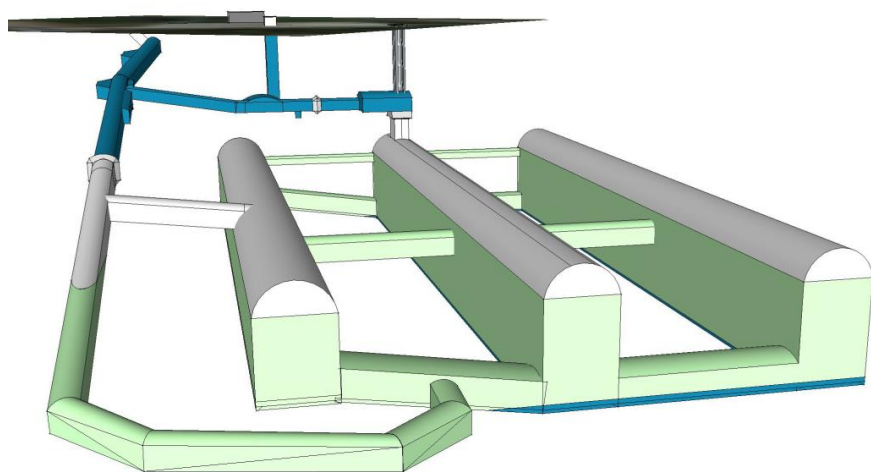


Finland Tank Storage

Tahkoluodon varasto

BENSIINI VARASTOINNIN VOC LEVIÄMISMALLINNUS

Aloha-Ohjelmalla



Erkki Korjuslommi
ATOR-Consultants Oy

Sisällys

1. TAUSTA	2
2. LÄHTÖKOHDAT JA OLETTAMUKSET	2
2.1 TERMINAALIN TOIMINTAA KUVAAVAT LUVUT.....	2
2.2 PÄÄSTÖLÄHTEET	3
2.2.1 Kalliovaraston täyttö.....	3
2.2.2 Laivan lastaus	3
2.3 BENSIININ OMINAISUUDET [1..3]	3
3 BENSIINIKAAASUJEN LEVIÄMINEN YMPÄRISTÖSSÄ	6
3.1 BENTSEENIPÄÄSTÖ KALLIOVARASTON TÄYTÖSSÄ VRU:N TOIMIESSA	6
3.2 BENTSEENIPÄÄSTÖ KALLIOVARASTON TÄYTÖSSÄ, KUN VRU EI TOIMI ("WORST CASE")	7
3.3 BENTSEENIPÄÄSTÖ LAIVAN LASTAUksen YHTEYDESSÄ	8
3.4 KOKONAISHILIVETYJEN PÄÄSTÖT	8
3.4.1 Laivan lastauksen yhteydessä	8
3.5. HAJUHAITAT KALLIOVARASTOINNIN OPEROINNISTA	9
3.5.1 Hajuhaitat kalliovaraston täytön yhteydessä	9
3.5.2 Hajukynnyksen ulottuvuus VRU:n toimiessa	10
3.5.3 Hajukynnyksen ulottuvuus VRU:n ollessa alhaalla	10
3.5.4 Hajukynnyksen ulottuvuus laivalastauksen yhteydessä	10
3.6. TOIMINNAN VAIKUTUKSET ILMAN LAATUUN LÄHIMISSÄ HÄIRIINTYMISALTTIISIA KOhteissa	11
4.YHTEENVETO.....	12
4.1 LASKELMIEN TULOSTEN LUOTETTAVUUS /6/	12
4.2 MERKITTÄVÄT HAITTA-ALUEET KALLIOVARASTON NORMAALIN OPEROINNIN AIKANA.....	13
4.3 VOC - PÄÄSTÖN AIHEUTTAMA SYTTYMISVAARA SATAMASSA	13
4.4. TOIMINNAN VAIKUTUKSET ILMAN LAATUUN TERMINAALIN LÄHIYMPÄRISTÖSSÄ.....	13
4.4.1 Hajuhaitat terminaalin lähialueilla.....	13
4.4.2 Ilman laatu lähimmällä vakituisella asuinalueella	13
5. KIRJALLISUUSVIITTEET:	14
6. LIITTEET (ALOHA-OHJELMA / KAAVIOT).....	14

1. TAUSTA

Tässä mallinnusraportissa esitetään arvio bensiinin höyryjen levinneisyydestä ja haitallisuudesta päästölähteiden ympäristössä terminaalialueella, jossa sijaitsee Finland Tank Storage Oy:n Porin Tahkoluodon palavan nesteen kalliovarasto.

