

Vastaanottaja
Pelkosenniemen kunta

Asiakirjatyyppi
Kunnostuksen riskinarvio

Päivämäärä
26.11.2020
päivitetty 26.2.2021
päivitetty 8.3.2021

PELKOSENNI EMEN KUNTA

PELKOSENNI EMEN KOULUN PI LAANTUNEEN MAAPERÄN KUNNOSTUS, LI SÄTUTKIMUKSET JA RISKI NARVIO 2021



PELKOSENNIEMEN KUNTA

Päivämäärä 8.3.2021
Laatija Anne Jokiniemi ja Hanna Tolvanen, Ramboll Finland Oy
Tarkastaja Päivi Koskela, Emilia Pöyry ja Hannu Karppi,
Ramboll Finland Oy
Hyväksyjä Panu Leinonen, Pelkosenniemen kunta
Kuvaus Pilaantuneen maaperän kunnostus, lisätutkimukset ja
riskinarvio

Viite 1510056674

SISÄLTÖ

1.	JOHDANTO	1
2.	KOHDETI EDOT	1
2.1	Sijainti ja omistus	1
2.2	Toimintahistoria, rakennukset ja rakenteet	2
2.3	Kaava ja tuleva käyttö	2
2.4	Ympäristöolosuhteet	2
2.4.1	Maaperä	2
2.4.2	Pohja- ja pintavedet	2
2.5	Aikaisemmat ympäristötekniset tutkimukset	3
3.	KUNNOSTUSTYÖN OSAPUOLET JA LÄHTÖKOHDAT	3
3.1	Työn osapuolet	3
3.2	Lähtötilanne ja kunnostustavoite	3
4.	MAAPERÄN KUNNOSTUSTOIMENPITEET	3
4.1	Toteutetut kunnostustoimenpiteet	3
4.2	Haitta-ainepitoisten maa-ainesten, jätteiden ja vesien käsittely	4
4.2.1	Maa-ainesten käsittely	4
4.2.2	Jätteiden käsittely	4
4.2.3	Kaivantovesien käsittely	4
4.3	Jäännöspitoisuudet	5
4.3.1	Näytteenotto ja analyysit	5
4.3.2	Tulokset	5
4.4	Kunnostuksen lopputulos	7
5.	LISÄTUTKIMUKSET	7
5.1	Tutkimukset ja näytteenotto	7
5.2	Laboratorioanalyysit	8
5.3	Tutkimustulokset	8
5.4	Käytetyt vertailuarvot	10
5.4.1	Maaperän pilaantuneisuuden arviointikriteerit	10
5.4.2	Pohjaveden pilaantuneisuuden arviointikriteerit	11
5.5	Haitta-ainepitoisuuksien vertailu	11
5.6	Pilaantuneisuuden arviointi	12
5.6.1	Maaperä	12
5.6.2	Pohjavesi	13
6.	RISKI NARVI O	13
6.1	Tavoitteet ja menetelmät	13
6.2	Rajaukset	13
6.3	Tarkasteltavat haitta-aineet	13
6.4	Käsitteellinen malli	14
6.5	Kulkeutumisen arviointi	14
6.5.1	Kulkeutuminen sisäilmaan – laadullinen arviointi	14
6.5.2	Kulkeutuminen sisäilmaan – laskennallinen SOILIRISK-tarkastelu	15
6.5.3	Kulkeutuminen pinta- ja pohjaveteen	19
6.6	Terveysriskien arviointi	19
6.6.1	Altistuminen sisäilman välityksellä	19
6.6.2	Altistuminen pintaveden välityksellä	19
6.7	Ekologisten riskien arviointi	19
6.8	Epävarmuustarkastelu	20
6.9	Riskinarvion johtopäätökset	21
7.	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET	21

LIITTEET

Liite 1

Piirustus 1. Jäännöspitoisuusnäytteiden keräysalueet

Piirustus 2. Lisätutkimuspistekartta, pilaantuneen alueen arvioitu laajuus

Piirustus 3. Pohjaveden pinnankorkeustiedot

Liite 2

Maanäytteiden koontitaulukko

Liite 3

Vesinäytteiden koontitaulukko

Liite 4

Pohjavesiputkikortit

Liite 5

Viikkokoosteet

Liite 6

Työmaapäiväkirja

Liite 7

Kokousmuistiot

Liite 8

Kuormakirjanpito ja esimerkki siirtoasiakirjasta

Liite 9

Laboratorion tutkimustodistukset

Liite 10

Laskentaliitteet

1. JOHDANTO

Pelkosenniemelle rakennetaan uusi koulurakennus. Pelkosenniemen vanha koulurakennus sekä sen yhteydessä oleva huoltorakennus purettiin kesällä 2020. Rakennusten purkutöiden yhteydessä maanalainen käytöstä poistettu öljysäiliö rakenteineen poistettiin maaperästä. Alueelle tehdyissä ympäristöteknisissä tutkimuksissa (PBM, 3.9.2019) öljysäiliön ympärillä todettiin pilaantuneeksi luokiteltavia maa-aineksia, jotka aiheuttivat maaperän kunnostustarpeen.

Pelkosenniemen kunnan toimeksiannosta Ramboll Finland Oy toimi ympäristöteknišenä valvojana haitta-ainepitoisen maa-aineksen puhdistustyön aikana sekä toteutti kaivannon jäännöspitoisuuksien näytteenoton. Kunnostustoimenpiteet toteutettiin massanvaihdoilla. Lapin ELY-Keskus on antanut päätöksen (LAPELY/3433/2019) pilaantuneen maaperän ja pohjaveden puhdistamisesta, jonka johdosta Ramboll suoritti alueella ympäristötekniistä valvontaa. Kunnostuksen tavoitetasoina käytettiin päätöksen mukaisesti uudisrakennuksen alapuolisissa maakerroksissa valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaista kynnysarvotasoa ja muualla kiinteistöllä alempia ohjearvoja.

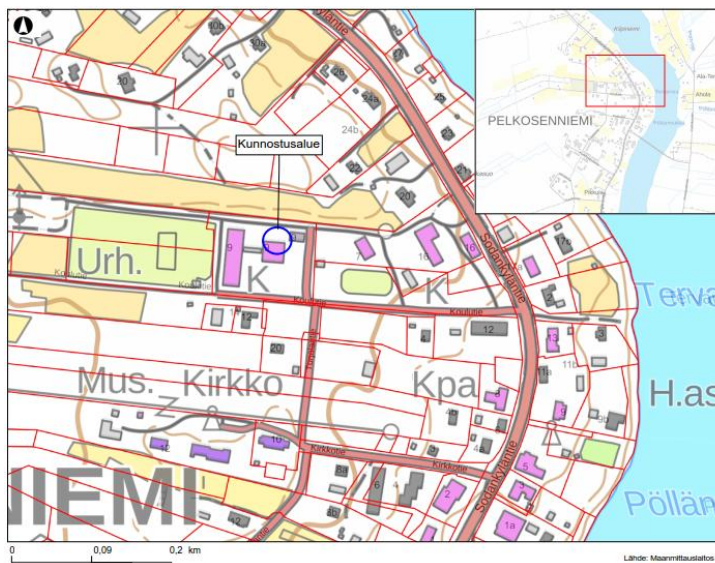
Kunnostuksen yhteydessä lämpökeskuksen alueelta ei saatu poistettua pilaantuneita maa-aineksia vaarantamatta lämpökeskuksen stabiilisuutta. Kunnostustoimenpiteiden jälkeen alueelle toteutettiin lisätutkimukset ja pohjavesiputken asennus. Tutkimusten tarkoituksena oli selvittää pohjaveden haitta-ainepitoisuuksia sekä rajata pilaantuneiden maa-ainesten esiintymisaluetta lämpökeskuksen alueella. Lisätutkimukset toteutettiin 09/2020. Lisätutkimuksen jälkeen alueelle asennettiin pohjavesiputkia 01/2021 pohjaveden virtaussuunnan määrittämiseksi.

Tässä kunnostuksen raportissa esitetään maaperän kunnostustyön olennaiset tapahtumat ja toteutumat ja lopputuloksen tarkastelu. Raportti on laadittu Suomen ympäristökeskuksen ympäristöoppaan 2010 ”Pilaantuneen maa-alueen kunnostuksen loppuraportti” ohjeistuksen mukaisesti. Raporttiin on lisätty vuonna 2020 tehdyt lisätutkimukset sekä niiden pohjalta on laadittu VNn 214/2007 mukainen kohdekohtainen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi.

2. KOHDETIEDOT

2.1 Sijainti ja omistus

Kunnostuskohde sijaitsee Pelkosenniemen kunnassa osoitteessa Koulutie 9, 98500 Pelkosenniemi. Kohteen kiinteistörekisteritunnus on 583-402-33-21. Kiinteistön omistaa Pelkosenniemen kunta. Kunnostusalueen sijainti on esitetty yleiskartalla Kuva 1.



Kuva 1. Kunnostusalueiden sijainnit rajattu kartalla sinisellä katkoviivalla. Lähde MML.

2.2 Toimintahistoria, rakennukset ja rakenteet

Kiinteistöllä on toiminut Pelkosenniemen koulu sekä edelleen toiminnassa oleva v. 2007 rakennettu lämpökeskus. Koulun lämmitysmuotoja ovat olleet puu ja öljy. Lämpökeskuksen rakentamisen jälkeen koulu on liitetty kaukolämpöön. Lämpölaitoksen pääasiallinen lämmitysmuoto on hake.

Kunnostusalueella sijaitseva kunnostustyön alkaessa vanha koulurakennus, koulun erillinen huoltorakennus (myöhemmin huoltorakennus) sekä lämpölaitoksen rakennus. Koulun huoltorakennuksen pohjoispuolella sijaitsevat kaksi käytöstä poistettua maanalaista öljysäiliötä. Ei ole tiedossa, että alueella olisi tapahtunut öljyvahinkoja tai ylitäyttöjä. Lämpökeskukselle kuuluva maanpäällinen varapolttoöljysäiliö sijaitsee lämpökeskuksen eteläpuolella.

Kunnostustöiden yhteydessä / kunnostustöiden jälkeen koulurakennus, huoltorakennus sekä niihin liittyvät rakenteet (pois lukien kellarissa sijainnut betonilaatta) purettiin ja maanalaiset öljysäiliöt poistettiin. Lämpökeskus sekä maanpäällinen öljysäiliö jäivät paikalleen.

2.3 Kaava ja tuleva käyttö

Alueella on voimassa rakennuskaava, jossa alue on osoitettu yleisten rakennusten korttelialueeksi (Y). Kiinteistölle rakennetaan uusi koulurakennus, johon tulee koulu ja päiväkotikoulu. Koulun rakennustyöt käynnistyivät syksyllä 2020. Lämpökeskus rakenteineen jää nykyiselle paikalleen.

2.4 Ympäristöolosuhteet

2.4.1 Maaperä

Kunnostusalue sijaitsee Geologian tutkimuskeskuksen maaperätietojen perusteella sora- ja hiekkamoreenin alueella. Kunnostuksen yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella kunnostusalueella on 0-1 m syvyydellä täyttömaata, joka on pääosin hiekkaa. Alueen luonnonmaa on siltti-/hiekkamoreenia noin 7 m syvyyteen saakka. Moreenin alla 7-8 m syvyydessä maalaji muuttuu karkeaksi hiekaksi. Kallion pinnan tasosta ei ole tietoa.

Alueen maanpinta viettää yleisesti kohti itää. Maanpinnan korkotaso on kunnostusalueella välillä +161...163 m mpy.

2.4.2 Pohja- ja pintavedet

Kunnostusalue ei sijaitse Ympäristöhallinnon luokittelemalla pohjavesialueella. Lähimmät luokitellut pohjavesialueet ovat Kupittaja (1258306, 1 lk) ja Palokangas (1258362, 2 lk), jotka sijaitsevat noin 3,3 ja 3,4 kilometrin etäisyydellä koillisessa ja idässä.

Pohjaveden pinta on tehtyjen pohjavesimittausten perusteella n. 3,5 m syvyydellä maanpinnan tasosta (+156,70...+158,52 m mpy). Pohjaveden päävirtaussuunnan arvioidaan tehtyjen tutkimusten perusteella olevan itään. Arvioidut virtaussuunnat ovat esitettyinä kartalla liitteessä 1C.

Lähimmät talousvesikaivot kohteesta sijaitsevat seuraavasti:

- Sodankyläntie 21, 230 m, koillinen, ei vakituista asutusta
- Kemijärventie 13, 550 m, kaakko/etelä
- Sodankyläntie 116, 680 m, luode
- Kemijärventie 63, 900 m, etelä
- Suutarintie 17, 810 m, lounas
- Kemijärventie 88, >1km, etelä
- Kurkelantie 16, >1km, etelä

Pohjaveden arvioidussa päävirtaussuunnassa ei sijaitse tiedossa olevia talousvesikaivoja.

Kunnostusalueen lähialueella ei ole luonnontilaisia pintavesiä. Lähin pintavesistö on Kemijoki, joka sijaitsee lähimmillään kohteesta noin 250 m etäisyydellä koillisessa.

