määrää on maksimissaan 22 cm<sup>3</sup>/s (rakennuksen oletuspinta-ala 100 m<sup>2</sup>) ja *trans*-DCE:n pitoisuus on maksimissaan 0,01 mg/l, sisäilmariskiä ei muodostu edes worst case -skenaarion tapauksessa.

Pohjavesi on kohdealueella paineellista ja täyttöhiekan alapuolinen hienojakoisen maa-aineksen kerros rajoittaa pohjaveden pinnantasoa. Pohjavesi virtaa hienojakoisen kerroksen alapuolisessa, karkearakeisemmassa kerroksessa, n. 10 m syvyydellä maanpinnasta. Tämä tarkoittaa sitä, että haitta-aineet esiintyvät lähellä maanpintaa ainoastaan lähdealueella ja sen välittömässä läheisyydessä. Kauempana lähdealueesta pohjaveden haitta-aineiden arvioidaan sijaitsevan syvemmillä maanpinnasta hienojakoisen kerroksen alapuolella, jolloin edellä esitettyä worst case -skenaariota ei voi esiintyä.

Tässä riskinarviossa on oletettu, että kohteeseen rakennettavien uudisrakennusten alapuolella ei ole esimerkiksi radon-putkistoa tai muita rakenteita, jotka voisivat rajoittaa haitta-aineiden kulkeutumista maaperästä sisäilmaan. Mikäli tällaisia rakenteita kohteeseen on tulossa, pohjavedessä todetut pitoisuudet eivät arvion mukaan aiheuta riskiä lähdealueella myöskään worst case -tapauksessa. Esim. radon-putkisto ja -imuri vähentävät sisäilmaan päätyviä pitoisuuksia keskimäärin n. 85 % (Arvela ym., 2012). Rakennuksen pohjan tiiveys on myös oletettu tavanomaiseksi. Jos rakennukseen tulee laskennan oletuksia tiiviimpi pohjarakenne, tämäkin rajoittaa haitta-aineiden kulkeutumista sisäilmaan. Mikäli rakennukseen tulee maanalainen pysäköintitila, pysäköintitilan tuuletus riittää myös poistamaan haitalliset pitoisuudet pysäköintitilan ja sen yläpuolisen tilan sisäilmasta. Mikäli uudisrakennuksiin tulee jokin esimerkiksi edellä mainittu haitta-aineiden kulkeutumista rajoittava rakenne, pohjaveteen voitaisiin sallia tavoitepitoisuuksia korkeampia pitoisuuksia ilman, että niistä aiheutuisi riskiä sisäilman kautta.

Tässä esitettyä laskentaa ja kohteen olosuhteita (maalaji, haitta-aineiden pitoisuudet ja esiintymissyvyys, lattiarakenteen tiiveys) suositellaan tarkennettavaksi mikäli:

- uudisrakennusten alimpaan kerrokseen sijoitetaan asuintiloja, rakennuksen kohdalla kapillaarivyöhyke muodostuu hiekasta ja jäännöspitoisuudet ovat yli 20 % tavoitepitoisuuksien tasosta, tai
- kunnostuksen tavoitepitoisuudet pohjavedessä suunniteltujen rakennusten alueilla ylittyvät merkittävästi.

Riskilaskennan perusteella merkittävimpiä riskiin vaikuttavia tekijöitä pitoisuuksien lisäksi ovat haitta-aineiden esiintymissyvyys pohjavedessä, kapillaarivyöhykkeen maalaji sekä pohjarakenteen tiiveys. Mitä syvemmillä (etäämmällä nyt eniten pilaantuneesta kohdasta) haitta-aineet esiintyvät ja mitä hienojakoisemmasta maa-aineksestä kapillaarivyöhyke muodostuu, sitä vähemmän haitta-aineita kulkeutuu rakennukseen. Näitä koskevia tietoja suositellaan tarkennettavaksi, mikäli haitta-ainepitoisen pohjaveden alueelle rakennettaviin taloihin suunnitellaan asuinrakentamista ensimmäiseen kerrokseen. Tämän hetkisillä pitoisuuksilla (lokakuu 2018) laskettuna sisäilmariskiä voi vielä muodostua DCE:n, 1,1-DCA:n ja VC:n pitoisuuksista.

## 6.0 TALOUSVESI JA SALAOJAVEDET

Kloorattuja alifaattisia hiilivetyjä voi kulkeutua muovisen talousvesiputken läpi vähäisiä määriä. Koska aineet esiintyvät pohjavedessä laimeina pitoisuuksina, riski haitta-aineiden kulkeutumisesta talousveteen arvioidaan vähäiseksi. Mikäli alueelle, jolla kloorattuja alifaattisia hiilivetyjä esiintyy, rakennetaan talousvesijohtoja, kulkeutuminen voidaan estää käyttämällä haitta-aineita läpäisemätöntä putkimateriaalia.

Mikäli alueelle, jolla kloorattuja alifaattisia hiilivetyjä esiintyy, uudisrakennuksiin rakennetaan kuivatusratkaisuja/salaojia, on mahdollista, että salaojavedessä esiintyy alhaisia pitoisuuksia haitta-aineita. Pitoisuuksia voi esiintyä, jos kuivatusjärjestelmä kerää pohjavettä sellaiselta alueelta, jolla haitta-aineita esiintyy.

Tyypillisesti salaojavedet johdetaan hulevesijärjestelmän kautta esimerkiksi ojiin tai imeytetään maahan. Mahdollisten alhaisten kuivatusvesiin muodostuvien pitoisuuksien ei arvioida aiheuttavan riskiä, koska pohjaveden jäännöspitoisuudet laimenevat edelleen hulevesijärjestelmässä ja mahdolliset vedestä haihtuvat yhdisteet kulkeutuvat alhaisina pitoisuuksina ulkoilmaan.

## 7.0 JOHTOPÄÄTÖKSET

Riskinarvioinnin johtopäätöksenä voidaan todeta, että pohjaveden pitoisuuksien ollessa kunnostuksen tavoitepitoisuuksien tasolla tai alhaisemmat ei kohteeseen suunniteltujen uudisrakennusten asukkaille tai niissä työskenteleville henkilöille muodostu sisäilman hengityksen kautta riskiä. Herkkyystarkastelussa ns. worst case-tilanteessa (ei maanalaista pysäköintitilaa, kapillaarivyöhyke hiekkaa, ensimmäisessä kerroksessa asuintiloja) muodostui laskennallinen riski. Laskennassa on varovaisuusperiaatteen mukaan käytetty kohtalaisen konservatiivisia oletuksia, joten todellisuudessa sisäilmaan päätyvät pitoisuudet ovat todennäköisesti laskennallisia vähäisempiä. Haitta-aineiden esiintyminen ei siis sulje pois mahdollisuutta sijoittaa myös asuintiloja rakennusten ensimmäiseen kerrokseen.

On mahdollista, että pitoisuudet voivat olla jopa jossain määrin nykyisiä tavoitepitoisuuksia korkeammat, mikäli esimerkiksi rakennuksen pohjarakenne on tässä arviossa esitettyä tiiviimpi tai rakennukseen tehdään esimerkiksi kellarikerrokseen pysäköintitila.