Finland Tank Storage Oy on aloittamassa öljytuotteiden logistiikkaan liittyvää liiketoimintaa Porin Tahkoluodon satama-alueella, josta yhtiö on vuokrannut käyttöönsä toimintaan tarvittavan maa-alueen.

Kalliovaraston on aiemmin omistanut entinen Tahkoluodon polttoöljy Oy. Varasto on tällä hetkellä pois käytöstä. Varastolla on viimeksi ollut varastoituna raskasta polttoöljyä 1990-luvun lopulla. Varastolla on kolmesta varastoluolasta ja niiden yhdystunneleista koostuva palavan nesteen kalliovarasto, jonka yhteistilavuus on noin 300 000 m³. Varastolla on tarkoitus harjoittaa pääasiassa keskitisleiden pitkäaikaisvarastointia. Aluksi kuitenkin varaudutaan bensiinin varastointiin luolastossa. Tuotteet tuodaan laivoilla kalliovarastoon ja kuljetetaan edelleen myös laivoilla. Putkilinja öljylaiturilta varastolle on suurimmaksi osaksi satamalaitoksen hallinnoimalla alueella. Porin Satama Oy, joka omistaa öljylaiturin ja siellä olevat satamalaitteet, huolehtii alueellaan olevien linjojen kunnossapidosta.

Tuotteen käsittely jakaantuu karkeasti kolmeen vaiheeseen. Tuotteen purkaus laivasta, varastointi maanalaisessa kallioluolassa ja tuotteen lastaus laivaan. Kalliovaraston toiminta perustuu siihen, että pohjaveden hydrostaattinen paine on korkeampi kuin luolassa vallitseva paine. Tällöin pohjavesi virtaa luolaan päin ja luolaan varastoitu öljy pysyy luolassa eikä leviä kalliossa luolan ulkopuolelle.

2. LÄHTÖKOHDAT JA OLETTAMUKSET

2.1 Terminaalin toimintaa kuvaavat luvut

Kalliovarastossa voin kerrallaan olla enintään n 300000 m³ tuotetta. Suunnittelun tarkoituksena on, että varaston kierto on 2/v. Tämä tarkoittaa, että bensiiniä tulee 300000 m³/v varastoon ja sama määrä lastataan laivaan. Toinen täyttö tulee olemaan keskitisleitä. Ilmapäästöjen arviolaskelmassa /1/ on saatu vuosipäästöiksi varaston osalta 385 t/v ja sataman osalta 78 t/v silloin, kun varastoidaan bensiiniä. Kalliovarastossa ei varastoida bensiiniä tai muita kemikaaleja, joissa on vesiliukoisia komponentteja. Jos kaasujen talteenottolaitoksen (VRU) tai kaasujen polttolaitoksen (VCU) hyötysuhde on 99,5 % hiilivetyjen suhteen, on kokonaispäästö kalliovarastosta 1,9 t/v. Terminaalin vuotuinen VOC –päästö on siis n. 80 t yhteensä.

Kalliosäiliön hönkäkaasuputkesta purkautuva kokonaiskaasumäärä (pääasiassa ilmaa) on:

Vkvtot = 2000 m³/h. Laivojen purkauspumppujen tehoa on tarkoitus säätää tämän arvon mukaan.

Hönpäputken halkaisija on 300 mm. Virtausnopeus putken suulla on:

$$vkv = 2000 / [(0,32 \cdot 3,14/4) \cdot 3600] = 7,86 \text{ m/s}$$

2.2 Päästölähteet

2.2.1 Kalliovaraston täyttö

Kalliovarastolla säiliötäytön yhteydessä ulos pääsevät kaasut purkautuvat pääsääntöisesti hönkäputkesta, 300 mmØ, joka nousee n 10 m korkeuteen. Hiilivetypäästön vähentämiseksi rakennetaan / vuokrataan kaasujen käsittelylaitos tyyppiä esim. ”Jogn Zinc vapor Combustion System”. Sen hyötysuhde hiilivetyjen suhteen on 99,5 % (ilmoitettu).