2.5 Aikaisemmat ympäristötekniiset tutkimukset

Kunnostusalueelle on tehty maaperän pilaantuneisuustutkimus Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy:n toimeksiannosta vuonna 2019. Maaperätutkimusten tulokset on raportoitu tutkimusraportissa "Kunnostustarpeen arviointi, Kemijärven Lämpö ja Vesi Oy, Pelkosenniemen koulu ja lämpölaite, 3.9.2019"

Tehdyissä maaperätutkimuksissa kunnostusalueella todettiin öljyhiilivedyillä pilaantuneita maa-aineksia maanalaisten öljysäiliöiden ympärillä. Tutkimusten perusteella pilaantuneita maa-aineksia esiintyi 2-7 m syvyydellä noin 180-220 m² alueella. Pilaantuneiden maa-ainesten määräksi oli arvioitu noin 2 200 – 2 500 tn.

3. KUNNOSTUSTYÖN OSAPUOLET JA LÄHTÖKOHDAT

3.1 Työn osapuolet

Kunnostustyön tilaajana toimi Pelkosenniemen kunta, josta yhteyshenkilönä toimi Panu Leinonen. Maanrakennusurakoitsijana toimi Lapin Metallikierrätys Oy, jonka osalta yhteyshenkilönä toimi Juhani Pyhäjärvi. Ympäristötekniisestä valvonnasta vastasi Ramboll Finland Oy:stä projektipäällikönä Päivi Koskela sekä ympäristötekniisinä valvojina toimivat Anne Jokiniemi ja Nina Kasurinen. Riskinarvioinnin laatijoina toimivat Anne Jokiniemi ja Hanna Tolvanen. Kunnostustyön valvovana viranomaisena toimi Lapin ELY-Keskus (Vesa-Matti Määttä).

Pilaantuneet maat toimitettiin pitoisuuksittain jaoteltuna Savaterra Oy:n vastaanottoasemalle Keemiin tai Perämeren jätehuolto Oy:n Jäkälän kaatopaikalle Tornioon.

3.2 Lähtötilanne ja kunnostustavoite

Alueelle tehdyissä ennakkotutkimuksissa kunnostusalueella on todettu VNa 214/2007 mukaisen alemman ohjearvotason ylittäviä pitoisuuksia öljyhiilivetyjen kevyitä (C₅-C₁₀), keskiraskaita (C₁₀-C₂₁) ja raskaita (C₂₁-C₄₀) jakeita 2-7 m syvyydellä maanpinnan tasosta. Kunnostustarpeen arvioinnin perusteella (PBM, 3.9.2020) ko. maakerrokset luokitellaan alueen käyttömuotohuomioiden pilaantuneiksi ja alueella on kunnostustarve.

Lapin ELY-Keskus on antanut kohteen pilaantuneen maaperän ja pohjaveden puhdistamisesta päätöksen (LAPELY/3433/2019). Päätöksessä kohteen kunnostustavoitteeksi on asetettu uudisrakennusten alapuolella maaperän haitta-ainepitoisuuksien alentaminen VNa 214/2007 mukaisen kynnysarvotason alittavalle tasolle. Muualla kiinteistöllä kunnostuksen tavoitetasona on asetuksen mukaiset alemmat ohjearvot. Viranomaispäätöksen mukaisesti kunnostuksen aikana kaivantoihin mahdollisesti kertyvä vesi tulee käsitellä asianmukaisesti.

Työmaan aloituskokouksessa sovitusti kaivantoon mahdollisesti kertyvä öljyinen vesi ohjataan 1 lk öljynerottimen ja tarvittaessa aktiivihiihen läpi ennen maastoon johtamista. Maastoon johdettavan veden öljyhiilivetypitoisuudet tulee alittaa 1 lk öljynerottimen erotustarkkuuden (5 mg/l).

4. MAAPERÄN KUNNOSTUSTOIMENPITEET

4.1 Toteutetut kunnostustoimenpiteet

Ramboll Finland Oy suoritti ympäristötekniistä valvontaa 1.7.-14.8.2020 välisenä aikana. Kaivutyöt toteutettiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa (1.7.-15.7.) pilaantuneet maa-ainekset poistettiin öljysäiliöiden ympäriltä siinä laajuudessa kuin kaivutyöt oli mahdollista toteuttaa ilman kiinteiden rakenteiden (huoltorakennus, lämpölaite) purkamista.

Kunnostustöitä jatkettiin toisessa vaiheessa huoltorakennuksen alla esiintyvien pilaantuneiden maa-ainesten poistolla rakennuksen purkutöiden jälkeen. Pilaantuneen maan kaivutöitä tehtiin toisessa vaiheessa 10.8-14.8. välisenä aikana.

Kaivutöitä ohjattiin ennakkotutkimusten tulosten sekä kaivannosta ja kaivumassoista otetuista näytteistä tehdyin aistinvaraisin havainnoin ja kenttäanalyysin (PetroFLAG, PID). Työn aikaisia näytteitä otettiin yhteensä 21 kpl (TN1...TN21) ja kasanäytteitä yhteensä 6 kpl (K1...K6). Suoritetut kunnostustoimenpiteet ovat esitettyinä tarkemmin kunnostuksen aikana laadituissa viikkokoosteissa. Viikkokoosteet ovat esitettyinä liitteessä 5. Ympäristöteknisen valvonnan aikainen työmaa-päiväkirja on liitteenä 6. Kokousmuistiot ovat esitettyinä liitteessä 7.

4.2 Haitta-ainepitoisten maa-ainesten, jätteiden ja vesien käsittely

4.2.1 Maa-ainesten käsittely

Kunnostusalueelta poistettiin yht. 2 793,32 tn pilaantuneita maa-aineksia, joista yhteensä 2 506,30 tn toimitettiin Savaterra Oy:n vastaanottokeskukseen käsiteltäviksi. Perämeren Jätehuolto Oy:n Jäkälän kaatopaikalle toimitettiin yht. 287,02 tn maa-aineksia loppusijoitettavaksi. Kaivettujen maa-ainesten ja jätteiden loppusijoituspaikka ja määrät pitoisuuksittain ovat esitettyinä taulukossa 1.

Taulukko 1. Yhteenveto pilaantuneiden maa-ainesten loppusijoituksesta.

Jäte	pitoisuus	Massamäärä (tn)	Loppusijoituspaikka
Öljyinen maa	C ₅ -C ₄₀ < 5 000 mg/kg	2 033,91	Savaterra Oy
Öljyinen maa ja betoni	C ₅ -C ₄₀ < 5 000 mg/kg	141,93	Savaterra Oy
Öljyinen maa	C ₅ -C ₄₀ > 5 000 mg/kg	330,46	Savaterra Oy
Öljyinen maa	C ₅ -C ₄₀ < 800 mg/kg	287,02	Jäkälän kaatopaikka

Pilaantuneiden maa-ainesten kuormat varustettiin ympäristöteknisen valvojan laatin siirtoasiakirjain. Siirtoasiakirjat palautettiin allekirjoitettuna ympäristötekniselle valvojalle, jolla varmennettiin pilaantuneiden maa-ainesten toimitus asianmukaiseen vastaanottoaikaan. Kaivutöiden aikainen kuormakirjanpito ja esimerkki siirtoasiakirjasta on esitetty liitteessä 8. Siirtoasiakirjat säilytetään Rambollin arkistossa kolmen vuoden ajan.

4.2.2 Jätteiden käsittely

Huoltorakennuksen kellarikerroksen lattiassa oli todettu ennakkotutkimuksissa öljyyntyneisyyttä. Öljyiset betonit toimitettiin Savaterra Oy:n vastaanottokeskukseen käsiteltäväksi. Taulukossa 1 on esitetty öljyyntyneen betonin kokonaismäärä.

Maanalaiset öljysäiliöt ja siihen liittyvät rakenteet toimitettiin kierrätykseen Lapin Metallikierrätys Oy:n toimesta.

Kaivutöiden aikana maa-aineksen seasta seulottiin isoimmat kivet erikseen. Kiviä seulottiin yhteensä n. 80 tn, jotka toimitettiin Napapiirin Kuljetus Oy:lle Kemijärvelle murskattavaksi. Kivissä ei todettu aistinvaraisesti öljyyntyneisyyttä.

4.2.3 Kaivantovesien käsittely

Kunnostuksen yhteydessä kaivantoon kertyi sade- ja pohjavettä. Kunnostustyön aikana kaivantoa pidettiin kuivana pumppaamalla kaivantoihin kertynyttä vettä Napapiirin Kuljetus Oy:n vesienkäsittelylaitteiston läpi, joka koostui hiekanerottimesta, 1 lk öljynerottimesta ja aktiivihilisuodattimesta. Käsitelty vesi johdettiin maastoon aloituskokouksessa sovitun mukaisesti.

Vesiä käsiteltiin kunnostustöiden aikana pilaantuneen maan kaivutöiden osalta 6.7.-8.7.2020 ja 7.8.-12.8.2020 välisenä aikana. Vesienkäsittelylaitteiston toimittaja vastasi erottimeen jääneiden öljyistensakkojen asianmukaisesta toimituksesta vastaanottoon.

Kunnostustyön aikana käsittelyyn pumpattavasta sekä käsitellystä vedestä otettiin näytteitä laitteiston toimivuuden ja määräysten toteutumisen varmentamiseksi. Pumpattavasta vedestä otetussa näytteessä (VN1) todettiin kohonneita bensiini- ja öljyhiilivetyjen (C₅-C₄₀) sekä VOC-yhdisteiden pitoisuuksia. Käsitellystä vedestä otetussa näytteissä (VN2 ja VN3) ei todettu laboratorion määrittämisrajat ylittäviä bensiini- ja öljyhiilivetyjen tai VOC-yhdisteiden pitoisuuksia lukuun

ottamatta alhaista keskitisleiden ($C_{10}-C_{21} = 0,06 \text{ mg/l}$) pitoisuutta näytteessä VN2. Todettu pitoisuus on matala ja alittaa aloituskokouksessa määritetyn 1 lk öljynerottimen erotustarkkuuden 5 mg/l. Kaivantovesistä otettujen vesinäytteiden tulokset ovat esitettyinä liitteen 3 koontitaulukossa.

4.3 Jäännöspitoisuudet

4.3.1 Näytteenotto ja analyysit

Kaivutöiden aikana / päätyttyä kaivannon seinämistä ja pohjasta kerättiin jäännöspitoisuusnäytteitä kunnostustavoitteiden saavuttamisen varmistamiseksi. Jäännösnäytteitä kerättiin kaivannon seinistä ja pohjasta yhteensä 30 kpl (JN1...JN20, P1...P10 sekä TN9, TN15 ja TN20). Kaikista jäännösnäytteistä tehtiin maalajia ja haitta-aineiden esiintymistä koskevat aistinvaraiset havainnot (haju/ulkonäkö). Jäännösnäytteistä muodostettiin osin kokoomanäytteitä laboratorioanalyysijä varten (KOK1...KOK4). Laboratorioon lähetettiin yhteensä 16 jäännöspitoisuusnäytettä analysoitavaksi. Jäännöspitoisuusnäytteiden keräysalueet ovat esitettyinä liitteen 1 piirustuksessa 1A.

Kaikista jäännöspitoisuusnäytteistä analysoitiin laboratorioissa öljy- ja bensiinihiilivetyjen (C_5-C_{40}) pitoisuudet. Lisäksi yhdelle jäännöspitoisuusnäytteelle (TN9) tehtiin öljyhiilivetyjen fraktiointi aromaattisiin ja alifaattisiin jakeisiin sekä määritettiin orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TOC). Jäännöspitoisuusnäytteiden kenttä- ja laboratorioanalyysien tulokset ovat esitettyinä liitteen 2 koontitaulukossa. Fraktiointitulokset ovat esitettyinä taulukossa Taulukko 2 (kappale 4.2). Laboratorioanalyysitulokset ovat liitteenä 9.

4.3.2 Tulokset

Kaivannon pohjasta sekä kaivannon pohjois-, länsi- ja eteläseinistä otettujen jäännöspitoisuusnäytteiden bensiini- ja öljyhiilivetyjen pitoisuudet alittavat VNa 214/2007 mukaiset kynnsarvotat ja näin ollen Lapin ELY-Keskuksen päätöksen (LAPELY/3433/2019) mukaiset kunnostustavoitteet täyttyvät (pitoisuus alittaa VNa 214/2007 mukaisen alemman ohjearvotason).

Kaivannon itäseinämään jäi kunnostustavoitteet ylittäviä (pitoisuus yli alemman ja/tai ylemmän ohjearvotason, jäännöspitoisuusnäytteen JN6, TN9 ja TN15) haitta-ainepitoisuuksia, joita ei, saatujen tietojen mukaan, saatu poistettua vaarantamatta lämpökeskuksen sekä maanpäällisen öljysäiliön perustusten stabiilisuutta. Kunnostusalueen maaperään jäi lisäksi osa huoltorakennuksen itäseinän betonista seinälaattaa ja öljyyntyynyttä lattialaattaa, joita ei niin ikään pystynyt saatujen tietojen mukaan, purkamaan ilman lämpökeskuksen stabiilisuuden vaarantamista. Saatujen tietojen mukaan ko. rakenteita ei haluttu lähteä purkamaan tämän kunnostuksen yhteydessä.