Haitta-aineet esiintyvät pohjavedessä noin 2 m maan pinnan tason alapuolella eikä niille voi altistua suoran kosketuksen kautta. Siten haitta-aineet eivät rajoita esimerkiksi leikkipaikkojen, puistojen tai kaupunkiviljelmien sijoittamista alueelle. Altistumista haitta-aineille ei tapahdu myöskään ihmisten oleskellessa ulkotiloissa, pihoilla, alikulkutunneleissa, pysäköintitiloissa tms., joissa ilmanvaihto on aina huomattavasti sisätiloja parempaa.

Aineiden pitoisuudet alenevat pohjavedessä edelleen ajan myötä myös kunnostuksen päätyttyä. Sen jälkeen, kun kohteessa on saavutettu kunnostuksen tavoitepitoisuudet ja alue on rakennettu tulevaan käyttöön, haitta-aineista ei aiheudu terveysriskiä tai muuta haittaa myöhemminkään, vaikka alueella tehtäisiin muutoksiakin (esim. rakennusten purku, kunnallistekniikan uusiminen, ratatyöt, tms.).

## 8.0 VIITTEET

Arvela ym. 2012. Asuntojen radonkorjaaminen. STUK-A252/Maaliskuu 2012.

Reinikainen, J., 2007. Maaperän kynnys- ja ohjearvojen määrittäminen. Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2007.

Ympäristöministeriö, 2014. Pilaantuneen maa-alueen riskinarviointi ja kestävä riskinhallinta. Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014.

## Allekirjoitus

### Golder Associates Oy



Sonja Suni

Riskinarvioasiantuntija, TkT



Pekka Lindroos

Laadunvarmistus

FI09825906 (Helsinki,Suomi)

Konalantie 47 B, 00390 Helsinki, Suomi

LIITE A

# RISC 5.0 -laskentojen lähtötiedot ja tulokset



## Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

### Model Description:

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)

Saturated zone model (dissolved phase source)

\*\*\*

Lens not used

Unsaturated Zone Properties Beneath Building		
Total porosity	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,8E-01
Water content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	5,4E-02
Air content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,3E-01
Distance from groundwater to building	m	5,0E-01
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

Capillary Fringe		
Thickness of the capillary fringe	cm	1,6E+02
Air content	-	1,1E-01
Water content	-	3,8E-01

Building Parameters		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	-	1,0E-03
Porosity in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	2,5E-01
Water content in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	1,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,0E+01
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m <sup>3</sup>	2,5E+02
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil (soil gas flux into building)	l/min	3,6E+00
Qsoil in m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	2,2E-01

Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]		
Dichloroethane (1,1)	mg/l	7,0E-02
Dichloroethylene (cis 1,2)	mg/l	1,8E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/l	7,0E-03
Trichloroethane (1,1,1)	mg/l	7,5E-02
Trichloroethane (1,1,2)	mg/l	1,6E-02
Trichloroethylene (TCE)	mg/l	1,2E-02
Vinyl Chloride	mg/l	1,0E-04

Chemical Properties	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Diffusion coefficient in air	cm <sup>2</sup> /s	7,4E-02	8,9E-02	7,0E-02	7,8E-02	7,8E-02	7,6E-02	8,3E-02
Diffusion coefficient in water	cm <sup>2</sup> /s	1,1E-05	8,9E-06	6,8E-06	8,8E-06	8,8E-06	7,6E-06	1,1E-05
Solubility	mg/l	5,1E+03	7,8E+02	1,2E+02	1,3E+03	4,4E+03	1,2E+03	4,3E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic carbon partition coefficient)	L/kg	3,2E+01	6,6E+01	2,6E+02	1,1E+02	5,0E+01	1,1E+02	3,6E+01
Henry's Law coefficient	m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O)/(m <sup>3</sup> -air	2,3E-01	8,2E-01	9,3E-01	7,1E-01	3,7E-02	2,8E-01	1,9E+01
Molecular weight	g/mol	9,9E+01	9,7E+01	1,7E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,3E+02	6,3E+01



**Summary of Input Data for Risk Calculation**

**Description:** Reinikaisen arvot  
**Date:** 11-07-2018 14:16:14

Receptors:
Worker - Upper Percentile

Routes:
Inhalation of Indoor Air

Chemicals:
Dichloroethane (1,1)
Dichloroethylene (cis 1,2)
Tetrachloroethylene (PCE)
Trichloroethane (1,1,1)
Trichloroethane (1,1,2)
Trichloroethylene (TCE)
Vinyl Chloride

**Exposure Parameters**

Exposure Pathway	Units	Worker - Upper Percentile
Body weight	kg	70
Averaging time for carcinogens	yr	70
Exposure duration	yr	25

Inhalation of Indoor Air	Units	Worker - Upper Percentile
Exposure frequency for indoor air	events/yr	250
Time indoors	hr/d	8
Inhalation rate indoors	m3/hr	0,83

**Slope Factors and Reference Doses**

Chemical	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Unit risk factor	1/(ug/m3)	1,60E-06	ND	ND	ND	1,60E-05	4,30E-07	2,80E-05
Reference Concentration	mg/m3	ND	3,00E-02	0,25	5	ND	ND	ND

**Exposure Point Concentrations for Modeled Media**

Obtained from Fate and Transport Output

For carcinogenic risk, concentrations are averaged over the exposure duration (ED).

For non-carcinogenic risk, concentrations are averaged over the minimum of 7 years or the ED.

Modeled Concentrations for Indoor Air Exposure Point Concentration for Carcinogens								
Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Carcinogens								
Worker - Upper Percentile	2,50E+01	1,79E-03	1,88E-02	6,61E-04	5,99E-03	7,88E-05	3,75E-04	2,21E-04

Modeled Concentrations for Indoor Air Exposure Point Concentration for Non-Carcinogens								
Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Non-Carcinogens								
Worker - Upper Percentile	7,00E+00	1,79E-03	1,88E-02	6,61E-04	5,99E-03	7,88E-05	3,75E-04	2,21E-04

**SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK**

Receptor 1:

Worker - Upper Percentile

<b>Chemical</b>	<b>Inhalation of Indoor Air</b>	<b>TOTAL</b>
Dichloroethane (1,1)	2,3E-07	<b>2,3E-07</b>
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	<b>ND</b>
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethane (1,1,1)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethane (1,1,2)	1,0E-07	<b>1,0E-07</b>
Trichloroethylene (TCE)	1,3E-08	<b>1,3E-08</b>
Vinyl Chloride	5,0E-07	<b>5,0E-07</b>
<b>TOTAL</b>	<b>8,5E-07</b>	<b>8,5E-07</b>

**SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS**

Receptor 1:

Worker - Upper Percentile

<b>Chemical</b>	<b>Inhalation of Indoor Air</b>	<b>TOTAL</b>
Dichloroethane (1,1)	ND	<b>ND</b>
Dichloroethylene (cis 1,2)	1,4E-01	<b>1,4E-01</b>
Tetrachloroethylene (PCE)	6,0E-04	<b>6,0E-04</b>
Trichloroethane (1,1,1)	2,7E-04	<b>2,7E-04</b>
Trichloroethane (1,1,2)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethylene (TCE)	ND	<b>ND</b>
Vinyl Chloride	ND	<b>ND</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,4E-01</b>	<b>1,4E-01</b>

## Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

### Model Description:

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)

Saturated zone model (dissolved phase source)

\*\*\*

Lens not used

Unsaturated Zone Properties Beneath Building		
Total porosity	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,8E-01
Water content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	5,4E-02
Air content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,3E-01
Distance from groundwater to building	m	5,0E-01
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

Capillary Fringe		
Thickness of the capillary fringe	cm	1,7E+01
Air content	-	1,2E-01
Water content	-	2,5E-01

Building Parameters		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	-	1,0E-03
Porosity in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	2,5E-01
Water content in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	1,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,0E+01
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m <sup>3</sup>	2,5E+02
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil (soil gas flux into building)	l/min	3,6E+00
Qsoil in m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	2,2E-01

Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]		
Dichloroethane (1,1)	mg/l	7,0E-02
Dichloroethylene (cis 1,2)	mg/l	1,8E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/l	7,0E-03
Trichloroethane (1,1,1)	mg/l	7,5E-02
Trichloroethane (1,1,2)	mg/l	1,6E-02
Trichloroethylene (TCE)	mg/l	1,2E-02
Vinyl Chloride	mg/l	1,0E-04

Chemical Properties	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethylene (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Diffusion coefficient in air	cm <sup>2</sup> /s	7,4E-02	8,9E-02	7,0E-02	7,8E-02	7,8E-02	7,6E-02	8,3E-02
Diffusion coefficient in water	cm <sup>2</sup> /s	1,1E-05	8,9E-06	6,8E-06	8,8E-06	8,8E-06	7,6E-06	1,1E-05
Solubility	mg/l	5,1E+03	7,8E+02	1,2E+02	1,3E+03	4,4E+03	1,2E+03	4,3E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic carbon partition coefficient)	L/kg	3,2E+01	6,6E+01	2,6E+02	1,1E+02	5,0E+01	1,1E+02	3,6E+01
Henry's Law coefficient	m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O)/(m <sup>3</sup> -air	2,3E-01	8,2E-01	9,3E-01	7,1E-01	3,7E-02	2,8E-01	1,9E+01
Molecular weight	g/mol	9,9E+01	9,7E+01	1,7E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,3E+02	6,3E+01



**Summary of Input Data for Risk Calculation**

Description:

Reinikaisen  
arvot

Date:

11-07-2018  
15:37:10**Receptors:**

Worker - Upper Percentile

**Routes:**

Inhalation of Indoor Air

**Chemicals:**Dichloroethane (1,1)  
Dichloroethylene (cis 1,2)  
Tetrachloroethylene (PCE)  
Trichloroethane (1,1,1)  
Trichloroethane (1,1,2)  
Trichloroethylene (TCE)  
Vinyl Chloride**Exposure Parameters**

Exposure Pathway	Units	Worker - Upper Percentile
Body weight	kg	70
Averaging time for carcinogens	yr	70
Exposure duration	yr	25

Inhalation of Indoor Air	Units	Worker - Upper Percentile
Exposure frequency for indoor air	events/yr	250
Time indoors	hr/d	8
Inhalation rate indoors	m3/hr	0,83

**Slope Factors and Reference Doses**

Chemical	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Unit risk factor	1/(ug/m3)	1,60E-06	ND	ND	ND	1,60E-05	4,30E-07	2,80E-05
Reference Concentration	mg/m3	ND	3,00E-02	0,25	5	ND	ND	ND

**Exposure Point Concentrations for Modeled Media**

Obtained from Fate and Transport Output

For carcinogenic risk, concentrations are averaged over the exposure duration (ED).

For non-carcinogenic risk, concentrations are averaged over the minimum of 7 years or the ED.

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Carcinogens								
Worker - Upper Percentile	2,50E+01	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Non-Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Non-Carcinogens								
Worker - Upper Percentile	7,00E+00	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03

**SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK**

Receptor 1:

Worker - Upper Percentile

<b>Chemical</b>	<b>Inhalation of Indoor Air</b>	<b>TOTAL</b>
Dichloroethane (1,1)	1,1E-06	1,1E-06
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	4,2E-07	4,2E-07
Trichloroethylene (TCE)	6,1E-08	6,1E-08
Vinyl Chloride	2,4E-06	2,4E-06
<b>TOTAL</b>	<b>3,9E-06</b>	<b>3,9E-06</b>

**SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS**

Receptor 1:

Worker - Upper Percentile

<b>Chemical</b>	<b>Inhalation of Indoor Air</b>	<b>TOTAL</b>
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	6,5E-01	6,5E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	2,9E-03	2,9E-03
Trichloroethane (1,1,1)	1,3E-03	1,3E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>6,6E-01</b>	<b>6,6E-01</b>



## Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

### Model Description:

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)

Saturated zone model (dissolved phase source)

\*\*\*

Lens not used

Unsaturated Zone Properties Beneath Building		
Total porosity	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,8E-01
Water content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	5,4E-02
Air content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,3E-01
Distance from groundwater to building	m	5,0E-01
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

Capillary Fringe		
Thickness of the capillary fringe	cm	1,6E+02
Air content	-	1,1E-01
Water content	-	3,8E-01

Building Parameters		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	-	1,0E-03
Porosity in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	2,5E-01
Water content in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	1,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,0E+01
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m <sup>3</sup>	2,5E+02
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil (soil gas flux into building)	l/min	3,6E+00
Qsoil in m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	2,2E-01

Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]		
Dichloroethane (1,1)	mg/l	7,0E-02
Dichloroethylene (cis 1,2)	mg/l	1,8E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/l	7,0E-03
Trichloroethane (1,1,1)	mg/l	7,5E-02
Trichloroethane (1,1,2)	mg/l	1,6E-02
Trichloroethylene (TCE)	mg/l	1,2E-02
Vinyl Chloride	mg/l	1,0E-04

Chemical Properties	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Diffusion coefficient in air	cm <sup>2</sup> /s	7,4E-02	8,9E-02	7,0E-02	7,8E-02	7,8E-02	7,6E-02	8,3E-02
Diffusion coefficient in water	cm <sup>2</sup> /s	1,1E-05	8,9E-06	6,8E-06	8,8E-06	8,8E-06	7,6E-06	1,1E-05
Solubility	mg/l	5,1E+03	7,8E+02	1,2E+02	1,3E+03	4,4E+03	1,2E+03	4,3E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic carbon partition coefficient)	L/kg	3,2E+01	6,6E+01	2,6E+02	1,1E+02	5,0E+01	1,1E+02	3,6E+01
Henry's Law coefficient	m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O)/(m <sup>3</sup> -air	2,3E-01	8,2E-01	9,3E-01	7,1E-01	3,7E-02	2,8E-01	1,9E+01
Molecular weight	g/mol	9,9E+01	9,7E+01	1,7E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,3E+02	6,3E+01