Säiliön täyttö vaatii n 15 – 20 laivalastia, joiden purkaukseen kaikkine lisätöineen voidaan arvioida kuluvan n. 1 – 2 vrk per laivakäynti.

Säiliöiden täyttö vaatii siis n 1 - 1,5 kk/v, jona aikana päästöjä tapahtuu siis n 20 x 10 h. Oletetaan (kts VOC – laskentaraaportti), että päästöjä ei ole varastoinnin aikana. Kalliovaraston VOC- päästöjen tarkastelussa erotetaan kaksi tapausta.

Tapaus A) Päästöt kalliovarastosta, kun VRU tai VCU on toiminnassa.

VOC-päästöt ovat:

$$VOCK_v \approx (0,005 \cdot 385) / (20 \cdot 10). \text{ t/h} = 0,096 \text{ t/h} = 9,625 \text{ kg/h}$$

Tapaus B) Poikkeamatilanne, jolloin VRU / VCU on ajettuna alas ja laivaa joudutaan purkamaan kalliovarastoon:

VOC- päästöt kalliovarastosta, kun VRU / VCU ei toimi:

$$VOCK_v \approx 385 / (20 \cdot 10). \text{ t/h} = 1,925 \text{ t/h} = 1925 \text{ kg/h}.$$

2.2.2 Laivan lastaus

Laivan lastauksessa syntyvät VOC-päästöt lasketaan vastaavasti:

$$VOC_{ship} \approx 78 / (20 \cdot 10) \text{ m}^3/\text{h} = 0,39 \text{ t/h} = 390 \text{ kg/h}$$

2.3 Bensiinin ominaisuudet [1..3]

Bensiini on palava neste, joka koostuu useista hiilivety-yhdisteistä. Bensiinilaadut eroavat komponenttiensa suhteen toisistaan. Tässä tehtävässä mallinnuksessa otetaan vertauskohdaksi EU228-normin määrittelemä bensini, jossa on ≤ 1 % bentseenia.

European Norm EN 228 antaa suosituksen moottoribensiinien koostumukselle. Beniinikomponenttien osalta se suosittelee maksimiraja-arvot. Taulukosta on jätetty pois EN 228 :n suositukset eettereille ja etanolille, koska tässä varastossa ei käsitellä vesiliukoisia yhdisteitä.

Henkilöturvallisuuden kannalta bentseeni on haitallisin komponentti bensiniuotteissa. Leviämistarkastelu on siksi syytä tehdä ainakin sen päästöjen suhteen. Bensiinissä on myös muita aromaattisia komponentteja kuten tolueenia, ksyleeniä trimetyylibentseeniä jne. Lisäksi bensini sisältää vuodenaajasta riippuen höyrynpaineen lisäämiseksi butaania vaihtelevia määriä (5 - 15 %).

Taulukko 1a Bensiinin tyypillisiä ominaisuuksia

European Norm EN 228 / Unleaded gasoline 95 10ppm

Ominaisuus	Yksikkö	Min	Max
Tiheys 15°C:ssa	kg/m ³	720	775
Höyryn paine, VP			
kesä	kPa	45	
talvi	kPa	60	60
Hiilivedyt			
Olefiinit	% vol.	-	18
Aromaatit	% vol.	-	35
Bentseeni	% vol.	-	1

Taulukko 1b Esim. OVA-ohjeista saatavia tietoja bensiinin ominaisuuksista

Tiheys	0,72 - 0,77 (vesi = 1) 15 °C:ssa
Hajukynnys	0.5 - 1.1 ppm
pH	Not applicable
Sulamis- / jäätymispiste	n. -101°C (-150°F)
Kiehumisalue	49 – 177°C
Höyrynpaine, @20 °C	35 kPa
Höyrynpaine, @37,8 °C	83 kPa
Ylempi räjähdysraja	7.6 % (Vol)
Alempi räjähdysraja	1.3 % (Vol)
Höyryn tiheys (ilma = 1)	n. 3 - 4
Bensiinihöyryn molekyylipaino	66
Bensiininesteen molekyylipaino	105