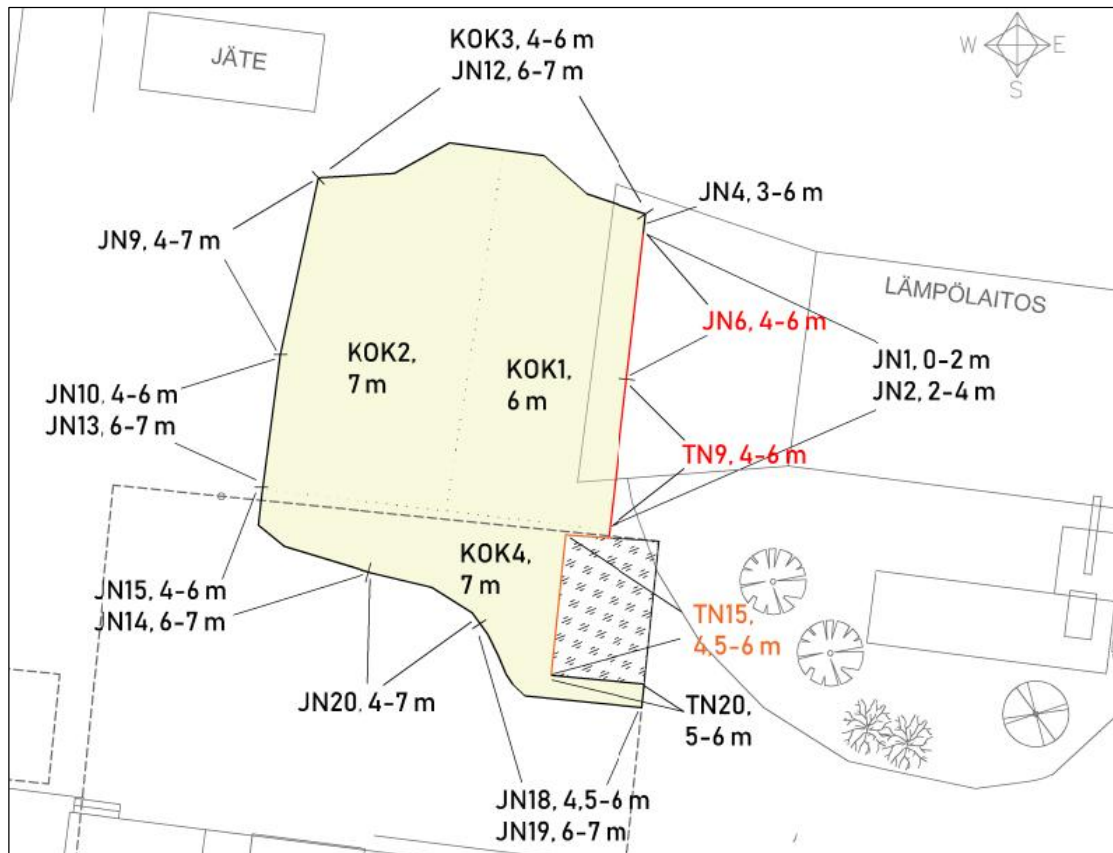
Ramboll oli yhteydessä valvovaan viranomaiseen tilaajan kanssa työmaalla käydyssä keskustelussa sovitus. Viranomainen (LAPELY / Määttä) ja ympäristötekniikan valvoja (Ramboll / Jokiniemi) sopivat puhelimesta 9.7.2020, että kunnostuksen raportoinnin yhteydessä laaditaan tarkennettu riskinarvio, jolla arvioidaan alueelle jäävien kunnostustavoitteiden ylittävien pitoisuuksien aiheuttamat riskit. Riskit on arvioitu tässä raportissa kappaleessa 6 Riskinarvio.

Viranomainen esitti, että alueille, joille jää kunnostustavoitteen ylittäviä haitta-aineiden pitoisuuksia tulee asentaa suodatinkangas. Suodatinkankaan asennus on esitetty alla kuvassa 2.



Kuva 2. Suodatinkankaan asennus.

Öljyllä pilaantuneita maa-aineksia oletetaan esiintyvän myös maahan jääneen betonilaatan alla. Kuva 3 on esitetty näyttöiden keräysalueet sekä pitoisuustiedot värikoodein (punainen: pitoisuudet yli ylemmän ohjearvon; oranssi: pitoisuudet yli alemman ohjearvon mutta alle ylemmän ohjearvon).



Kuva 3. Jäännöspitoisuusnäytteiden keräysalueet. Näytteet, joissa ylittyvät päätöksen mukaiset kunnostustavoitteet on esitetty oranssilla/punaisella värillä. Tavoitteet alittavat näytteet on esitetty mustalla.

4.4 Kunnostuksen lopputulos

Kunnostusalueen maaperästä poistettiin haitta-ainepitoisia maa-aineksia kokonaisuudessaan noin 260 m² alalta enintään 7 m syvyyteen saakka. Kaivannon laajuus oli piha-alueella yhteensä noin 210 m² (n. 14*15 m), jossa pilaantuneita maa-aineksia esiintyi pääosin 3 – 6...7 m syvyydellä. Täyttöpötkien kohdalla pilaantuneisuus alkoi heti maanpinnan tasosta lähtien. Puretun huoltorakennuksen alla pilaantuneita maa-aineksia todettiin noin 50 m² alalla 5 - 7 m syvyydellä. Laskettuna poistetun pilaantuneen maan kokonaismäärällä (n. 2 800 tn) ja öljyhiilivetyjen keskiarvopitoisuudella (n. 4 100 mg/kg), öljyhiilivetyjä poistettiin maa-ainesten mukana laskennallisesti yhteensä noin 12 tn.

Kaivannon pohjasta sekä kaivannon pohjois-, länsi- ja eteläseinistä otettujen jäännöspitoisuusnäytteiden bensiini- ja öljyhiilivetyjen pitoisuudet alittavat Lapin ELY-Keskuksen päätöksen (LAPELY/3433/2019) mukaiset kunnostustavoitteet (pitoisuus alittaa VNa 214/2007 mukaisen alemman ohjearvotason). Näiltä osin kunnostus toteutui tavoitteiden mukaisesti.

Kaivannon itäseinässä todettiin kunnostustavoitteet ylittäviä bensiini- ja öljyhiilivetyjen pitoisuuksia 14 m matkalla lämpökeskuksen rampin kohdalla noin 4-6 m syvyydessä maanpinnan tasosta sekä puretun huoltorakennuksen koilliskulmaan jääneen pohjalaatan osan alla noin 6 m matkalla 4,5-6 m syvyydellä.

Kaivannon itäseinämään sekä betonilaatan alle jääneiden pilaantuneiden maa-ainesten aiheuttama ympäristö- ja terveyshaittaa tarkastellaan kohdekohtaisella riskinarvioinnilla. Riskinarviointi on esitetty tämän raportin kappaleessa 6. Riskinarviota varten maaperässä ja pohjavedessä esiintyvän pilaantuneisuuden laajuuden selvittämiseksi alueelle toteutettiin lisätutkimukset ja pohjavesipötkien asennus 10.-11.9.2020 ja 25.-26.1.2021. Lisätutkimukset on raportoitu kappaleessa 5.

5. LISÄTUTKIMUKSET

5.1 Tutkimukset ja näytteenotto

Maaperä

Maaperän kunnostustoimenpiteiden jälkeen kohdekiinteistön alueelle toteutettiin lisätutkimukset ja pohjavesipötkien asennus 10.-11.9.2020. Tutkimusten yhteydessä alueelta otettiin maanäytteitä kairaamalla yhteensä neljästä tutkimuspisteestä (RF1...RF4), joista kolmeen asennettiin väliaikainen tai pysyvä pohjavesipötki. Tutkimuspisteet sijoitettiin alueelle siten, että kunnostustyön yhteydessä maaperään jäänyt pilaantunut alue saatiin rajattua riittävällä tarkkuudella huomioiden kuitenkin pohjavesipötkien sijoittaminen kiinteistölle. Tutkimuspisteiden sijainnit ovat esitettyinä liitteen 1 piirustuksessa 1B.

Tutkimuspisteistä otettiin maanäytteitä 1 metrin kerrospaksuutta edustavina kokoomänäytteinä. Näytteenotto ulotettiin maksimissaan 8 m syvyyteen saakka. Maanäytteitä otettiin yhteensä 31 kappaletta. Näytteenoton yhteydessä tehtiin maalajia, maaperän kerrosjärjestystä sekä mahdollisten haitta-aineiden/jätejakeiden esiintymistä koskevat aistinvaraiset havainnot (haju/ulkonäkö).

Pohjavesi

Tutkimuspisteeseen RF3 asennettiin 10.-11.9.2020 pysyvä pohjavesipötki (PVP1) ja tutkimuspisteisiin RF1 ja RF4 väliaikaiset pohjavesipötket. Kaikista kolmesta pohjavesipötkestä mitattiin pohjaveden pinnankorot ja otettiin näytteet 14.9.2020. Väliaikainen pohjavesipötki RF1 poistettiin näytteenoton jälkeen. Pohjavesipötkestä PVP1 ja väliaikaisesta pohjavesipötkestä RF4 mitattiin pinnankorot ja otettiin vesinäytteet toistamiseen 28.9.2020. Pohjavesipötki RF4 tuhoutui uuden koulun rakennustöiden yhteydessä 28.9.2020.

Kohteeseen asennettiin 3 uutta pohjavesipötkettä 25.-26.1.2021 (PVP2...PVP4) pohjaveden virtaus suunnan tarkentamiseksi ja näytteenottoa varten. Kaikista olemassa olevista pohjavesipötkistä (PVP1...PVP4) mitattiin pinnankorot ja otettiin näytteet 8.2.2021.

5.2 Laboratorioanalyysit

Laboratorioanalyysihin toimitettiin 10.-11.9.2020 välisenä aikana yhteensä 13 maanäytettä, jotka valittiin huomioiden maaperän kerrosjärjestys, kunnostuksen aikana tehdyt havainnot pilaantuneisuudesta sekä lisätutkimusten yhteydessä tehdyt aistinvaraiset havainnot. Kaikki laboratorioanalyysit tehtiin Eurofins Ahma Oy:n akkreditoidussa laboratoriossa. Laboratorioanalyysija tehtiin maanäytteistä seuraavasti:

- öljyhiilivedyt (>C₅-C₄₀) 13 kpl
- VOC-yhdisteet (suppea) 3 kpl
- öljyhiilivetyjen fraktiointi 1 kpl
- TOC 1 kpl

14.9 ja 28.9 otetut pohjavesinäytteet toimitettiin laboratorioon analysoitavaksi. Laboratorioanalyysija tehtiin vesinäytteistä seuraavasti

- öljyhiilivedyt (>C₅-C₄₀) 4 kpl
- VOC-yhdisteet (suppea) 4 kpl
- öljyhiilivetyjen fraktiointi 2 kpl

Kaikista 8.2.2021 otetuista pohjavesinäytteistä (4 kpl) määritettiin öljyhiilivedyt (C₅-C₄₀) ja VOC-yhdisteet (suppea). Lisäksi pohjavesiputkesta PVP1 otetusta näytteestä määritettiin öljyhiilivetyjen fraktiokohtaiset pitoisuudet.

5.3 Tutkimustulokset

Maanäytteet

Näytteiden aistinvaraisessa tarkastelussa (haju/ulkonäkö) havaittiin selvää öljynhajua pisteessä RF1 4-7 m syvyydellä ja lievää öljynhajua tutkimuspisteessä RF3 6-8 m syvyydellä.

Näytteessä RF1/4-5 m todettiin öljyhiilivetyjen summapitoisuudeksi (C₁₀-C₄₀) 482 mg/kg, josta 400 mg/kg keskiraskaita jakeita (C₁₀-C₂₁) ja 82 mg/kg raskaita jakeita (C₂₁-C₄₀). Todettu keskitisleidien pitoisuus ylittää VNa 214/2007 mukaisen alemman ohjearvotason. Muissa tutkituissa maanäytteissä ei todettu bensiini- tai öljyhiilivetyjä laboratorion määrittämissä rajat (<25 mg/kg) ylittävinä pitoisuuksina. Yhdessä näytteessä ei todettu VOC-yhdisteitä laboratorion määrittämissä rajat ylittävinä pitoisuuksina. Yhteenveto maanäytteiden tuloksista on esitetty liitteen 2 koontitaulukossa.

Näytteelle RF1/4-5 m tehtiin fraktiointi aromaattisiin ja alifaattisiin jakeisiin. Näytteen RF1/4-5 ja kunnostuksen yhteydessä otetun näytteen TN9 fraktiointitulokset on esitetty alla taulukossa 2. Fraktiointin perusteella maaperässä esiintyvät öljyhiilivedyt ovat pääasiassa alifaattisia C₁₀-C₁₂, C₁₂-C₁₆ ja C₁₆-C₃₅ jakeita, jotka ovat maaperäolosuhteissa kulkeutumattomia, hieman kertyviä ja hyvin niukkaliukoisia, mutta haihtuvia tai kohtalaisen haihtuvia. Lisäksi maaperässä on jonkin verran alifaattisia C₈-C₁₀ jakeita ja aromaattisia C₈-C₁₀ ja C₁₀-C₁₂ jakeita, jotka ovat haihtuvia tai erittäin haihtuvia, sekä aromaattiset jakeet lisäksi liukoisia, hieman kertyviä ja hieman kulkeutuvia.