**Summary of Input Data for Risk Calculation**

**Description:** Reinikaisen arvot  
**Date:** 11-02-2018 16:06:38

Receptors:
Child Resident - Upper Percentile
Adult Resident - Upper Percentile
Risk results ARE NOT added for carcinogens

Routes:
Inhalation of Indoor Air

Chemicals:
Dichloroethane (1,1)
Dichloroethylene (cis 1,2)
Tetrachloroethylene (PCE)
Trichloroethane (1,1,1)
Trichloroethane (1,1,2)
Trichloroethylene (TCE)
Vinyl Chloride

**Exposure Parameters**

Exposure Pathway	Units	Child Resident - Upper Percentile	Adult Resident - Upper Percentile
Body weight	kg	15	70
Averaging time for carcinogens	yr	70	70
Exposure duration	yr	6	24

Inhalation of Indoor Air	Units	Child Resident - Upper Percentile	Adult Resident - Upper Percentile
Exposure frequency for indoor air	events/yr	350	350
Time indoors	hr/d	21,1	22,9
Inhalation rate indoors	m3/hr	0,32	0,83

**Slope Factors and Reference Doses**

Chemical	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Unit risk factor	1/(ug/m3)	1,60E-06	ND	ND	ND	1,60E-05	4,30E-07	2,80E-05
Reference Concentration	mg/m3	ND	3,00E-02	0,25	5	ND	ND	ND

**Exposure Point Concentrations for Modeled Media**

Obtained from Fate and Transport Output

For carcinogenic risk, concentrations are averaged over the exposure duration (ED).

For non-carcinogenic risk, concentrations are averaged over the minimum of 7 years or the ED.

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Carcinogens								
Child Resident - Upper Percentile	6,00E+00	1,79E-03	1,88E-02	6,61E-04	5,99E-03	7,88E-05	3,75E-04	2,21E-04
Adult Resident - Upper Percentile	2,40E+01	1,79E-03	1,88E-02	6,61E-04	5,99E-03	7,88E-05	3,75E-04	2,21E-04

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Non-Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Non-Carcinogens								
Child Resident - Upper Percentile	6,00E+00	1,79E-03	1,88E-02	6,61E-04	5,99E-03	7,88E-05	3,75E-04	2,21E-04
Adult Resident - Upper Percentile	7,00E+00	1,79E-03	1,88E-02	6,61E-04	5,99E-03	7,88E-05	3,75E-04	2,21E-04

**SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK**

Receptor 1:

Child Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	2,1E-07	2,1E-07
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	9,1E-08	9,1E-08
Trichloroethylene (TCE)	1,2E-08	1,2E-08
Vinyl Chloride	4,5E-07	4,5E-07
<b>TOTAL</b>	<b>7,6E-07</b>	<b>7,6E-07</b>

Receptor 2:

Adult Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	9,0E-07	9,0E-07
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	4,0E-07	4,0E-07
Trichloroethylene (TCE)	5,1E-08	5,1E-08
Vinyl Chloride	1,9E-06	1,9E-06
<b>TOTAL</b>	<b>3,3E-06</b>	<b>3,3E-06</b>

**SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS**

Receptor 1:

Child Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	5,3E-01	5,3E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	2,2E-03	2,2E-03
Trichloroethane (1,1,1)	1,0E-03	1,0E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>5,3E-01</b>	<b>5,3E-01</b>

Receptor 2:

Adult Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	5,7E-01	5,7E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	2,4E-03	2,4E-03
Trichloroethane (1,1,1)	1,1E-03	1,1E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>5,8E-01</b>	<b>5,8E-01</b>

## Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model

### Model Description:

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)

Saturated zone model (dissolved phase source)

\*\*\*

Lens not used

Unsaturated Zone Properties Beneath Building		
Total porosity	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,8E-01
Water content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	5,4E-02
Air content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,3E-01
Distance from groundwater to building	m	5,0E-01
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

Capillary Fringe		
Thickness of the capillary fringe	cm	1,7E+01
Air content	-	1,2E-01
Water content	-	2,5E-01

Building Parameters		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	-	1,0E-03
Porosity in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	2,5E-01
Water content in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	1,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,0E+01
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m <sup>3</sup>	2,5E+02
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil (soil gas flux into building)	l/min	3,6E+00
Qsoil in m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	2,2E-01

Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]		
Dichloroethane (1,1)	mg/l	7,0E-02
Dichloroethylene (cis 1,2)	mg/l	1,8E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/l	7,0E-03
Trichloroethane (1,1,1)	mg/l	7,5E-02
Trichloroethane (1,1,2)	mg/l	1,6E-02
Trichloroethylene (TCE)	mg/l	1,2E-02
Vinyl Chloride	mg/l	1,0E-04

Chemical Properties	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Diffusion coefficient in air	cm <sup>2</sup> /s	7,4E-02	8,9E-02	7,0E-02	7,8E-02	7,8E-02	7,6E-02	8,3E-02
Diffusion coefficient in water	cm <sup>2</sup> /s	1,1E-05	8,9E-06	6,8E-06	8,8E-06	8,8E-06	7,6E-06	1,1E-05
Solubility	mg/l	5,1E+03	7,8E+02	1,2E+02	1,3E+03	4,4E+03	1,2E+03	4,3E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic carbon partition coefficient)	L/kg	3,2E+01	6,6E+01	2,6E+02	1,1E+02	5,0E+01	1,1E+02	3,6E+01
Henry's Law coefficient	m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O)/(m <sup>3</sup> -air	2,3E-01	8,2E-01	9,3E-01	7,1E-01	3,7E-02	2,8E-01	1,9E+01
Molecular weight	g/mol	9,9E+01	9,7E+01	1,7E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,3E+02	6,3E+01



**Summary of Input Data for Risk Calculation**

**Description:** Reinikaisen arvot  
**Date:** 11-08-2018 15:47:01

Receptors:
Child Resident - Upper Percentile
Adult Resident - Upper Percentile
Risk results ARE NOT added for carcinogens

Routes:
Inhalation of Indoor Air

Chemicals:
Dichloroethane (1,1)
Dichloroethylene (cis 1,2)
Tetrachloroethylene (PCE)
Trichloroethane (1,1,1)
Trichloroethane (1,1,2)
Trichloroethylene (TCE)
Vinyl Chloride

**Exposure Parameters**

Exposure Pathway	Units	Child Resident - Upper Percentile	Adult Resident - Upper Percentile
Body weight	kg	15	70
Averaging time for carcinogens	yr	70	70
Exposure duration	yr	6	24

Inhalation of Indoor Air	Units	Child Resident - Upper Percentile	Adult Resident - Upper Percentile
Exposure frequency for indoor air	events/yr	350	350
Time indoors	hr/d	21,1	22,9
Inhalation rate indoors	m3/hr	0,32	0,83

**Slope Factors and Reference Doses**

Chemical	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Unit risk factor	1/(ug/m3)	1,60E-06	ND	ND	ND	1,60E-05	4,30E-07	2,80E-05
Reference Concentration	mg/m3	ND	3,00E-02	0,25	5	ND	ND	ND

**Exposure Point Concentrations for Modeled Media**

Obtained from Fate and Transport Output

For carcinogenic risk, concentrations are averaged over the exposure duration (ED).