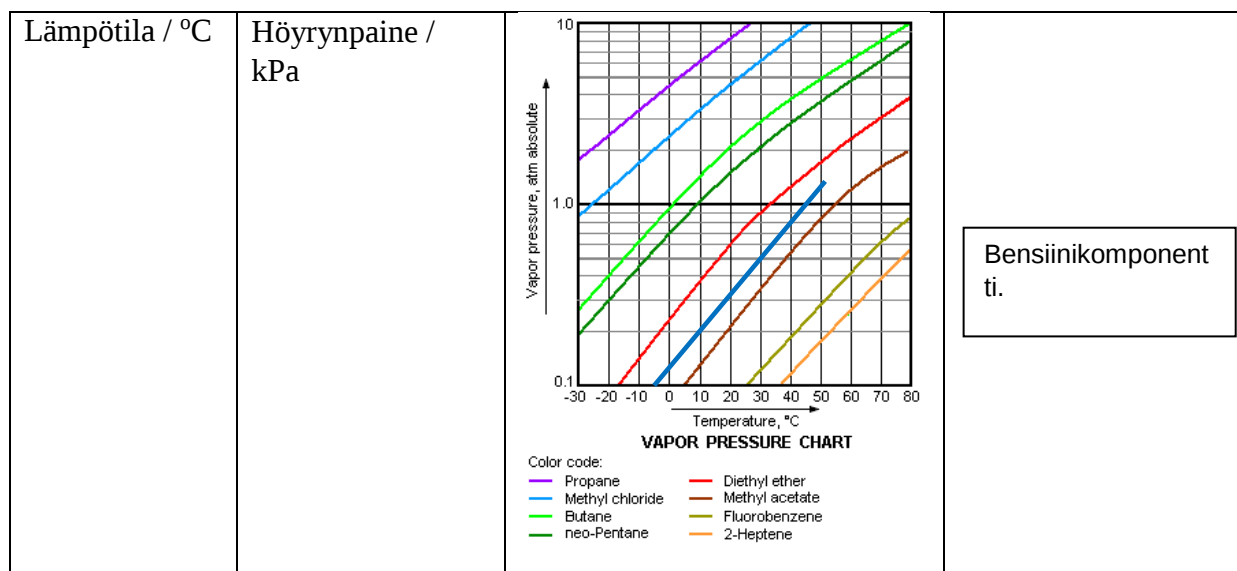
Taulukko 1c Bentseenin fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia (OVA-ohjeet)

Molekyyli massa	78,1
Tiheys	0,88 (vesi = 1) 20 °C:ssa
Sulamispiste	6 °C
Kiehumispiste	80 °C
Höyrynpaine	9,95 kPa (74,6 mmHg) 20 °C:ssa
Höyryn tiheys	2,7 (ilma = 1)
Tasapainotilakonsentraatio	10 % (100 000 ppm) 20 °C:ssa; helposti haihtuva
Liukoisuus	veteen niukkaliukoinen (1,8 g/l H ₂ O 20 °C),.
Jakautumiskerroin P (n-oktanoli/vesi)	Pow = 36 - 140; log Pow = 1,6 - 2,2; rasvahakuinen
Muuntokertoimet (höyry) 20 °C:ssa	1 ppm = 3,25 mg/m ³ 1 mg/m ³ = 0,31 ppm
Hajukynnys	10 - 14 ppm (33 - 46 mg/m ³); haju ei varoita terveysvaarasta
Höyrynpaine @ 13 °C	7,02 kPa

Taulukko 1d Eräiden hiilivetyjen työhygienisiä raja-arvoja /OVA-ohjeet/

Yhdiste	Työhygieeninen raja-arvo, HTP		Huom
Bentseeni	1 ppm	3,25 mg/m ³	
Pentaani	500 ppm	1500 mg/m ³	
Heksaani	20 ppm	72 mg/m ³	
Tolueeni	25 ppm	81 mg/m ³	
Ksyleeni	50 ppm	220 mg/m ³	
Bensiini	300 ppm		TLV / ACGIH

Taulukko 1e. Bensiinikomponentin höyrynpaine / kPa lämpötilan funktiona /5/



3 BENSIINIKAAASUJEN LEVIÄMINEN YMPÄRISTÖSSÄ

3.1 Bentseenipäästö kalliovaraston täytössä VRU:n toimiessa

VRU:n oletetaan toimivan siten, että normaalioperoinnin aikana hiilivetypäästöt ovat 0,5 % , mikä kohdan 2.1.1 mukaan merkitsee, että