Taulukko 2. Maanäytteiden TN9 ja RF1/4-5 m ja pohjavesinäytteiden PVP1 ja RF4 fraktiointitulokset.

Fraktio	Ominaisuudet	Maanäytteet, pitoisuus (mg/kg)		Vesinäytteet, pitoisuus (µg/l)		
		TN9	RF1/ 4-5m	PVP1 (14.9.20)	RF4 (14.9.20)	PVP1 (8.2.20)
C5-C6	liukeneva, erittäin haihtuva, hieman kulkeutuva, hieman kertyvä	<10	<10	<10	<10	<10
C6-C8	niukkaliukoinen, erittäin haihtuva, heikosti kulkeutuva, hieman kertyvä	<10	<10	<10	<10	<10

C8-C10	niukkaliukoinen, erittäin haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä	82	19	<10	<10	<10
C10-C12	hyvin niukkaliukoinen, haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä	140	51	27	<10	<50
C12-C16	hyvin niukkaliukoinen, haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä	980	200	120	<10	<50
C16-C35	Hyvin niukkaliukoinen, kohtalaisen haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä	1100	210	2600	490	70
Alifaattiset yhteensä C5-C35		2302	480	2747	490	70
Aromaattiset:						
C8-C10	liukeneva, erittäin haihtuva, hieman kulkeutuva, hieman kertyvä	22	<10	<10	<10	<10
C10-C12	liukeneva, erittäin haihtuva, hieman kulkeutuva, hieman kertyvä	92	<10	<10	<10	<10
C12-C16	niukkaliukoinen, haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä	<10	<10	<10	<10	<10
C16-C21	niukkaliukoinen, kohtalaisen haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä	<10	<10	<10	<10	<50
C21-C35	hyvin niukkaliukoinen, hyvin heikosti haihtuva, kulkeutumaton, hieman kertyvä	<10	<10	<10	<10	<50
Aromaattiset yhteensä C8-C35		114	0	<10	<10	<50

Pohjavesinäytteet

Kaikki 14.9.2020 ja 28.9.2020 otetut pohjavesinäytteet olivat hieman sameita ja sisälsivät hienoainesta. Väliaikaisessa putkessa RF1 todettiin veden pinnalla ohut (paksuus < 1 cm) rusehtava öljyfaasi ja selvää öljyn hajua 14.9 toteutetun näytteenoton yhteydessä. Pohjavesiputkessa PVP1 todettiin lievää öljyn hajua ja heikkoa öljykalvoa pohjaveden pinnalla molemmilla näytteenottokerroilla (14.9 ja 28.9). Putkessa RF4 ei todettu öljyn hajua tai öljykalvoa pohjavedessä 14.9 tai 28.9 suoritetuilla näytteenottokierroksella.

Helmikuussa 8.2.2021 suoritetun näytteenoton yhteydessä missään pohjavesiputkessa (PVP1...PVP4) ei todettu öljykalvoa tai muuta pilaantuneisuuteen viittaavaa (haju, ulkonäkö). Pohjavesiputkien antoisuuden todettiin olevan kohtalainen tai huono.

Tehtyjen pinnankorkeusmittausten (8.2.2021) perusteella pohjavesi oli korkeimmillaan putkessa PVP1 ja matalimmillaan päiväkodin kiinteistöllä sijaitsevassa putkessa PVP2. Asennettujen putkien pohjavedenpinnan mittausten perusteella arvioidaan pohjaveden päävirtaussuunnan pilaantumisen alueelta olevan kohti itää.

Yhteenvedo pohjavesinäytteiden analyysituloksista on esitettyä taulukossa 3 ja fraktiointien osalta taulukossa 2. Koontitaulukko kenttähavainnoista sekä laboratorion analyysituloksista on esitetty kokonaisuudessaan liitteen 4 koontitaulukossa.

Taulukko 3. Pohjavesinäytteiden analyysitulokset öljyhiilivetyjen ja BTEX-yhdisteiden osalta.

Piste	Ajankohta	Haju	Kenttähavainnot Ulkonäkö	Öljyhiilivedyt				Aromaattiset hiilivedyt				
				C ₇ -C ₁₀ Bentseeni	C ₁₀ -C ₂₁ Keskiti	C ₂₁ -C ₄₀ Raskaat	C ₁₀ -C ₄₀ sum.	Bentseeni	Tolueni	m,p-ksyyleeni	o-ksyyleeni	Summapitoisuus ksyylenit
(1) talousveden laatuvaatimus			ei epätavallisia muutoksia				1					
(2) talousvedenlaatusuositus												
(2) Pohjavettä pilaavat aineet ja niiden EQS												
		aistinvarainen		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
PVP1	14.9.2020	lievä öljyn haju	heikkoa öljyk-alvoa pohjaveden pinnalla	<0,05	0,3	2,5	2,8	<0,15	<1	<1	<1	<2
	28.9.2020	lievä öljyn haju	heikkoa öljyk-alvoa pohjaveden pinnalla	<0,05	0,048	0,55	0,59	<0,15	<1	<1	<1	<2
	8.2.2021	ei hajua	ei viitteitä haitta-aineista, hieman samea	<0,05	<0,02	0,04	0,05	<0,1	<1	<0,1	<0,1	<0,2
PVP2	8.2.2021	ei hajua	ei viitteitä haitta-aineista, vedessä kiintoainesta	<0,05	<0,02	<0,02	0,02	<0,1	<1	<0,1	<0,1	<0,2
PVP3	8.2.2021	ei hajua	ei viitteitä haitta-aineista, vedessä kiintoainesta	<0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,1	<1	<0,1	<0,2	<0,2
PVP4	8.2.2021	ei hajua	ei viitteitä haitta-aineista, kirkas	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,2	<1	0,2	<0,1*	0,20
RF1 (väliaikainen pohjavesiputki)	14.9.2020	selvä öljyn haju	öljyfaasi pohjaveden pinnalla, paksaus < 1 cm	3,9	35	16	50	0,2	1,9	1,7	<1	1,7
RF4 (väliaikainen pohjavesiputki)	14.9.2020	ei hajua	ei viitteitä haitta-aineista	<0,05	0,13	0,74	0,87	0,24	1,9	1,2	<1	1,2
	28.9.2020	ei hajua	ei viitteitä haitta-aineista	<0,05	0,032	0,46	0,49					

Ensimmäisellä näytteenottokierroksella (14.9.2020) kaikissa otetuissa vesinäytteissä todettiin laboratorioanalyseissä kohonneita öljyhiilivetyjen (summapitoisuus C₁₀-C₄₀) pitoisuuksia. Pitoisuudet olivat korkeimmat putkessa RF1 (50 mg/l) ja alhaisimmat putkessa RF4 (0,87 mg/l). Putkissa PVP1 ja RF4 öljyhiilivedyt koostuivat pääosin öljyhiilivetyjen raskaista jakeista (>C₂₁-C₄₀), kun putkessa RF1 öljyhiilivedyt koostuivat pääosin keskitisleistä (>C₁₀-C₂₁). Putkissa RF1 ja RF4 todettiin lisäksi matalia BTEX-yhdisteiden pitoisuuksia.

Toisella näytteenottokierroksella (28.9.2020) öljyhiilivetyjen pitoisuudet olivat selvästi matalammat verrattuna ensimmäiseen näytteenottokierrokseen. Öljyhiilivetyjen summapitoisuus oli putkessa PVP1 0,59 mg/l ja putkessa RF4 0,49 mg/l.

Helmikuun 2021 näytteenottokierroksella näytteessä PVP1 todettiin öljyhiilivetyjen summapitoisuudeksi 0,05 mg/l, joka koostui pääosin keskitisleistä. Näytteen PVP2 öljyhiilivetyjen summapitoisuus oli 0,02 mg/l, joka sivuaa laboratorion määritysrajaa (0,02 mg/l). Näytteissä PVP1, PVP2 ja PVP3 ei todettu BTEX-yhdisteitä. Näytteessä PVP4 todettiin bentseeniä (0,02 µg/l) ja m,p-ksyyleeniä 0,02 µg/l. Näytteessä havaittiin myös viitteitä etyylibentseenistä ja o-ksyyleenistä, mutta havaitut pitoisuudet eivät ylittäneet laboratorion määritysrajoja.

Näytteille PVP1 (14.9), RF4 (28.9) ja PVP1 (8.2) tehtiin öljyhiilivetyjen fraktiointi aromaattisiin ja alifaattisiin jakeisiin. Fraktioinnin tulokset ovat esitettyinä taulukossa 2. Fraktioinnin perusteella vedessä esiintyvät öljyhiilivedyt koostuvat kokonaisuudessaan alifaattisista jakeista. Näytteessä RF4 öljyhiilivedyt olivat kokonaisuudessaan alifaattisia C₁₆-C₃₅ jakeita. Em. jakeet ovat hyvin niukaliukoisia, haihtuvia tai kohtalaisen haihtuvia, kulkeutumattomia ja hieman kertyviä.

5.4 Käytetyt vertailuarvot

5.4.1 Maaperän pilaantuneisuuden arviointikriteerit

Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 (ns. PIMA-asetus) mukaisesti maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve tulee arvioida, mikäli maaperässä todetaan asetuksen mukaiset kynnysarvotasot ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia. Kohteen maaperän pilaantuneisuuden ja puhdistustarpeen arviointi tehty ns. perusarviointina vertaamalla maaperässä todettuja pitoisuuksia VNa:n 214/2007 mukaisiin kynnys- ja ohjearvoihin. Kohdealueen maankäyttö (koulu) huomioiden kohteessa maaperän pilaantuneisuuden perusarviointin mekaanisina viitearvoina käytetään lähtökohtaisesti VNa

214/2007 mukaisia alempia ohjearvoja. Asetuksen mukaiset kynnyks- ja ohjearvot tässä kohteessa olennaisimpien haitta-aineiden osalta on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Valtioneuvoston asetuksen 214/2007 mukaiset kynnyks- ja ohjearvot tässä tutkimuksessa määritetyille haitta-aineille.

Yhdiste	Kynnyksarvo (mg/kg)	Alempi ohjearvo (mg/kg)	Ylempi ohjearvo (mg/kg)
Bensiinijakeet (C ₅ -C ₁₀)	-	100	500
Keskitisleet (>C ₁₀ -C ₂₁)	-	300	1000
Raskaat öljyjakeet (>C ₂₁ -C ₄₀)	-	600	2000
Öljyjakeet (>C ₁₀ -C ₄₀)	300	-	-

5.4.2 Pohjaveden pilaantuneisuuden arviointikriteerit

Pohja- ja orsiveden pilaantuneisuuden arviointiin ei ole Suomessa raja-arvoja. Tässä raportissa pohjavesi- ja orsivesinäytteiden tuloksia on verrattu havainnollisuuden vuoksi pohjaveden ympäristölaatuunormeihin (VNa 1040/2006 (myöhempien muutoksineen)).

On huomioitava, että Valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 mukaiset viitearvot koskevat ensisijaisesti vedenkäytön kannalta tärkeäksi luokiteltuja pohjavesialueita sekä niiden kemiallisen tilan luokittelua. Em. viitearvoja ei ole tarkoitettu käytettäväksi pilaantuneisuuden arviointiin tai pohjaveden kunnostuksen tavoitearvoina. Ympäristölaatuunormit on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 5).

Taulukko 5. Valtioneuvoston asetuksen 1040/2006 (myöhempien muutoksineen) mukaiset pohjaveden ympäristölaatuunormit tässä kohteessa todetuille haitta-aineille.

Yhdiste	VNA 341/2009 (µg/l)
Mineraaliöljyt (> C ₁₀ -C ₄₀)	50
Bentseeni	0,5
Tolueneeni	12
Etyylibentseeni	1
Ksyleenit	10

5.5 Haitta-ainepitoisuuksien vertailu

Maaperä

Jäännöspitoisuusnäytteissä JN6 ja TN9 ylittyi keskitisleiden ylempi ohjearvo ja bensiinijakeiden alempi ohjearvo. Lisäksi näytteessä JN6 ylittyi alempi ohjearvo raskaiden jakeiden osalta.

Jäännöspitoisuusnäytteessä TN15 sekä lisätutkimusnäytteessä RF1/4-5 ylittyi keskitisleiden alempiohjearvo.

Pohjavesi

Laboratorioanalyseissä kaikissa syksyllä 2020 (14.9 ja 28.9) otetuissa vesinäytteissä (PVP1, RF1 ja RF4) todettiin VNa 1022/2006 mukaisen pohjaveden ympäristölaatuunormin ylittävänä pitoisuutena öljyhiilivetyjä (summapitoisuus C₁₀-C₄₀). BTEX-yhdisteiden pitoisuudet eivät ylittäneet asetettuja ympäristölaatuunormeja.

Helmikuussa 2021 otetuissa näytteissä PVP1 ja PVP2 todettiin pieniä öljyhiilivetyjen pitoisuuksia, joista näytteen PVP1 pitoisuus (0,05 mg/l) sivuaa pohjaveden ympäristölaatuunormia. Pohjavesiputkessa PVP2 todettiin matala laboratorion määritysrajaa sivuava pitoisuus (0,02 mg/l). Pohjavesiputkessa PVP4 todettiin matalia BTEX-yhdisteiden pitoisuuksia, mutta todetut pitoisuudet eivät ylittäneet ympäristölaatuunormeja.