For non-carcinogenic risk, concentrations are averaged over the minimum of 7 years or the ED.

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Carcinogens								
Child Resident - Upper Percentile	6,00E+00	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03
Adult Resident - Upper Percentile	2,40E+01	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Non-Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Non-Carcinogens								
Child Resident - Upper Percentile	6,00E+00	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03
Adult Resident - Upper Percentile	7,00E+00	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03

**SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK**

Receptor 1:

Child Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	9,6E-07	9,6E-07
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	3,8E-07	3,8E-07
Trichloroethylene (TCE)	5,4E-08	5,4E-08
Vinyl Chloride	2,1E-06	2,1E-06
<b>TOTAL</b>	<b>3,5E-06</b>	<b>3,5E-06</b>

Receptor 2:

Adult Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	4,2E-06	4,2E-06
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	1,6E-06	1,6E-06
Trichloroethylene (TCE)	2,4E-07	2,4E-07
Vinyl Chloride	9,0E-06	9,0E-06
<b>TOTAL</b>	<b>1,5E-05</b>	<b>1,5E-05</b>

**SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS**

Receptor 1:

Child Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	2,4E+00	2,4E+00
Tetrachloroethylene (PCE)	1,1E-02	1,1E-02
Trichloroethane (1,1,1)	4,7E-03	4,7E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>2,4E+00</b>	<b>2,4E+00</b>

Receptor 2:

Adult Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	2,6E+00	2,6E+00
Tetrachloroethylene (PCE)	1,2E-02	1,2E-02
Trichloroethane (1,1,1)	5,1E-03	5,1E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>2,6E+00</b>	<b>2,6E+00</b>



**Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model****Model Description:**

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)

Saturated zone model (dissolved phase source)

\*\*\*

Lens not used

<b>Unsaturated Zone Properties Beneath Building</b>		
Total porosity	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,8E-01
Water content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	5,4E-02
Air content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,3E-01
Distance from groundwater to building	m	5,0E-01
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

<b>Capillary Fringe</b>		
Thickness of the capillary fringe	cm	1,7E+01
Air content	-	1,2E-01
Water content	-	2,5E-01

<b>Building Parameters</b>		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	-	1,0E-03
Porosity in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	2,5E-01
Water content in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	1,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,0E+01
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m <sup>3</sup>	2,5E+02
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil (soil gas flux into building)	l/min	3,6E+00
Qsoil in m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	2,2E-01

<b>Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]</b>		
Dichloroethane (1,1)	mg/l	7,0E-02
Dichloroethylene (cis 1,2)	mg/l	1,8E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/l	7,0E-03
Trichloroethane (1,1,1)	mg/l	7,5E-02
Trichloroethane (1,1,2)	mg/l	1,6E-02
Trichloroethylene (TCE)	mg/l	1,2E-02
Vinyl Chloride	mg/l	1,0E-04

<b>Chemical Properties</b>	<b>Units</b>	<b>Dichloroethane (1,1)</b>	<b>Dichloroethylene (cis 1,2)</b>	<b>Tetrachloroethylene (PCE)</b>	<b>Trichloroethane (1,1,1)</b>	<b>Trichloroethylene (1,1,2)</b>	<b>Trichloroethylene (TCE)</b>	<b>Vinyl Chloride</b>
Diffusion coefficient in air	cm <sup>2</sup> /s	7,4E-02	8,9E-02	7,0E-02	7,8E-02	7,8E-02	7,6E-02	8,3E-02
Diffusion coefficient in water	cm <sup>2</sup> /s	1,1E-05	8,9E-06	6,8E-06	8,8E-06	8,8E-06	7,6E-06	1,1E-05
Solubility	mg/l	5,1E+03	7,8E+02	1,2E+02	1,3E+03	4,4E+03	1,2E+03	4,3E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic carbon partition coefficient)	L/kg	3,2E+01	6,6E+01	2,6E+02	1,1E+02	5,0E+01	1,1E+02	3,6E+01
Henry's Law coefficient	m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O)/(m <sup>3</sup> -air	2,3E-01	8,2E-01	9,3E-01	7,1E-01	3,7E-02	2,8E-01	1,9E+01
Molecular weight	g/mol	9,9E+01	9,7E+01	1,7E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,3E+02	6,3E+01



**Summary of Input Data for Risk Calculation**

**Description:** Reinikaisen arvot  
**Date:** 11-08-2018 15:47:01

Receptors:
Child Resident - Upper Percentile
Adult Resident - Upper Percentile
Risk results ARE NOT added for carcinogens

Routes:
Inhalation of Indoor Air

Chemicals:
Dichloroethane (1,1)
Dichloroethylene (cis 1,2)
Tetrachloroethylene (PCE)
Trichloroethane (1,1,1)
Trichloroethane (1,1,2)
Trichloroethylene (TCE)
Vinyl Chloride

**Exposure Parameters**

Exposure Pathway	Units	Child Resident - Upper Percentile	Adult Resident - Upper Percentile
Body weight	kg	15	70
Averaging time for carcinogens	yr	70	70
Exposure duration	yr	6	24

Inhalation of Indoor Air	Units	Child Resident - Upper Percentile	Adult Resident - Upper Percentile
Exposure frequency for indoor air	events/yr	350	350
Time indoors	hr/d	21,1	22,9
Inhalation rate indoors	m3/hr	0,32	0,83

**Slope Factors and Reference Doses**

Chemical	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Unit risk factor	1/(ug/m3)	1,60E-06	ND	ND	ND	1,60E-05	4,30E-07	2,80E-05
Reference Concentration	mg/m3	ND	3,00E-02	0,25	5	ND	ND	ND

**Exposure Point Concentrations for Modeled Media**

Obtained from Fate and Transport Output

For carcinogenic risk, concentrations are averaged over the exposure duration (ED).

For non-carcinogenic risk, concentrations are averaged over the minimum of 7 years or the ED.