VOC-päästöt ovat:

$$\text{VOCKv} \approx (0,005 \cdot 385) / (20 \cdot 10). \text{ t/h} = 0,096 \text{ t/h} = 9,625 \text{ kg/h}$$

Bentseenipäästö voidaan laskea käyttäen Raoult'in ja Dalton'in lakeja /7/:

Lasketaan bentseenipitoisuudella 1 %, kun lämpötila on 12-15 oC.:

Bentseenipitoisuus 1 %

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. 1.0 %-p. Bentseeniä bensiinissä ; | NC ₆ H ₆ = 0,01 |
| 2. Bentseenin molekyylipaino / g/mol = MC ₆ H ₆ | 78 |
| 3. Bensiinin molekyylipaino (neste) / g/mol = MBe = | 100 |
| 4. Bentseenin höyrynpaine @ 12,84 oC = pC ₆ H ₆ | 7,02 kPa. |
| 5. Bensiinihöyryn molekyylipaino / g/mol= MBev = | 70 (* . |
| 6. Bensiinin höyrynpaine @ 13 oC (kts kaavio)= pBe = | 27 kPa (extrapoloitu arvo) |

(*) Bensiinihöyryssä on pääasiassa kevyitä hiilivetyjä, butaania, pentaania, heksaania ja bentseeniä. Tästä johtuen bensiinihöyryn molekyylipaino on alempi kuin bensiininesteen. Käytetty arvo on oletusarvo.

Tehdään laskutoimitukset em. arvoilla:

Bentseenin mooli-% nestebensiinissä $M\% = (n_{C_6H_6} \cdot p) / MC_{6H_6} = (1 \cdot 100) / 78 = 1,28$

Bentseenin osapaine bensiinihöyryssä $p_x = p_{C_6H_6} \cdot M\% = 7,02 \cdot 0,0128 = 0,09 \text{ kPa}$

Bentseenin mooliosuus höyryssä, $n_{C_6H_6} = p_x / p_{Be} = 0,09 / 27 = 0,0033$.

Bentseenin massaosuus päästöhöyryssä $= g_{C_6H_6} = (n_{C_6H_6} \cdot MC_{6H_6}) / p_{Be} = (0,0033 \cdot 78) / 70 = 0,0037$

Kalliovaraston täytön yhteydessä ulos purkautuva bentseenimäärä on:

$GC_{6H_6}(1\%) = 0,0037 \cdot 9,625 \text{ kg/h} = 0,0356 \text{ kg/h} = 35,6 \text{ g/h}$

Bentseenin leviämistä tutkitaan ALOHA – mallinnusohjelman avulla käyttäen seuraavia raja-arvoja:

- a) $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- b) 1 ppm työhyg. Raja-arvo/ 8 h) (OVA-ohjeet)
- b) 5 ppm (STEL / OSHA), $\leq 15 \text{ min}$ altistus

ALOHA-ohjelman lasketut tulokset eri tuulen nopeuksilla (2 m/s ja 5 m/s) sekä yhteenvedot tekstinä on liitteessä 1. **Ohjelma ei piirrä leviämiskaaviota, koska lähialueella ei ylitetä ko raja-arvoja. Kalliovaraston normaali operointi ei siis aiheuta merkittäviä päästöjä.**

3.2 Bentseenipäästö kalliovaraston täytössä, kun VRU ei toimi ("worst case")

Kun VRU ei ole toiminnassa, olisivat VOC- päästöt Kalliovarastosta sen täytön yhteydessä vähentämättömät eli kohdan 2.1.1 mukaan

$VOC_{kv} \approx 385 / (20 \cdot 10) \cdot t/h = 1,925 \text{ t/h} = 1925 \text{ kg/h}$

Tämä tilanne on epätoennäköinen, koska VRU voidaan huoltaa ja kunnossapitää aikoina, jolloin öljysiirtoja ei tehdä. Lasketaan tilanteen aiheuttama bentseenipäästö kalliovaraston hengityspotkusta:

$C_{6H_6kv} = 0,0037 \cdot 1925 \text{ kg/h} = 7,12 \text{ kg/h}$

Piirretään leviämiskaavio ALOHA-ohjelman avulla olettaen tuulen nopeus 5 m/s **(kts liite 2)**. Todetaan, että työhygieeninen 8 h raja-arvo ylittyy n 126 m asti

3.3 Bentseenipäästö laivan lastauksen yhteydessä

Lasketaan bentseenipäästö samoin kuin edellä olettaen laivasäiliöiden lämpötila samaksi kuin edellä.