5.6 Pilaantuneisuuden arviointi

5.6.1 Maaperä

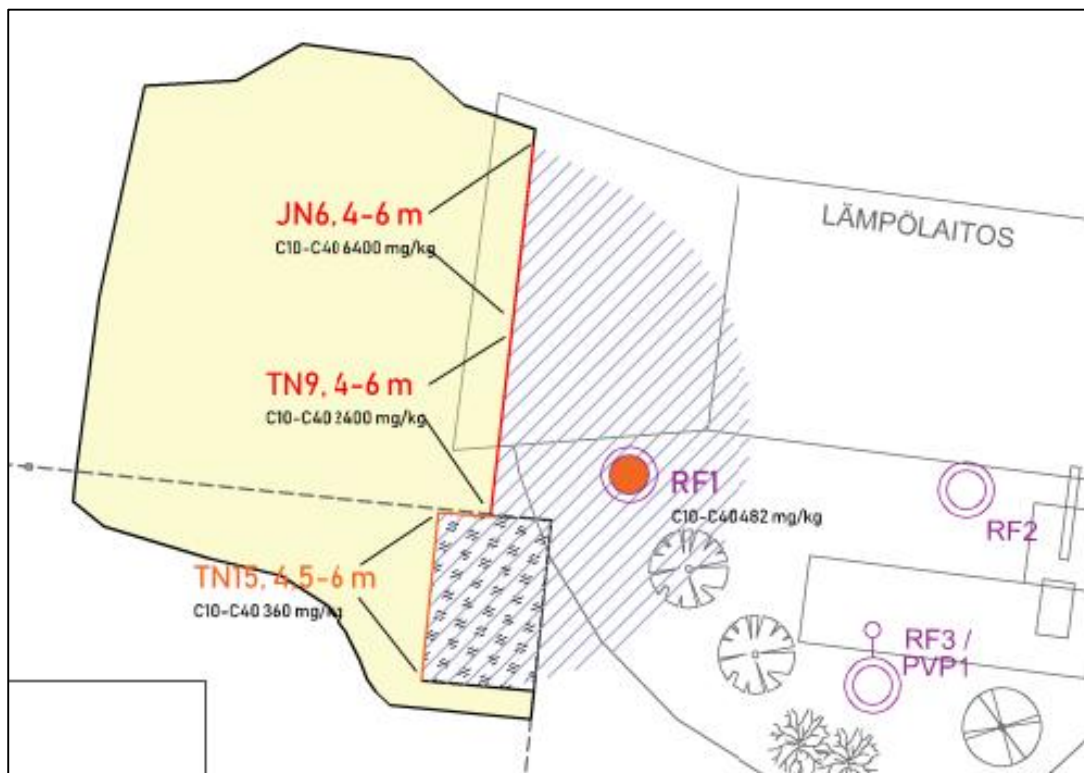
Kunnostuksen sekä lisätutkimusten yhteydessä tutkimusalueella todettiin alemman ohjearvon ylittäviä bensiini- ja öljyhiilivetyjen pitoisuuksia.

Kohonneet haitta-ainepitoisuudet maaperässä sijoittuvat olemassa olevan lämpökeskuksen ajorampin kohdalle (JN6 ja TN9) sekä puretun huoltorakennuksen koilliskulmaan jääneen pohjabetonilaatan alle (TN15). Lämpökeskuksen rampin kohdalla kohonneita öljypitoisuuksia todettiin noin 14 m matkalla kaivannon seinämässä noin 4-6 m syvyydessä maanpinnan tasosta ja huoltorakennuksen koilliskulmaan jääneen pohjalaatan alla noin 6 m matkalla noin 4,5...6 m syvyydellä. Lisätutkimusten yhteydessä kohonneita pitoisuuksia todettiin lämpölaitoksen kulmalle tehdyssä tutkimuspisteessä RF1 noin 4-5 m syvyydellä. Lisäksi aistinvaraisessa tarkastelussa todettiin pilaantumaan viittaavia pitoisuuksia samassa näytepisteissä syvyydellä noin 5-6 m.

Kunnostuksen yhteydessä otettujen jäännöspitoisuusnäytteiden tulosten perusteella pilaantuneisuus on rajattu pohjoiseen ja etelään (näytteet JN4 ja TN20). Lisätutkimusten tulosten perusteella pilaantuneisuus rajautuu itään tutkimuspisteiden RF1 ja RF2 väliselle alueelle. On mahdollista, että haitta-aineita esiintyy lämpökeskuksen rakennuksen alla. Alla olevassa kuvassa on esitetty pilaantuneisuuden arvioitu laajuus (Kuva 4).

Öljyhiilivedyillä pilaantuneen (pitoisuudet yli VNa 214/2007 mukaisen alemman ohjearvon) alueen pinta-alaksi arvioidaan kaikki pilaantuneet alueet huomioiden n. 160 m², jossa pilaantuneeksi luokiteltavia maa-aineksia arvioidaan olevan n. 350 m³ltr (n. 800 tn).

Laskettuna arvioidulla pilaantuneen maan kokonaismäärällä 350 m³ (800 tn) ja öljyhiilivetyjen keskiarvopitoisuudella (n. 2 500 mg/kg), öljyä arvioidaan olevan maassa noin 2 tn. Todellisuudessa maassa olevien pitoisuuksien arvioidaan olevan merkittävästi keskiarvopitoisuutta pienempiä osalla pilaantuneeksi arvioidulla alueella. Laskennallisesti kunnostuksen yhteydessä maasta poistettiin vähintään n. 85% öljystä.



Kuva 4. Pilaantuneen alueen arvioitu laajuus on esitetty kuvassa harmaalla viivoituksella.

5.6.2 Pohjavesi

Asennettujen putkien pohjavedenpinnan mittausten perusteella pohjaveden päävirtaussuunnan arvioidaan olevan pilaantumisen alueelta kohti itää.

Syksyn 2020 tutkimuksissa pohjavesiputkessa PVP1 ja väliaikaisissa pohjavesiputkissa RF1 ja RF4 todettiin VNa 1040/2006 mukaisen pohjaveden ympäristölaatonormin ylittäviä öljyhiilivetyjen pitoisuuksia (C₁₀-C₄₀) osalta. Öljyhiilivetypitoisuudet johtuvat todennäköisimmin öljylämmityksestä ja siihen liittyvistä mahdollisista vuotoista / päästöistä, joiden seurauksena pohjaveden laatu on paikallisesti heikentynyt.

Tammikuun 2021 näytteenottokierroksella ympäristölaatonormin mukaisia ylityksiä ei todettu missään pohjavesiputkessa.

Pohjavesiputkessa PVP1 todettujen haitta-aineiden pitoisuuksissa on havaittavissa laskeva trendi syksyn 2020 ja talven 2021 näytteenotoilla. Seurantajakson aikana (14.9.2020-8.2.2021) PVP1 todetut haitta-ainepitoisuudet ovat laskeneet noin 98 % heti kunnostustoimenpiteiden jälkeisestä näytteenotosta.

6. RISKINARVIO

6.1 Tavoitteet ja menetelmät

Kaivannon itäseinämään sekä betonilaatan alle jääneiden öljyllä pilaantuneiden maa-ainesten aiheuttamaa ympäristö ja terveyshaittaa tarkastellaan kohdekohtaisella riskinarvioinnilla. Riskinarvioinnin tavoitteena on määrittää alueelle kunnostuksen seurauksena jääneiden öljyhiilivedyillä pilaantuneen maan aiheuttamat riskit terveydelle ja ympäristölle. Tätä riskinarviointia on päivitetty lisätutkimusten ja tarkentuneen pohjaveden virtaussuunnan myötä.

Alueelle on rakenteilla uusi koulurakennus. Rakennukseen on suunniteltu tehtäväksi tuulettuva alapohja, johon tulee saatujen tietojen mukaan noin 0,8 - 1 m korkea ryömintätila. Tilaajalta saadun tiedon mukaan (Tilaajakokous 2, 6.11.2020) alapohjan ilmanvaihto on suunniteltu koneellisesti tehostetuksi. Lisäksi ilmanvaihto on suunniteltu toimivaksi myös painovoimaisesti. Alapohjan saumat ja läpiviennit tiivistetään.

Olemassa oleva lämpökeskus jää nykyiselle paikalleen. Lämpökeskus on avonainen rakennus, jossa ilma vaihtuu ulkoilman tavoin.

Riskinarvion tavoitteena on arvioida, että onko todetuista öljyhiilivedyistä riskiä tulevalle käytöllä (uusi koulu) sekä arvioida onko riskiä lämpökeskuksessa työskenteleville. Arviointi toteutettiin VNa 213/2007 asetuksen ja sen sovellusoppaan Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2014 mukaisesti.

6.2 Rajaukset

Kunnostuksen ja lisätutkimusten yhteydessä tehtyjen laboratorioanalyysien perusteella kohteen maaperässä esiintyy kohonneita (alemman ohjearvotason ylittäviä) öljyhiilivetyjen pitoisuuksia n. 4-6 m syvyydellä nykyisestä maanpinnasta. Pohjaveden pinnan taso on noin 3,5 m syvyydellä nykyisestä maanpinnasta. Kohonneet haitta-ainepitoisuudet maaperässä sijoittuvat olemassa olevan lämpökeskuksen ajorampin kohdalle ja mahdollisesti lämpökeskuksen rakennuksen alle sekä puretun huoltorakennuksen koilliskulmaan jääneen osittaisen pohjabetonilaatan alle.

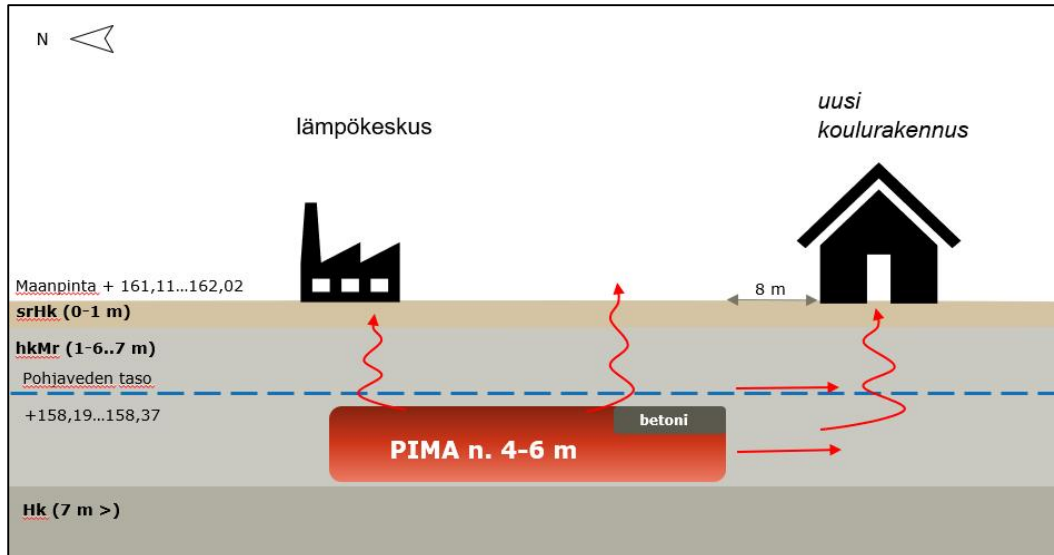
Öljyisiä maa-aineita ei todettu tutkimuksissa uuden koulurakennuksen alla.

6.3 Tarkasteltavat haitta-aineet

Kohteen maaperässä on todettu öljyhiilivety-yhdisteitä. Tarkasteltaviksi haitta-aineiksi valittiin maaperässä alemman ohjearvotason ylittävänä pitoisuuksina todetut haitta-aineet (bensinijakeet C₅-C₁₀, keskitisleet >C₁₀-C₂₁ ja raskaat jakeet >C₂₁-C₄₀). Laskennallisessa sisäilma- ja kulkeutumisriskin tarkastelussa on huomioitu öljyhiilivedyt, joiden hiiliketjun pituus on välillä 5-35.

6.4 Käsitteellinen malli

Käsitteellisen mallin avulla tunnistetaan ja kuvataan kohteessa havaittujen haitta-aineiden mahdolliset kulkeutumis- ja altistusreitit (Kuva 5).



Kuva 5. Käsitteellinen malli. Punaisilla nuolilla on kuvattu tunnistetut kulkeutumis- ja altistusreitit.

Kohonneita haitta-ainepitoisuuksia sisältävät maa-ainekset sijoittuvat lämpökeskuksen ajorampin kohdalle ja puretun huoltorakennuksen koilliskulmaukseen tehtyjen tutkimusten perusteella 4-6 metrin syvyydelle nykyisestä maan pinnasta. Pilaantuneisuus on tehdyillä tutkimuksilla saatu todennettua ja raja-alue kriteeriksi suuntiin tehtyä. Uuden koulurakennuksen suuntaan öljyjen esiintyminen on rajattu kunnostuksessa pisteillä TN20, JN18, JN19 sekä lisätutkimuksissa pisteellä RF4.