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Carcinogens								
Child Resident - Upper Percentile	6,00E+00	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03
Adult Resident - Upper Percentile	2,40E+01	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Non-Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Non-Carcinogens								
Child Resident - Upper Percentile	6,00E+00	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03
Adult Resident - Upper Percentile	7,00E+00	8,29E-03	8,56E-02	3,19E-03	2,81E-02	3,25E-04	1,75E-03	1,03E-03

**SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK**

Receptor 1:

Child Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	9,6E-07	9,6E-07
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	3,8E-07	3,8E-07
Trichloroethylene (TCE)	5,4E-08	5,4E-08
Vinyl Chloride	2,1E-06	2,1E-06
<b>TOTAL</b>	<b>3,5E-06</b>	<b>3,5E-06</b>

Receptor 2:

Adult Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	4,2E-06	4,2E-06
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	1,6E-06	1,6E-06
Trichloroethylene (TCE)	2,4E-07	2,4E-07
Vinyl Chloride	9,0E-06	9,0E-06
<b>TOTAL</b>	<b>1,5E-05</b>	<b>1,5E-05</b>

**SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS**

Receptor 1:

Child Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	2,4E+00	2,4E+00
Tetrachloroethylene (PCE)	1,1E-02	1,1E-02
Trichloroethane (1,1,1)	4,7E-03	4,7E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>2,4E+00</b>	<b>2,4E+00</b>

Receptor 2:

Adult Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	2,6E+00	2,6E+00
Tetrachloroethylene (PCE)	1,2E-02	1,2E-02
Trichloroethane (1,1,1)	5,1E-03	5,1E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>2,6E+00</b>	<b>2,6E+00</b>

**Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model****Model Description:**

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)

Saturated zone model (dissolved phase source)

\*\*\*

Lens not used

<b>Unsaturated Zone Properties Beneath Building</b>		
Total porosity	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,8E-01
Water content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	5,4E-02
Air content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,3E-01
Distance from groundwater to building	m	5,0E-01
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

<b>Capillary Fringe</b>		
Thickness of the capillary fringe	cm	1,7E+01
Air content	-	1,2E-01
Water content	-	2,5E-01

<b>Building Parameters</b>		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	-	1,0E-03
Porosity in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	2,5E-01
Water content in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	1,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,0E+01
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m <sup>3</sup>	2,5E+02
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil (soil gas flux into building)	l/min	1,3E+00
Qsoil in m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	7,9E-02

<b>Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]</b>		
Dichloroethane (1,1)	mg/l	7,0E-02
Dichloroethylene (cis 1,2)	mg/l	1,0E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/l	7,0E-03
Trichloroethane (1,1,1)	mg/l	7,5E-02
Trichloroethane (1,1,2)	mg/l	1,6E-02
Trichloroethylene (TCE)	mg/l	1,2E-02
Vinyl Chloride	mg/l	1,0E-04

<b>Chemical Properties</b>	<b>Units</b>	<b>Dichloroethane (1,1)</b>	<b>Dichloroethylene (cis 1,2)</b>	<b>Tetrachloroethylene (PCE)</b>	<b>Trichloroethane (1,1,1)</b>	<b>Trichloroethane (1,1,2)</b>	<b>Trichloroethylene (TCE)</b>	<b>Vinyl Chloride</b>
Diffusion coefficient in air	cm <sup>2</sup> /s	7,4E-02	8,9E-02	7,0E-02	7,8E-02	7,8E-02	7,6E-02	8,3E-02
Diffusion coefficient in water	cm <sup>2</sup> /s	1,1E-05	8,9E-06	6,8E-06	8,8E-06	8,8E-06	7,6E-06	1,1E-05
Solubility	mg/l	5,1E+03	7,8E+02	1,2E+02	1,3E+03	4,4E+03	1,2E+03	4,3E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organochlorine carbon partition coefficient)	L/kg	3,2E+01	6,6E+01	2,6E+02	1,1E+02	5,0E+01	1,1E+02	3,6E+01
Henry's Law coefficient	m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O)/(m <sup>3</sup> -air	2,3E-01	8,2E-01	9,3E-01	7,1E-01	3,7E-02	2,8E-01	1,9E+01
Molecular weight	g/mol	9,9E+01	9,7E+01	1,7E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,3E+02	6,3E+01

**Summary of Input Data for Risk Calculation**

**Description:** Reinikaisen arvot  
**Date:** 11-16-2018 11:50:06

Receptors:
Child Resident - Upper Percentile
Adult Resident - Upper Percentile
Risk results ARE NOT added for carcinogens

Routes:
Inhalation of Indoor Air

Chemicals:
Dichloroethane (1,1)
Dichloroethylene (cis 1,2)
Tetrachloroethylene (PCE)
Trichloroethane (1,1,1)
Trichloroethane (1,1,2)
Trichloroethylene (TCE)
Vinyl Chloride

**Exposure Parameters**

Exposure Pathway	Units	Child Resident - Upper Percentile	Adult Resident - Upper Percentile
Body weight	kg	15	70
Averaging time for carcinogens	yr	70	70
Exposure duration	yr	6	24

Inhalation of Indoor Air	Units	Child Resident - Upper Percentile	Adult Resident - Upper Percentile
Exposure frequency for indoor air	events/yr	350	350
Time indoors	hr/d	21,1	22,9
Inhalation rate indoors	m3/hr	0,32	0,83

**Slope Factors and Reference Doses**

Chemical	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Unit risk factor	1/(ug/m3)	1,60E-06	ND	ND	ND	1,60E-05	4,30E-07	2,80E-05
Reference Concentration	mg/m3	ND	3,00E-02	0,25	5	ND	ND	ND

**Exposure Point Concentrations for Modeled Media**

Obtained from Fate and Transport Output

For carcinogenic risk, concentrations are averaged over the exposure duration (ED).

For non-carcinogenic risk, concentrations are averaged over the minimum of 7 years or the ED.

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Carcinogens								
Child Resident - Upper Percentile	6,00E+00	5,48E-03	3,01E-02	2,14E-03	1,84E-02	2,11E-04	1,15E-03	6,61E-04
Adult Resident - Upper Percentile	2,40E+01	5,48E-03	3,01E-02	2,14E-03	1,84E-02	2,11E-04	1,15E-03	6,61E-04

**Modeled Concentrations for Indoor Air****Exposure Point Concentration for Non-Carcinogens**

Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Non-Carcinogens								
Child Resident - Upper Percentile	6,00E+00	5,48E-03	3,01E-02	2,14E-03	1,84E-02	2,11E-04	1,15E-03	6,61E-04
Adult Resident - Upper Percentile	7,00E+00	5,48E-03	3,01E-02	2,14E-03	1,84E-02	2,11E-04	1,15E-03	6,61E-04



**SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK**

Receptor 1:

Child Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	6,3E-07	6,3E-07
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	2,4E-07	2,4E-07
Trichloroethylene (TCE)	3,6E-08	3,6E-08
Vinyl Chloride	1,3E-06	1,3E-06
<b>TOTAL</b>	<b>2,3E-06</b>	<b>2,3E-06</b>

Receptor 2:

Adult Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	2,8E-06	2,8E-06
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	ND
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,1)	ND	ND
Trichloroethane (1,1,2)	1,1E-06	1,1E-06
Trichloroethylene (TCE)	1,6E-07	1,6E-07
Vinyl Chloride	5,8E-06	5,8E-06
<b>TOTAL</b>	<b>9,8E-06</b>	<b>9,8E-06</b>

**SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS**

Receptor 1:

Child Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	8,5E-01	8,5E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	7,2E-03	7,2E-03
Trichloroethane (1,1,1)	3,1E-03	3,1E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>8,6E-01</b>	<b>8,6E-01</b>

Receptor 2:

Adult Resident - Upper Percentile

Chemical	Inhalation of Indoor Air	TOTAL
Dichloroethane (1,1)	ND	ND
Dichloroethylene (cis 1,2)	9,2E-01	9,2E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	7,8E-03	7,8E-03
Trichloroethane (1,1,1)	3,4E-03	3,4E-03
Trichloroethane (1,1,2)	ND	ND
Trichloroethylene (TCE)	ND	ND
Vinyl Chloride	ND	ND
<b>TOTAL</b>	<b>9,3E-01</b>	<b>9,3E-01</b>



**Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model****Model Description:**

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)

Saturated zone model (dissolved phase source)

\*\*\*

Lens not used

<b>Unsaturated Zone Properties Beneath Building</b>		
Total porosity	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,8E-01
Water content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	5,4E-02
Air content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,3E-01
Distance from groundwater to building	m	5,0E-01
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

<b>Capillary Fringe</b>		
Thickness of the capillary fringe	cm	1,6E+02
Air content	-	1,1E-01
Water content	-	3,8E-01

<b>Building Parameters</b>		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	-	1,0E-03
Porosity in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	2,5E-01
Water content in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	1,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,0E+01
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m <sup>3</sup>	2,5E+02
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil (soil gas flux into building)	l/min	3,6E+00
Qsoil in m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	2,2E-01

<b>Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]</b>		
Dichloroethane (1,1)	mg/l	9,9E-02
Dichloroethylene (cis 1,2)	mg/l	5,0E-02
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/l	5,0E-04
Trichloroethane (1,1,1)	mg/l	7,0E-03
Trichloroethane (1,1,2)	mg/l	3,0E-04
Trichloroethylene (TCE)	mg/l	1,2E-03
Vinyl Chloride	mg/l	1,7E-02

<b>Chemical Properties</b>	<b>Units</b>	<b>Dichloroethane (1,1)</b>	<b>Dichloroethylene (cis 1,2)</b>	<b>Tetrachloroethylene (PCE)</b>	<b>Trichloroethane (1,1,1)</b>	<b>Trichloroethylene (1,1,2)</b>	<b>Trichloroethylene (TCE)</b>	<b>Vinyl Chloride</b>
Diffusion coefficient in air	cm <sup>2</sup> /s	7,4E-02	8,9E-02	7,0E-02	7,8E-02	7,8E-02	7,6E-02	8,3E-02
Diffusion coefficient in water	cm <sup>2</sup> /s	1,1E-05	8,9E-06	6,8E-06	8,8E-06	8,8E-06	7,6E-06	1,1E-05
Solubility	mg/l	5,1E+03	7,8E+02	1,2E+02	1,3E+03	4,4E+03	1,2E+03	4,3E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic carbon partition coefficient)	L/kg	3,2E+01	6,6E+01	2,6E+02	1,1E+02	5,0E+01	1,1E+02	3,6E+01
Henry's Law coefficient	m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O)/(m <sup>3</sup> -air	2,3E-01	8,2E-01	9,3E-01	7,1E-01	3,7E-02	2,8E-01	1,9E+01
Molecular weight	g/mol	9,9E+01	9,7E+01	1,7E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,3E+02	6,3E+01

**Summary of Input Data for Risk Calculation**

Description: Reinikaisen arvot  
Date: 11-23-2018 12:27:38

Receptors:
Worker - Upper Percentile

Routes:
Inhalation of Indoor Air

Chemicals:
Dichloroethane (1,1)
Dichloroethylene (cis 1,2)
Tetrachloroethylene (PCE)
Trichloroethane (1,1,1)
Trichloroethane (1,1,2)
Trichloroethylene (TCE)
Vinyl Chloride

**Exposure Parameters**

Exposure Pathway	Units	Worker - Upper Percentile
Body weight	kg	70
Averaging time for carcinogens	yr	70
Exposure duration	yr	25

Inhalation of Indoor Air	Units	Worker - Upper Percentile
Exposure frequency for indoor air	events/yr	250
Time indoors	hr/d	8
Inhalation rate indoors	m3/hr	0,83

**Slope Factors and Reference Doses**

Chemical	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Unit risk factor	1/(ug/m3)	1,60E-06	ND	ND	ND	1,60E-05	4,30E-07	2,80E-05
Reference Concentration	mg/m3	ND	3,00E-02	0,25	5	ND	ND	ND

**Exposure Point Concentrations for Modeled Media**

Obtained from Fate and Transport Output

For carcinogenic risk, concentrations are averaged over the exposure duration (ED).

For non-carcinogenic risk, concentrations are averaged over the minimum of 7 years or the ED.

Modeled Concentrations for Indoor Air Exposure Point Concentration for Carcinogens								
Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Carcinogens								
Worker - Upper Percentile	2,50E+01	2,53E-03	5,23E-03	4,72E-05	5,59E-04	1,48E-06	3,75E-05	3,76E-02

Modeled Concentrations for Indoor Air Exposure Point Concentration for Non-Carcinogens								
Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Non-Carcinogens								
Worker - Upper Percentile	7,00E+00	2,53E-03	5,23E-03	4,72E-05	5,59E-04	1,48E-06	3,75E-05	3,76E-02



**SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK**

Receptor 1:

Worker - Upper Percentile

<b>Chemical</b>	<b>Inhalation of Indoor Air</b>	<b>TOTAL</b>
Dichloroethane (1,1)	3,3E-07	<b>3,3E-07</b>
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	<b>ND</b>
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethane (1,1,1)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethane (1,1,2)	1,9E-09	<b>1,9E-09</b>
Trichloroethylene (TCE)	1,3E-09	<b>1,3E-09</b>
Vinyl Chloride	8,6E-05	<b>8,6E-05</b>
<b>TOTAL</b>	<b>8,6E-05</b>	<b>8,6E-05</b>

**SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS**

Receptor 1:

Worker - Upper Percentile

<b>Chemical</b>	<b>Inhalation of Indoor Air</b>	<b>TOTAL</b>
Dichloroethane (1,1)	ND	<b>ND</b>
Dichloroethylene (cis 1,2)	4,0E-02	<b>4,0E-02</b>
Tetrachloroethylene (PCE)	4,3E-05	<b>4,3E-05</b>
Trichloroethane (1,1,1)	2,6E-05	<b>2,6E-05</b>
Trichloroethane (1,1,2)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethylene (TCE)	ND	<b>ND</b>
Vinyl Chloride	ND	<b>ND</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4,0E-02</b>	<b>4,0E-02</b>

**Summary of Input Values Used in Fate and Transport Model****Model Description:**

Source media: Groundwater (dissolved phase concentration)

Saturated zone model (dissolved phase source)

\*\*\*

Lens not used

<b>Unsaturated Zone Properties Beneath Building</b>		
Total porosity	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,8E-01
Water content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	5,4E-02
Air content	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	3,3E-01
Distance from groundwater to building	m	5,0E-01
Bioattenuation factor	-	1,0E+00

<b>Capillary Fringe</b>		
Thickness of the capillary fringe	cm	1,6E+02
Air content	-	1,1E-01
Water content	-	3,8E-01