Laivan hengityspotkesta ulos purkautuva hiilivetymäärä on

$V_{hcs} \approx 78 / (20 \cdot 10) \text{ m}^3/\text{h} = 0,39 \text{ t/h} = 390 \text{ kg/h}$

Bentseenin massaosuus päästöhöyryssä = $g_{C6H6} = 0,0037$

Ulos purkautuva bentseenimäärä on:

$GC6H6(1\%) = 390 \text{ kg/h} \cdot 0,0037 = 1,44 \text{ kg/h}$

Bentseenin leviämistä tutkitaan ALOHA – mallinnusohjelman avulla.

Bentseenin leviäminen lasketaan raja-arvoilla:

a) 1 ppm työhyg. Raja-arvo/ 8 h) (OVA-ohjeet)

b) 5 ppm (STEL / OSHA), $\leq 15 \text{ min}$ altistus

ALOHA-ohjelman avulla määritetään etäisyydet, joiden sisällä em. raja-arvot ylittyvät, kun tuulen nopeus on 5 m/s. Samalla määritetään bentseenipitoisuus 500 m etäisyydellä päästölähteestä (etäisyys huvila-alueeseen). Laaditut leviämiskaaviot ja laskelman yhteenvedot ovat **liitteessä 3**.

3.4 Kokonaishiilivetyjen päästöt

3.4.1 Laivan lastauksen yhteydessä

Määritetään riski, että VOC päästö aiheuttaisi syttymisvaaraa sataman alueella.

ALOHA-ohjelma laskee vain puhtaille kemikaaleille päästöleviämisalueet. Tästä syystä valitaan edustavin komponentti, jonka leviämisalue voidaan laskea. Komponentiksi valitaan pentaani, joita (isopentaani ja n-pentaani) oletetaan sisältyvän bensiiniin n. 20 %

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. 20 %-p. pentaaneja bensiinissä. ; $NC6H6 =$ | 0,20 |
| 2. Pentaanin molekyylipaino / g/mol = $MC6H6$ | 72 |
| 3. Bensiinin molekyylipaino (neste) / g/mol = $MBe =$ | 100 |
| 4. Pentaanin höyrynpaine @ 13 oC $pC6H6 \approx$ | 39,5 kPa. |
| 5. Bensiinihöyryn molekyylipaino / g/mol = $MBev =$ | 70 |
| 6. Bensiinin höyrynpaine @ 13 oC (kts kaavio) = $pBe =$ | 27 kPa (extrapoloitu arvo) |

Tehdään laskutoimitukset em. arvoilla:

Pentaanin mooli-% nestebensiinissä $M\% = (NC5 \cdot p) / MC5 = (20 \cdot 100) / 72 = 27,8$.

Pentaanin osapaine bensiinihöyryssä $p_x = p_{C5} \cdot M\% = 39,5 \cdot 0,278 \approx 11$ kPa

Pentaanin mooliosuus höyryssä , $n_{C5} = p_x / p_{Be} = 11 / 27 = 0,41$.

Pentaanin massaosuus päästöhöyryssä = $g_{C5} = (n_{C5} \cdot MC5) / p_{Be} = (0,41 \cdot 72) / 70 = 0,42$

Ulospurkautuvassa kaasussa on siis pentaania n.

GC5 = 390 kg/h · 0,42= 163,8 kg/h ≈ 164 kg/h

Päästökaaviot lasketaan pentaanin suhteen tuulen nopeudella 5 m/s. Ohjelman avulla saadaan **liitteessä 4** esitetyt tulokset (tekstinä, koska ohjelma ei piirrä kaavioita lähialueen osalta). Etäisyysarvot ovat lähinnä suuntaa.