Lämpölaitos on avonainen tila/rakennus, jossa ei varsinaista sisäilmaa muodostu. Siksi öljyhiilivetyjen haihtuminen lämpölaitoksen sisäilmaan ei ole mahdollista. Lämpölaitoksen tilaan mahdollisesti haihtuvat yhdisteet laimenevat nopeasti ulkoilman kanssa. Lisäksi altistuminen lämpölaitoksella on satunnaista, sillä työntekijät viettävät alueella lyhyitä aikoja. Lämpölaitoksen osalta öljyhiilivetyjen kulkeutumisesta ja siellä altistumisesta ei ole tarpeen tarkemmin tarkastella.

Käsitteellisen mallin perusteella tarkasteltavia kulkeutumis- ja altistusreittejä ovat:

- haitta-aineiden haihtuminen ilmaan maaperästä ja pohjavedestä
 - o altistuminen ilman kautta (ulkoilma, koulurakennuksen sisäilma)
- haitta-aineiden kulkeutuminen laajemmalle pohjaveden välityksellä
 - o pohjaveden laadun heikkeneminen
 - o purkautuminen pintaveteen, pintaveden laadun heikkeneminen
- ei haitta-aineiden kulkeutumista
 - o maaperäeliöstön altistuminen

Käsitteellisen mallin perusteella tunnistettiin merkityksellisiksi haitta-aineiden kulkeutumisreiteiksi kulkeutuminen sisäilmaan (kappaleet 6.5.1 ja 6.5.2) sekä kulkeutuminen pinta- ja pohjavedeen (kappale 6.5.3). Merkityksellisiä kulkeutumisreittejä on arvioitu tarkemmin alla olevissa kappaleissa. Muilla tarkastelluilla kulkeutumis- ja altistusreiteillä ei käsitteellisen mallin perusteella arvioitu olevan mahdollisia riskejä ja näin ollen tarvetta tarkemmalle riskien tarkastelulle.

6.5 Kulkeutumisen arviointi

6.5.1 Kulkeutuminen sisäilmaan – laadullinen arviointi

Tutkimusten perusteella etäisyys maaperästä, joissa on havaittu öljyä (TN15 jäännösnäyte), rakennukselle (uusi koulu) on arviolta 8 metriä (kuva 4). Rajaavien jäännöspitoisuusnäytteiden (JN18

ja JN19) perusteella öljyisiä maita ei ulottuisi rakennuksen alle ja siten kulkeutuminen suoraan maaperästä sisäilmaan ei olisi mahdollista.

Maaperässä pohjaveden alapuolella havaitut öljy-yhdisteet (taulukko 2) voivat kulkeutua pohjavedessä liuenneena. Lisätutkimuksien perusteella pilaantuneelta alueelta pohjaveden päävirtaus-suunta on kohti itää (pohjavesiputkea PVP2). Pohjaveden vähäistä virtausta kohti etelää ei voida sulkea täysin pois.

Öljyhiilivedyt voivat haihtua pohjaveden pinnalta huokosilmaan ja edelleen tuulettuvaan alapohjaan ja mahdollisten vuotoilmareittien kautta edelleen sisäilmaan. Vuotoilmareittejä ovat mahdolliset putkistojen ja kaapeleiden läpiviennit, rakenteiden mahdolliset murtumat tai muut viat, saumakohdat sekä diffuusio rakennusmateriaalien läpi.

6.5.2 Kulkeutuminen sisäilmaan – laskennallinen SOILIRISK-tarkastelu

Koska on teoreettisesti mahdollista, että öljyhiilivetyjä voi päätyä vähäisesti pohjaveden virtauksen mukana koulurakennuksen alapuolelle, tarkasteltiin sisäilmariskejä laskennallisesti mallintamalla. Tarkastelussa laskettiin sisäilmariskin muodostumista, kun kyseessä on rakennuksen käyttömuoto kouluna/päiväkotina.

Sisäilmariskin laskennassa käytettiin SOILIRISK-mallia (versio 3.2). SOILIRISK-malli on Suomessa Öljyalan Palvelukeskus Oy:n toimeksiannosta laadittu arviointimalli pienialaisen öljytuotteilla pilaantuneen maaperän ja pohjaveden kohdekohtaiseen riskinarviointiin. Ohjelma on Excel-pohjainen, ja sen rungon muodostavat ASTM:n suosittamat ns. RBCA-yhtälöt, joita on muunnettu paremmin käyttötarkoitukseen soveltuviksi. SOILIRISK-mallinnusohjelma on julkaistu vuonna 2007 ja viimeisin päivitys ohjelmaan (3.2) on julkaistu vuonna 2017. Mallia voidaan käyttää öljyhiilivety-yhdisteiden terveys- ja kulkeutumisriskien arviointiin. SOILIRISK laskee fraktioiden aiheuttamat terveysriskit päiväannoksen perusteella.

Laskenta osoittaa alimman kerrostason sisäilman pitoisuudet ja sitä kautta aiheutuvat terveysriskit. Huomioitavaa on, että laskenta ei huomioi koneellisesti tuulettuvaa alapohjan vaikutusta, vaan kertoo tilanteesta, jossa ilmanvaihto on epäkunnossa eikä toimi (laiterikot, inhimilliset erehdytykset). Laskenta ei myöskään huomioi haitta-aineiden kokonaismäärän nopeampaa pienenemistä rakennuksen alla alapohjan tuuletuksen seurauksena.

Laskennan lähtötiedot ja oletukset

Laskennassa öljyhiilivetyjen pitoisuuksina käytettiin PVP1 pisteestä viimeisimmäksi analysoitua pohjaveden summapitoisuuden fraktiointien öljypitoisuuksia (0,12 mg/l 8.2.2021), joka kuvaa tämänhetkistä pisteen PVP1 nykytilannetta. Lisäksi laskenta tehtiin väliaikaisen pohjavesiputken RF4 fraktiointin öljypitoisuudella 0,50 mg/l (28.9.2020) pisteestä, joka sijaitsee tulevan koulurakennuksen alla. Lähtötietojen kaltaisten olosuhteiden arvioidaan teoreettisesti olevan mahdollista valita myös koulurakennuksen alapuolisessa pohjavedessä.

Laskennassa ei käytetty väliaikaisessa pohjavesiputkessa RF1 todettua kohteen suurinta öljypitoisuutta (50 mg/l) tai PVP1 suurinta öljypitoisuutta (2,8 mg/l), koska pilaantumisen alueelta pohjaveden päävirtaus suunnan on arvioitu suuntautuvan itään, pois päin koulurakennuksesta. Tämän lisäksi tarkastelujakson aikana pohjavesiputkista otettujen näytteiden pitoisuudet ovat olleet laskussa.

Laskennat kuvaavat tilannetta, jossa alapohjan tuuletus / aktiivinen ilmanvaihto ei jostain syystä toimi, vaan alapohjan ilma pääsisi rakennuksen mahdollisten heikkouskohtien kautta sisäilmaan. Laskennassa käytetyt pitoisuudet (PVP1 ja RF4) ja yhteenveto fraktioiden kemiallisista ominaisuuksista on esitetty taulukossa 6. Määritysrajan alittavat pitoisuudet huomioidaan määritysrajan puolikkaina pitoisuuksina laskennassa, todelliset pitoisuudet voivat olla myös oletettua pienemmät. Lähtötiedot ja laskennan tulokset on esitetty liitteessä 10.

Laskenta yleistää pitoisuuksien vallitsevan koko koulurakennuksen alapuolisella alueella (100 % rakennuksen yhden huonetilan kokonaisalasta). Mahdollinen todellinen ala voi olla pienempi. Laskennassa rakennuksen nykyisessä käytössä altistujaksi oletettiin koulu/päiväkotia käyvä lapsi. Päiväkodissa vietetään noin 250 pv/vuosi ja keskimääräinen oleskeluaika on 9 t/päivä.

Laskentamallissa käytettiin lisäksi molempien käyttömuotojen osalta seuraavia kohdekohtaisia oletuksia:

- maaperän fysikaalisen laadun osalta hiekkamaan oletusarvot
- orgaanisen hiilen määränä vedellä kyllästymässä kerroksessa on käytetty arvoa 0,001
- pilaantuma esiintyy rakennuksen alla 3,5 metrin syvyydellä maanpinnasta
- ilmavirran määrä vaikuttaa ratkaisevasti maasta rakennuksen sisälle kulkeutuvaan haihtuvien haitta-aineiden määrään. Mallin mukainen keskimääräistä ilmapuotoa kuvaava arvo on 140 cm³/s, jota mitatun tiedon puuttuessa käytetään maanvaraisen laatan päälle rakennettujen rakennusten osalta.
- rakennuksen pohjan alana ja tilavuutena on käytetty laskennan oletusarvoja, 100 m² ja 250 m³, jotka likimäärin vastaavat kyseisen rakennuksen osaa ja koska kyseisten parametrien muuttaminen edellyttäisi laskennan muiden olennaisten parametrien muuttamista (mallin oletusarvoja ei suositella muutettavaksi, ellei rakennuksen ilmapuodoista ole käytettävissä tarkkaa tietoa). Alan ja tilavuuden kasvattaminen laimentaa sisäilmaan aiheutuvaa pitoisuutta suurempaan tilavuuteen, joten valitut oletusarvoparametrit antavat konservatiivisen lopputuloksen.
- pilaantuneen maan osuus kuormituksen vastaanottavan huonetilan pinta-alasta on arviolta 100 %

Viitearvot

Sisäilmassa on normaalisti satoja orgaanisia kaasumaisia yhdisteitä, joiden pitoisuudet ovat yleensä hyvin pieniä. Sisäilman sisältämät kemialliset aineet epäpuhtauksina voivat olla peräisin rakennus- ja sisustusmateriaaleista, kosteuden vaurioittamista rakenteista, ihmisen toiminnoista tai asunnon ja muun oleskelutilan ulkopuolelta. Sisäilmassa esiintyvien kemiallisten aineiden kokonaismäärää kuvataan usein haihtuvien orgaanisten aineiden pitoisuuksien määrällä VOC (Volatile Organic Compounds). TVOC on haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaismäärä (T=total).

VOC-yhdisteiden summapitoisuuden terveysvaikutusten tulkintaan liittyy haasteita, sillä TVOC-pitoisuus ei yksilöi yhdisteitä, joista terveyshaitta voi muodostua. Työterveyslaitos on julkaissut vuonna 2021 oppaan Haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimistotyypisissä työympäristöissä. Oppaan mukaan, "vaikka VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudelle (TVOC) on olemassa viitearvoja, TVOC-pitoisuutta ei voida käyttää terveysvaikutusten arvioinnissa ilman tietoa, mistä TVOC-pitoisuus muodostuu. TVOC-pitoisuudelle ei siksi ole mahdollista asettaa terveysperusteista raja-arvoa." "Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuutta (TVOC) ei voi käyttää terveysvaikutusten arviointiin, koska kyse on yhdisteiden summasta, joka on määritetty vain tolueenin vasteen avulla. Joissain tilanteissa tunnistettujen yhdisteiden summa voi tästä syystä olla huomattavasti suurempi kuin TVOC." TVOC-pitoisuuden on kuitenkin todettu soveltuvan erityisesti mittaustulosten nopeaan seulomiseen.

Pelkosenniemen kohteessa tulee sijaitsemaan koulu. Asumisterveysasetus (STM 545/2015) koskee myös kouluja ja päiväkotiteja, jotka ovat terveydensuojelulain näkökulmasta ns. muita oleskelutiloja. Asumisterveysasetuksessa 15§ on esitetty toimenpiderajat yksittäisille haihtuvien yhdisteiden tolueenivasteella lasketuille kokonaispitoisuuksille (50 µg/m³) sekä TVOC-pitoisuudelle (400 µg/m³). Toimenpideraja edustaa pitoisuutta, jonka ylittyessä terveyshaitta tulee selvittää ja tarvittaessa tulee tehdä toimenpiteitä haitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Asumisterveysasetuksen toimenpideraja on ainoa viitearvo, joka vuonna 2021 julkaistussa Työterveyslaitoksen oppaassa on TVOC-pitoisuudelle esitetty.

Lisäksi on saatavilla Työterveyslaitoksen 19.3.2019 päivittämä kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla, joihin lukeutuu myös koulu-, terveydenhoito- ja päiväkotikohteita. Tässä koosteessa viitearvona on käytetty P90-arvoa, joka TVOC-pitoisuudelle on > 100 µg/m³. Näiden viitearvojen perusteena eivät ole olleet terveydelliset näkökulmat, vaan niiden tarkoitus on auttaa huomaamaan, mikä on poikkeava mittaustulos ja näin ollen saattaa indikoida syytä koettuun huonoon sisäilmanlaatuun. Lähde: Sisäympäristön viitearvoja (ttl.fi) <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/09/sisaympariston-viitearvoja.pdf>. Ympäristöhallinnon ohjeessa 6|2014 suositellaan asuin- ja toimistotyypisten rakennusten yleiseksi vertailuarvoksi asumisterveysasetuksen toimenpiderajaa matalampaa tasoa 250 µg/m³. Kyseinen pitoisuus ei perustu terveyshaittaan, mutta kyseisellä pitoisuustasolla voi olla yhteys mm.