<b>Building Parameters</b>		
Diffusion and convection considered		
Foundation thickness	cm	1,5E+01
Fraction of cracks	-	1,0E-03
Porosity in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	2,5E-01
Water content in cracks	cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup>	0,0E+00
Enclosed space floor length	m	1,0E+01
Enclosed space floor width	m	1,0E+01
Enclosed space height	m	2,5E+00
Volume of building	m <sup>3</sup>	2,5E+02
Number of air changes per hour	1/hr	5,0E-01
Qsoil (soil gas flux into building)	l/min	3,6E+00
Qsoil in m <sup>3</sup> /hr	m <sup>3</sup> /hr	2,2E-01

<b>Dissolved Source for Groundwater Model [mg/l]</b>		
Dichloroethane (1,1)	mg/l	2,0E+00
Dichloroethylene (cis 1,2)	mg/l	6,0E-01
Tetrachloroethylene (PCE)	mg/l	1,0E-03
Trichloroethane (1,1,1)	mg/l	1,0E-03
Trichloroethane (1,1,2)	mg/l	3,0E-03
Trichloroethylene (TCE)	mg/l	3,0E-02
Vinyl Chloride	mg/l	2,3E-01

<b>Chemical Properties</b>	<b>Units</b>	<b>Dichloroethane (1,1)</b>	<b>Dichloroethylene (cis 1,2)</b>	<b>Tetrachloroethylene (PCE)</b>	<b>Trichloroethane (1,1,1)</b>	<b>Trichloroethane (1,1,2)</b>	<b>Trichloroethylene (TCE)</b>	<b>Vinyl Chloride</b>
Diffusion coefficient in air	cm <sup>2</sup> /s	7,4E-02	8,9E-02	7,0E-02	7,8E-02	7,8E-02	7,6E-02	8,3E-02
Diffusion coefficient in water	cm <sup>2</sup> /s	1,1E-05	8,9E-06	6,8E-06	8,8E-06	8,8E-06	7,6E-06	1,1E-05
Solubility	mg/l	5,1E+03	7,8E+02	1,2E+02	1,3E+03	4,4E+03	1,2E+03	4,3E+02
Kd (total soil partition coefficient)	L/kg	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
KOC (organic carbon partition coefficient)	L/kg	3,2E+01	6,6E+01	2,6E+02	1,1E+02	5,0E+01	1,1E+02	3,6E+01
Henry's Law coefficient	m <sup>3</sup> -H <sub>2</sub> O)/(m <sup>3</sup> -air	2,3E-01	8,2E-01	9,3E-01	7,1E-01	3,7E-02	2,8E-01	1,9E+01
Molecular weight	g/mol	9,9E+01	9,7E+01	1,7E+02	1,3E+02	1,3E+02	1,3E+02	6,3E+01



**Summary of Input Data for Risk Calculation**

**Description:** Reinikaisen arvot  
**Date:** 11-29-2018 13:22:22

Receptors:
Worker - Upper Percentile

Routes:
Inhalation of Indoor Air

Chemicals:
Dichloroethane (1,1)
Dichloroethylene (cis 1,2)
Tetrachloroethylene (PCE)
Trichloroethane (1,1,1)
Trichloroethane (1,1,2)
Trichloroethylene (TCE)
Vinyl Chloride

**Exposure Parameters**

Exposure Pathway	Units	Worker - Upper Percentile
Body weight	kg	70
Averaging time for carcinogens	yr	70
Exposure duration	yr	25

Inhalation of Indoor Air	Units	Worker - Upper Percentile
Exposure frequency for indoor air	events/yr	250
Time indoors	hr/d	8
Inhalation rate indoors	m3/hr	0,83

**Slope Factors and Reference Doses**

Chemical	Units	Dichloroethane (1,1)	Dichloroethylene (cis 1,2)	Tetrachloroethylene (PCE)	Trichloroethane (1,1,1)	Trichloroethane (1,1,2)	Trichloroethylene (TCE)	Vinyl Chloride
Unit risk factor	1/(ug/m3)	1,60E-06	ND	ND	ND	1,60E-05	4,30E-07	2,80E-05
Reference Concentration	mg/m3	ND	3,00E-02	0,25	5	ND	ND	ND

**Exposure Point Concentrations for Modeled Media**

Obtained from Fate and Transport Output

For carcinogenic risk, concentrations are averaged over the exposure duration (ED).

For non-carcinogenic risk, concentrations are averaged over the minimum of 7 years or the ED.

Modeled Concentrations for Indoor Air Exposure Point Concentration for Carcinogens								
Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Carcinogens								
Worker - Upper Percentile	2,50E+01	5,10E-02	6,24E-02	9,44E-05	7,99E-05	1,48E-05	9,37E-04	5,15E-01

Modeled Concentrations for Indoor Air Exposure Point Concentration for Non-Carcinogens								
Receptor Description	Exposure Duration yr	Dichloroethane (1,1) mg/m3	Dichloroethylene (cis 1,2) mg/m3	Tetrachloroethylene (PCE) mg/m3	Trichloroethane (1,1,1) mg/m3	Trichloroethane (1,1,2) mg/m3	Trichloroethylene (TCE) mg/m3	Vinyl Chloride mg/m3
Non-Carcinogens								
Worker - Upper Percentile	7,00E+00	5,10E-02	6,24E-02	9,44E-05	7,99E-05	1,48E-05	9,37E-04	5,15E-01

**SUMMARY OF CARCINOGENIC RISK**

Receptor 1:

Worker - Upper Percentile

<b>Chemical</b>	<b>Inhalation of Indoor Air</b>	<b>TOTAL</b>
Dichloroethane (1,1)	6,7E-06	<b>6,7E-06</b>
Dichloroethylene (cis 1,2)	ND	<b>ND</b>
Tetrachloroethylene (PCE)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethane (1,1,1)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethane (1,1,2)	1,9E-08	<b>1,9E-08</b>
Trichloroethylene (TCE)	3,3E-08	<b>3,3E-08</b>
Vinyl Chloride	1,2E-03	<b>1,2E-03</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1,2E-03</b>	<b>1,2E-03</b>

**SUMMARY OF HAZARD QUOTIENTS**

Receptor 1:

Worker - Upper Percentile

<b>Chemical</b>	<b>Inhalation of Indoor Air</b>	<b>TOTAL</b>
Dichloroethane (1,1)	ND	<b>ND</b>
Dichloroethylene (cis 1,2)	4,8E-01	<b>4,8E-01</b>
Tetrachloroethylene (PCE)	8,6E-05	<b>8,6E-05</b>
Trichloroethane (1,1,1)	3,7E-06	<b>3,7E-06</b>
Trichloroethane (1,1,2)	ND	<b>ND</b>
Trichloroethylene (TCE)	ND	<b>ND</b>
Vinyl Chloride	ND	<b>ND</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4,8E-01</b>	<b>4,8E-01</b>



LIITE B

## Haitta-aineiden leviämäkuva





**[golder.com](http://golder.com)**