Ohjelma antaa alemman räjähdysrajanpitoisuudelle n 10 m etäisyyteen ulottuvan vaara-alueen. Hälytysrajana pidetään kaasuilmaisimia kalibroitaessa 10 % LEL. Tämä toteutuu ohjelman mukaan vielä n 40 m etäisyydellä. On huomattava, että ohjelma ei anna räjähdysvaaralliselle alueelle luotettavia arvoja, koska kyse on päästölähteen välittömässä läheisyydestä (kts. kohta 4.1.1).

3.5. Hajuhaitat kalliovarastoinnin operoinnista

3.5.1 Hajuhaitat kalliovaraston täytön yhteydessä

Bensiinin hajukynnys on melko alhainen, Kirjallisuudesta löytyvät tiedot vaihtelevat välillä 0,25 ppm – 0,5 ppm. Nykyaikaisten moottoribensiinien hajukynnykseen vaikuttavat eetterit (MTBE, ETBE jne. Näiden komponenttien hajukynnys on erittäin alhainen, kts oheinen taulukko.

TABLE 2. Odor Detection and Odor Recognition Thresholds for Gasoline /API 1884/

Gasoline blend	Odor Detection	Odor Recognition
Gasoline – summer blend	0.576 ppm	0.802 ppm
Gasoline – winter blend + 3% MTBE	0.479 ppm	1.121 ppm
Gasoline – composite + 11% MTBE	0.474 ppm	0.765 ppm
Gasoline – summer blend	0.500 ppm	0.696 ppm
Gasoline – summer blend	0.275 ppm	0.710 ppm
Gasoline – summer blend + 15% MTBE	0.264 ppm	0.686 ppm
Gasoline – winter blend + 15% MTBE	0.219 ppm	0.398 ppm

Gasoline – composite + 15% MTBE	0.085 ppm	0.185 ppm
Gasoline – summer blend + 15% ETBE	0.064 ppm	0.139 ppm
Gasoline – summer blend + 15% TAME	0.114 ppm	0.207 ppm
MTBE (97% purity)	0.053 ppm	0.125 ppm

Source: API 1994

Bensiinin hajun aiheuttanevat aromaattiset komponentit, kuten ksyleeni. **Ksyleenin hajukynnys Työterveyslaitoksen /3/ mukaan on välillä 0,05 – 1,0 ppm** riippuen siitä, onko kyseessä puhdas kemikaali vai isomeerinen seos. Hajun leviämisaue voidaan arvioida olettamalla koko aromaattien osuus ksyleeniksi = 35 %.

1. Ksyleeniä bensiinissä 35 % ; $n_{\text{Xyl}} = 0,35$
2. Ksyleenin molekyylimassa / g/mol = $M_{\text{C}_6\text{H}_6} = 106$
3. Bensiinin molekyylimassa (neste) / g/mol = $M_{\text{Be}} = 100$
4. Ksyleenin höyrynpaine @ 13 °C = $p_{\text{Xyl}} = 0,48 \text{ kPa}$
5. Bensiinihöyryn molekyylimassa / g/mol = $M_{\text{Bev}} = 70$
6. Bensiinin höyrynpaine @ 13 °C (kts kaavio) = $p_{\text{Be}} = 27 \text{ kPa}$ (extrapoloitu arvo)

Lasketaan ksyleenin osuus kokonaispäästöstä em. arvoilla:

Ksyleenin mooli-% nestebensiinissä $M\% = (n_{\text{Xyl}} \cdot p) / M_{\text{Xyl}} = (35 \cdot 100) / 106 = 33,0$

Ksyleenin osapaine bensiinihöyryssä $p_x = p_{\text{Xyl}} \cdot M\% = 0,48 \cdot 0,33 = 0,16 \text{ kPa}$

Ksyleenin mooliosuus höyryssä, $n_{\text{Xyl}} = p_x / p_{\text{Be}} = 0,16 / 27 = 0,006$.

Ksyleenin massaosuus päästöhöyryssä = $g_{\text{Xyl}} = (n_{\text{Xyl}} \cdot M_{\text{Xyl}}) / p_{\text{Be}} = (0,006 \cdot 106) / 70 = 0,0091$

3.5.2 Hajukynnyksen ulottuvuus VRU:n toimiessa

Kun VRU toimii normaalisti, ulospurkautuvassa kaasussa on ksyleeniä

$G_{\text{Xyl}} = 0,0091 \cdot 9,625 \text{ kg/h} \approx 87,6 \text{ g/h}$

ALOHA-ohjelman avulla arvioidaan etäisyydet, joilla hajukynnys (0,25 – 1 ppm) ylitettäisiin. Ohjelman mukaan ei ko. raja-arvoja ei ylitetä (**Liite 5**).