¹ Työterveyslaitos, Haihtuvat orgaaniset yhdisteet toimistotyypisissä työympäristöissä, ISBN 978-952-261-957-0 (pdf), 2021

hajuhahtaan ja sen myötä viihtyvyyden vähentymiseen. Tämä arvo perustuu Työterveyslaitoksen aiemmin määrittämään työympäristön sisäilman TVOC-pitoisuuden viitearvoon (tavoitetaso) 250 µg/m³².

Sosiaali- ja terveysministeriö on asetuksellaan haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (654/2020) vahvistanut työpaikan ilman epäpuhtauksien haitallisiksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot) ja vastaavat biologisten altistusindikaattorien raja-arvot. Ne on tarkoitettu huomioon otettavaksi työpaikan ilman puhtautta, työntekijöiden altistumista ja mittaustulosten merkitystä arvioitaessa.

Lisäksi rakentamismääräyskokoelman osassa D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, on esitetty, että "Muiden epäpuhtauksien pitoisuus voi tavanomaisissa tiloissa olla yleensä korkeintaan 1/10 työpaikkojen ilman haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (HTP), kun yksittäisen aineen vaikutus on täysin hallitseva. Jos ilmassa esiintyy useita haitallisiksi tunnettuja aineita, joiden yhteisvaikutusta ei tunneta, katsotaan hyväksyttävän pitoisuuden ylittyneen, jos $\sum(C_i/HTP_i) > 0,1$, jossa C_i on mitattu yhden aineen pitoisuus, ja HTP_i on kyseessä olevan aineen haitalliseksi tunnettu pitoisuus." STM:n julkaisun 2020:24 liitteenä olevassa luettelossa haihtuvien öljyhiilivetyjen pitoisuuksille annetut HTP-arvot on esitetty taulukossa 6.

Taulukko 6. HTP-arvot haihtuville hiilivedyille ja naftaleenille.

Yhdiste	HTP _{8h} µg/m ³	HTP _{15 min} µg/m ³	HTP _{8h} / 10 µg/m ³
Tolueeni	81 000	380 000	8 100
Ksyleenit	220 000	440 000	22 000
Etyylibentseeni	220 000	880 000	22 000
MTBE	180 000	360 000	18 000
Kumeeni (Isopropylibentseeni)	50 000	250 000	5 000
Naftaleeni	5 000	10 000	500

Valtioneuvosto on työturvallisuuslain nojalla antamissaan päätöksissä ja asetuksissa määrännyt työpaikan ilman epäpuhtauksille joukon sitovia raja-arvoja. Bentseenin suurin sallittu pitoisuus (HTP_{8h}) työpaikan ilmassa on 1 ppm / 3,25 mg/m³ (sitova raja-arvo, ylitys edellyttää toimenpiteitä). Lisäksi on esitetty vertailu ns. TCA-arvoihin (Tolerable Concentration in Air, taulukko 7), jotka ovat sisäilman vertailuarvot säännöllisessä pitkäaikaisaltistuksessa sekä viitteellisiin hajukynnyksiin.

Taulukko 7. Laskennalliset pitoisuudet sisäilmassa ja niiden vertailu viitearvoihin.

	TCA ³ µg/m ³	Hajukynnys (viitteellinen) µg/m ³
Alifaattiset hiilivetyjakeet:		
>C ₅ -C ₈	18 400	
>C ₈ -C ₁₆	1 000	
>C ₁₆ -C ₃₅	NA	
Aromaattiset hiilivetyjakeet:		
>C ₈ -C ₁₆	400	
>C ₁₆ -C ₃₅	200	
Muut yhdisteet:		
Bentseeni	1,7	33 000-46 000 (TTL)

² Työterveyslaitos, Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa. Tavoitetaso TY-01-2012, 17.4.2012, www.ttl.fi/tavoitetasot

³ Ympäristöhallinnon ohjeita 6|2014,

Naftaleeni	10	440 (ATSDR ⁴)
Tolueeni	400	11 100 (TTL)
Etyylibentseeni	770	2 000-2 600 (ATSDR)
Ksyleenit	870	4 900 (TTL)
TVOC	250	

Laskennan tulokset

Taulukossa 8 on esitetty laskennalliset sisäilman pitoisuudet ja niiden vertailu viitearvoihin. Laskennallisissa sisäilman pitoisuuksissa on huomioitu pohjavedestä haihtuvat haitta-aineet.

Taulukko 8. Laskennalliset pitoisuudet sisäilmassa ja niiden vertailu viitearvoihin.

	Laskennallinen pitoisuus sisäilmassa PVP1 (0,12 mg/l) µg/m ³	Laskennallinen pitoisuus sisäilmassa RF4 (0,50 mg/l) µg/m ³	TCA µg/m ³
Alifaattiset hiilivetyjakeet:			
>C ₅ -C ₈	55	55	18 400
>C ₈ -C ₁₆	126	80	1 000
>C ₁₆ -C ₃₅	9,2E-05	0,0002	NA
Aromaattiset hiilivetyjakeet:			
>C ₈ -C ₁₆	0,32	0,20	400
>C ₁₆ -C ₃₅	0,001	0,0001	200
BTEX-yhdisteet:			
Bentseeni	3,5E-04	8,3E-04	1,7
Tolueeni	3,3E-04	6,2E-04	400
Etyylibentseeni	1,3E-03	-	770
Ksyleenit	9,2E-04	1,1E-02	870
yht.	182	135	-

Laskennallinen sisäilman pitoisuus edustaa teoreettista hetkellistä enimmäispitoisuutta. Sisäilman laskennalliset öljyhiilivetyfraktioiden pitoisuudet alittavat Ympäristöhallinnon ohjeessa 6/2014 esitetyt TCA vertailuarvot ja työpaikalle sovellettavat HTP -arvot.

Summalaskenta ei huomioi yhdisteiden erilaisia kulkeutumisaikoja, joiden seurauksena on epätoimennäköistä, että summapitoisuus normaaliolosuhteissa saavuttaisi enimmäistasoaan.

Haihtuvien yhdisteiden laskennallisesti arvioidut suurimmat teoreettiset summapitoisuudet (182 µg/m³ ja 135 µg/m³) alittavat asumisterveysasetuksen mukaisen sisäilman toimenpiderajan (400 µg/m³). Lisäksi pitoisuudet alittavat myös sisäilmassa suositellun pitoisuustason (250 µg/m³ mm. YO 6/2014).

⁴ Agency for Toxic Substances & Disease Registry, www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles, viitattu 18.12.2017

6.5.3 Kulkeutuminen pinta- ja pohjaveteen

Maaperästä etenkin öljyhiilivetyjen helpommin kulkeutuvat keskiraskaat jakeet voivat kulkeutua pohjaveteen ja edelleen purkautua läheiseen Kemijokeen (noin 400 m etäisyys).

Mahdollisten öljyhiilivetyjen pitoisuutta pohjavedessä ja purkautumista pintaveteen arviointiin laskennallisesti SOILIRISK 3.2 mallilla. Mallissa käytettiin samoja oletuksia kuin sisäilman laskennassa (kappale 6.5.1). Pohjaveden pinnan gradientiksi on arvioitu mallin mukainen 0,02.

Laskentamallilla määritettiin pohjaveden pitoisuustasot 400 m etäisyydellä pilaantumasta, mikä kuvaa pohjaveden laskennallista pitoisuustasoa kohdassa, jossa pohjavesi purkautuu pintavedeksi Kemijokeen. Pohjaveden laskennallisen pitoisuuden määrittämisessä on huomioitu yhdisteiden hajoaminen (SOILIRISK 3.2). Laskennalliset öljyhiilivetypitoisuudet purkautuvassa pohjavedessä on koottuna kappaleeseen 6.7., jossa tuloksia verrataan ekologisiin viitearvoihin ja pohjaveden viitearvoihin.

6.6 Terveysriskien arviointi

6.6.1 Altistuminen sisäilman välityksellä

SOILIRISK 3.2 -laskennan keskeiset terveysriskiä kuvaavat tulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 8. Laskentamallissa laskennallista päiväannosta verrataan hyväksyttävään päiväannokseen (TDI). Mikäli suhde ylittää 100 %, on haitallinen vaikutus todennäköinen ja riski terveyshaitalle on kohonnut.

Koulurakennuskäytössä eri öljyhiilivetyjen laskennalliset pitoisuudet ovat laskennassa oletetulla altistuksella (250 pv/v ja 9 h/pv) enintään 20 % terveydelle haitattomasta pitoisuudesta. Pohjavedestä laskennallisesti sisäilmaan haihtuvat enimmäispitoisuudet alittavat sisäilman vertailuarvot (TCA, taulukko 8).

Näin ollen laskennan perusteella, käytetyillä lähtötiedoilla ja pitoisuuksilla (liite 8) rakennuksen alla olevasta oletetusta öljyhiilivetyypitoisesta pohjavedestä ei laskennallisesti aiheudu terveysriskiä koulu-/päiväkotirakennuksessa tilanteessa, jossa ilmanvaihto ei hetkellisesti toimisi.

Tehdyillä oletuksilla sekä tarkasteluun valituilla pitoisuuksilla epävarmuudet huomioiden laskennalliset sisäilman aiheutuvat haihtuvien yhdisteiden pitoisuudet alittavat sisäilman laadun heikkene- mistä kuvaavan suositustason (250 µg/m³ mm. YO 6/2014).

Niiden arvioidaan voivan teoreettisesti sivuta korkeintaan samaa tasoa kuin Työterveyslaitoksen koosteessa esitetty "mahdollinen viite sisäilmaongelmista (TVOC >100 µg/m³)" poikkeustilan- teissa. Erityisesti kevyiden alifaattisten hiilivetyjen kulkeutumisajat ovat hyvin lyhyitä (muutamia päiviä), jolloin edellä esitetyt teoreettiset enimmäispitoisuudet saavutettaisiin jo ennen koulun käyttöönottoa tai rakennuksen elinkaaren alkuvaiheessa, jolloin poikkeustilanteita (alapohjan tuu- letus ei toimi, alapohjan rakenteen tiiveys ei toimi) ei pidetä todennäköisenä.

Sisäilmasta ei arvioida aiheutuvan terveydellistä haittaa ihmiselle.

6.6.2 Altistuminen pintaveden välityksellä

Nykytilanteessa öljyhiilivetyjen tai muiden kohteessa havaittujen haitta-aineiden kulkeutumista pintaveteen on vähäistä (taulukko 9). Kulkeutumista voi jossain määrin tapahtua, mutta vettä ei käytetä talousvetenä eikä alueen vieressä ole virallisia uima-alueita. Näin ollen mahdollisesta hiili- vetyjen kulkeutumisesta pintaveteen ei arvioida aiheutuvan terveydellistä haittaa ihmisille.

6.7 Ekologisten riskien arviointi

Maaperäeliöt

Alueella öljyhiilivedyt sijaitsevat kiinteistön piha-alueen alapuolisessa maaperässä, jossa maaperän mikrobit ja maaperäeläimet voivat altistua suoran kosketuksen kautta. Eliöiden altistumisesta ei kuitenkaan arvioida aiheutuvan kokonaisuuden kannalta merkittäviä haittoja, koska maaperäeliöt

voivat välttellä haitta-ainepitoisia alueita hakeutumalla sellaisille alueille, jossa haitta-aineita ei esiinny, eikä alue muutoinkaan taajama-alueena ole olennaista maaperäeliöiden elinaluetta. Maaperän mikrobien on myös havaittu sopeutuvan korkeisiinkin öljyhiilivetytypitoisuuksiin ja ne voivat hajottaa orgaanisia yhdisteitä energiakseen. Tätä ominaisuutta voidaan hyödyntää mm. öljyhiilivedyillä pilaantuneen maaperän kunnostuksessa. Maaperän mikrobistolle on myös tyypillistä korkea komplementaarisuus eli useat eri lajit ja eliöryhmät toteuttavat samoja toimintoja. Siten maaperän toiminnot ja prosessit eivät häiriinny, vaikka herkimmat eliöt korvautuvat vallitseviin olosuhteisiin paremmin sopeutuneilla tai sopeutumiskykyisillä eliöillä.

Vesieliöt

Öljyhiilivetyjen kulkeutuminen pohjaveden mukana Kemijokeen voi aiheuttaa vesieliöstön altistumista. Taulukossa 9 on esitetty laskennalliset öljyhiilivetyjen pitoisuudet noin 400 m etäisyydellä pisteestä PVP1, jonka pohjavedessä on todettu kohonneet hiilivetytypitoisuudet, jolloin laskennallisten pitoisuuksien voidaan katsoa edustavan pintavedeksi purkautuvaa pohjavettä.

Taulukossa 9 on lisäksi vertailuarvoina esitetty ruotsalaisen Kemakta Konsult AB:n julkaisussa (2006) esitetyt ympäristöriskiperusteiset enimmäispitoisuudet pintavedessä esiintyville öljyhiilivetyfraktioille. Suomalaisessa lainsäädännössä vesiympäristölle vaarallisille ja haitallisille aineille on esitetty ympäristölaatu normit valtioneuvoston asetuksessa 1022/2006, mutta öljyhiilivedyille kyseisiä ympäristölaatu normia ei ole määritetty.

Taulukko 9. Laskennallinen pohjaveden pitoisuus 400 m etäisyydellä pilaantumasta sekä vertailuarvot.

	Kohteen pohjavedestä (PVP1) analysoidut pitoisuudet, µg/l	Laskennallinen pitoisuus pohjavedessä 400 m etäisyydellä, µg/l	Ohjearvo, µg/l (Kemakta, 2006)	Pohjaveden ympäristölaatu normit µg/l
Alifaattiset:				
>C ₅ - C ₈	10	0,019	300	-
>C ₈ - C ₁₀	10	0,019	150	-
>C ₁₀ - C ₁₂	10	0,022	300	-
>C ₁₂ - C ₁₆	120	0,017	3 000	-
>C ₁₆ - C ₃₅	2600	-	3 000	-
Aromaattiset:				
>C ₈ - C ₁₀	10	0,023	500	-
>C ₁₀ - C ₁₂	10	0,027	120 (C ₁₀ - C ₁₆)	-
>C ₁₂ - C ₁₆	10	0,032		-
>C ₁₆ - C ₂₁	20	-	5 (C ₁₆ - C ₃₅)	-
yht.		0,2		50

Tehdyn laskennan mukaan öljyhiilivetyjen kulkeutuminen pohjaveden välityksellä Kemijärveen on teoreettisesti mahdollista. Kaikki pitoisuudet todetut pitoisuudet alittavat esitetyt vertailuarvot, eikä haittaa vesieliöille arvioida aiheutuvan.

Samoin noin 400 m etäisyydellä pohjavedessä alittuvat pohjaveden ympäristölaatu normit ja aiemat talousveden laatuvaatimukset öljyhiilivetyjen summapitoisuuden osalta, joten kaivovesien käytöstä ei arvioida terveydellistä haittaa aiheutuvan myöskään 550 m etäisyydellä pohjaveden virtaussuunnassa esiintyvän kaivoveden käytöstä.

6.8 Epävarmuustarkastelu

Tutkimukset

Kohteen maaperää on tutkittu kattavasti piha-alueiden osalta ja pilaantunut alue on varsin luotettavasti rajattu. Pystysuuntaisen levinneisyyden arvioinnin luotettavuutta lisää tutkimusten ohella alueen tiivis pohjamaa.

Näytteenottoon ja laboratorioanalyysiin liittyy aina epävarmuutta. Laboratorion ilmoittama mitausepävarmuus on yhdisteestä ja pitoisuustasosta riippuen $\pm 20...50\%$, minkä lisäksi näytteenotosta aiheutuu epävarmuutta mittaustuloksiin. Näytteenoton ja analytiikan epävarmuudet on huomioitu käyttäen laskennassa mitattuja enimmäispitoisuuksia, jolloin käytetyt pitoisuudet ovat keskimääräisiin pitoisuuksiin nähden todennäköisemmin yli- kuin aliarvioituja. Käytetyn maanäytteen analyysimenetelmän kevyimpien hiilivetyfraktioiden määrittämisrajat ovat melko suuret.

Riskinarviointi

Riskinarvioinnin laskennallisessa osuudessa käytettiin Suomessa yleisesti käytössä olevan SOIL-RISK-mallin tuoreinta versiota (3.2). Laskennalliseen arviointiin liittyy huomattavasti yksinkertaisuuksia ja oletuksia verrattuna luonnossa vallitseviin olosuhteisiin. Laskennalliseen tarkasteluun liittyy epävarmuuksia parametrien valinnan ja niiden todenmukaisuuden osalta. Laskennassa parametrit on valittu mahdollisimman totuudenmukaisiksi ja mikäli tämä ei ole mahdollista esim. tiedon puutteen vuoksi, parametrin valinnassa on noudatettu laskentaohjelman oletusarvoja tai valittu konservatiivinen arvo yleisen varovaisuusperiaatteen mukaan. Laskennan parametrien valinnasta aiheutuva epävarmuus vaikuttaa todennäköisimmin riskejä yliarvioivasti. Laskenta kuvaa tilannetta, jossa ilmanvaihto ei toimisi suunnitellusti.

Laskennassa on käytetty maaperän ominaisuuksina mallin hiekkamaan oletusarvoja, jotka edustavat melko karkearakeista maa-ainesta. Tämä voi jonkin verran yliarvioida kohteen riskejä. Riskinarviolaskelmia varten kohteesta on tehty öljyhiilivetyjen fraktiointianalyysjä. Laskenta on tehty putken PVP1 pitoisuudella (0,12 mg/l) ja väliaikaisen pohjavesiputken pitoisuudella RF4 (0,5 mg/l).

Tarkastelun perusteella pohjaveden päävirtaussuunnan arvioidaan olevan alueelta itään, jolloin pohjaveden haitta-aineet kulkeutuvat pääosin päävirtaussuuntaan pois päin uudesta koulurakennuksesta.

6.9 Riskinarvion johtopäätökset

Pelkosenniemen uuden koulurakennuksen läheisessä maaperässä on öljyhiilivedyillä pilaantunutta maata ja pohjavettä. Haitta-aineiden kulkeutumisreiteiksi on tunnistettu haihtuminen ja kulkeutuminen koulurakennuksen sisäilmaan sekä kulkeutuminen pohjaveden välityksellä Kemijokeen.

Tehtyjen tutkimuksien ja riskinarvion perusteella ei nykytilanteessa ole viitteitä siitä, että maaperässä ja pohjavedessä esiintyvät öljyhiilivedyt kulkeutuisivat uuden koulurakennuksen sisäilmaan pitoisuuksina, joista aiheutuisi terveydellistä haittaa.

Tarkastelun perusteella teoreettinen mahdollisuus sille, että koulurakennuksen alle päätyisi pohjaveden virtauksen mukana pitkän ajan kuluessa öljyhiilivetyjä on erittäin pieni. Tähän vaikuttaa se, että lisätutkimuksien mukaan pohjaveden päävirtaussuunta ohjautuu itään pois päin koulurakennuksesta. Siten riski, että öljyhiilivety pitoisuudet uuden koulurakennuksen alapuolisessa pohjavedessä kasvaisivat, on teoreettinen pohjaveden päävirtaussuunnan pysyessä itään. Mikäli päävirtaussuunta muuttuu alueella, tulee riskitarkastelun tarvetta arvioida uudelleen.

Sisäilmasta ei arvioida aiheutuvan terveydellistä haittaa ihmiselle.

Öljyhiilivetyjen kulkeutuminen pohjaveden välityksellä pintaveteen on laskennallisen tarkastelun perusteella mahdollista, mutta veteen mahdollisesti kulkeutuvat pitoisuudet ovat hyvin pieniä. Arvion perusteella mahdollisesta kulkeutumisesta ei aiheudu pinta- tai pohjaveden laadun olennaista heikkenemistä eikä ekologista haittaa.

7. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET

Kunnostus

Pelkosenniemen koulun kiinteistön alueella suoritettiin pilaantuneen maaperän kunnostustöitä 1.7.-14.8.2020 välisenä aikana. Kunnostusalueella toteutettiin massanvaihto, jonka yhteydessä alueelta poistettiin yhteensä 2 793,32 tn pilaantuneita maa-aineksia Savaterra Oy:n Kemini

vastaanottoasemalle sekä Perämeren Jätehuolto Oy:n Jäkälän kaatopaikalle Tornioon. Pilaantuneiden maa-ainesten mukana poistettiin öljyhiilivetyjä laskennallisesti noin 11,52 tn.

Kunnostustyön jälkeen kaivannosta otettujen jäännöspitoisuusnäytteiden tulokset alittavat kunnostustavoitteet lukuun ottamatta kaivannon itäseinämään jääneitä haitta-ainepitoisia maa-aineksiä. Maa-aineksiä ei saatu poistettua vaarantamatta lämpökeskuksen sekä siihen liittyvien rakenteiden stabiiliisuutta. Kunnostusalueen maaperään jäi lisäksi osa huoltorakennuksen itäpuoleisen seinän betonilaattaa ja kellarin betonista pohjalaattaa, joita ei niin ikään pystynyt purkamaan ilman lämpökeskuksen stabiiliisuuden vaarantamista. Pohjalaatan alle jäi öljyisiä maa-aineksiä.

Lisätutkimukset

Kunnostusalueelle toteutettiin lisätutkimukset ja pohjavesiputkien asennus 10.-11.9.2020. Tutkimusten tarkoituksena oli rajata pilaantuneiden maa-ainesten esiintymisaluetta ja selvittää pohjaveden haitta-ainepitoisuudet. Tehdyissä lisätutkimuksissa alueelle tehtiin yhteensä 4 tutkimuspistettä, joista otettiin maanäytteitä maksimissaan 8 metrin syvyyteen saakka. Lisäksi yhteen tutkimuspisteeseen asennettiin pysyvä pohjavesiputki ja kahteen tutkimuspisteeseen väliaikainen pohjavesiputki. Maanäytteiden laboratorioanalyysissä yhdessä tutkimuspisteessä (RF1) todettiin VNa 214/2007 mukaisen alemman ohjearvotason ylittävä öljyhiilivetypitoisuus. Muissa tutkituissa maanäytteissä ei todettu kohonneita öljyhiilivetyjen pitoisuuksia. Kaikissa otetuissa pohjavesinäytteissä todettiin VNa 1022/2006 mukaisen pohjaveden ympäristölaatonormin ylittävänä pitoisuuksina öljyhiilivetyjä. Lisätutkimusten perusteella koulurakennuksen viereisessä maaperässä, josta tutkimusten perusteella pohjavesi virtaa koulurakennuksen alle, arvioidaan laskennallisesti olevan noin 2 - 5 tn öljyhiilivetyjä.

Pohjavesiputkien lisäasennukset toteutettiin 25.-26.1.2021, jolloin alueelle asennettiin 3 uutta pohjaveden havaintoputkea. Tutkimusten tarkoituksena oli tarkentaa pohjaveden virtaussuuntaa. Kaikista alueen pohjavesiputkista mitattiin pinnankorot ja otettiin näytteet 9.2.2021. Tehtyjen mitausten perusteella pohjaveden päävirtaussuunnan arvioidaan olevan kohti itää.

Otetuissa näytteissä ei todettu ympäristölaatonormin ylittäviä haitta-ainepitoisuuksia. Pohjavesiputkessa PVP1 todettujen haitta-ainepitoisuuksissa on havaittavissa laskeva trendi syksyn 2020 ja talven 2021 näytteenottokierrosten välissä, jonka aikana haitta-ainepitoisuudet ovat laskeneet noin 98 %.

Riskinarvio

Tehtyjen tutkimuksien ja riskinarvion perusteella ei nykytilanteessa ole viitteitä siitä, että maaperässä ja pohjavedessä esiintyvät öljyhiilivedyt kulkeutuisivat sisäilmaan pitoisuuksina, joista aiheutuisi terveydellistä haittaa.

Riskitarkastelun perusteella on olemassa teoreettinen mahdollisuus, että öljyhiilivetyjen haihtuvien yhdisteiden pitoisuuksia (TVOC -pitoisuudet 135...182 µg/m³) voi hetkellistä kulkeutua sisäilmaan poikkeustilanteessa. Ko. riskin arvioidaan olevan epätodennäköinen.

Laskennalliset pitoisuudet alittavat sisäilman laadun suositellun tason (250 µg/m³) ja asumisterveysasetuksen mukaisen toimenpiderajan (400 µg/m³). Niiden arvioidaan voivan teoreettisesti sivuta korkeintaan samaa tasoa kuin Työterveyslaitoksen koosteessa esitetty "mahdollinen viite sisäilmaongelmista (TVOC > 100 µg/m³)" poikkeustilanteissa. Koulurakennuksen tuulettuva alapohja muodostaa sisäilmariskin kannalta hyvän suojan nykytilanteessa.

Tutkimusten perusteella pohjaveden päävirtaussuunnan arvioidaan olevan kohti itää, jonka perusteella öljyhiilivetyjen kulkeutumisen pohjaveden välityksellä koulurakennuksen alle arvioidaan vähäiseksi.

Sisäilmasta ei arvioida aiheutuvan terveydellistä haittaa ihmiselle.

Jatkotoimenpiteet

Kunnostuskiinteistölle, lämpölaitoksen alueelle, jääneet pilaantuneet maa-ainekset tulee huomioida, mikäli alueella suoritetaan maankaivutöitä. Maankaivutöistä on informoitava alueellista ELY-keskusta ja tarvittaessa tehtävä ELY-keskukselle YSL 136§:n mukainen ilmoitus pilaantuneen maaperän kunnostuksesta.

Lämpölaitoksen mahdollisten purku- ja muutostöiden yhteydessä tulee arvioida, että onko alueella tarpeen suorittaa maaperän kunnostustoimenpiteitä.

Kiinteistön kaavoituksen ja käyttötarkoituksen muuttuessa tulee kiinteistön kunnostustarve arvioida uudelleen ja laatia kohteesta uusi käyttötarkoituksen mukainen riskinarvio.

Mikäli pohjaveden päävirtaussuunta muuttuu alueella, tulee riskitarkastelun päivityksen tarve arvioida.

Oulussa 8.3.2021

Ramboll Finland Oy



Anne Jokiniemi
Suunnittelija



Päivi Koskela
Projektipäällikkö