Siis hajuhaittaa ei esiinny normaalioperoinnissa.

3.5.3 Hajukynnyksen ulottuvuus VRU:n ollessa alhaalla

Jos VRU ei toimi, on ulospurkautuvassa kaasussa ksyleeniä

$G_{\text{Xyl}} = 0,0091 \cdot 1925 \text{ kg/h} \approx 17,5 \text{ kg/h}$

Kaaviosta (**Liite 6**) nähdään, että hajukynnys (isomeeriseoksella 1 ppm) ylittyy alueella, joka ulottuu päästökohdasta n. 210 m etäisyyteen.

3.5.4 Hajukynnyksen ulottuvuus laivalastauksen yhteydessä

Koska laivan lastausjärjestelyihin ei kuulu kaasun talteenottoa, syntyy lastauksen yhteydessä aina hajuhaittoja lähiympäristöön. Niiden suuruus lasketaan kohdassa 3.1.1 esitetyllä tavalla ksyleenin suhteen.

Saadaan seuraava tulos:

Ulospurkautuvassa kaasussa on ksyleeniä

$G_{\text{Xyl ship}} = 0,0091 \cdot 390 \text{ kg/h} = 3,55 \text{ kg/h}$

Tällä arvolla ALOHA-ohjelman mukaan ksyleenin hajukynnys ylittyy etäisyyteen n. 80 m päästölähteestä. Tyynellä säällä kaasu leviää myös sivusuunnassa laajalle alueelle (**liite 7**).

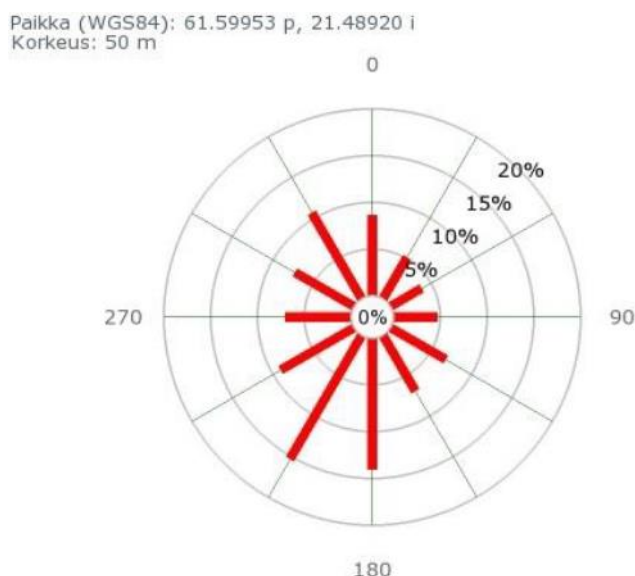
3.6. Toiminnan vaikutukset ilman laatuun lähimmissä häiriintymisalttiissa kohteissa

Ilmanlaatuun Tahkoluodon alueella vaikuttavat sekä liikenne että alueen teollisuuslaitokset ja varastotoiminta. Öljytuotteiden varastointi kalliovarastossa ei normaalitoiminnassa aiheuta ilmanlaadun heikkenemistä. Öljysatamassa ilmanlaatu saattaa laivojen lastauksen yhteydessä (n. 200 h vuodessa) heikentyä. Tärkein tekijä päästöissä on bentseeni.

Tahkoluodon pohjois-, koillis- ja itäpuolella sijaitsevilla saarissa on runsaasti loma-asutusta. Lähimmät loma-asunnot sijaitsevat n. 500 metrin etäisyydellä öljysataman öljylaiturista koilliseen. Lähin vakituinen asutus on Tahkoluodon asuinalue, joka sijaitsee noin 1,5 km:n etäisyydellä päästölähteestä kaakkoon. Alueella on n. 100 asuintaloa, joista vain osa on vakituisesti asuttuja.

Varastotoiminnan päästöjen vaikutusten arvioinnin kannalta tärkeimmät tuulet tulevat lounaasta ja luoteesta. Lounas edustaa noin 20 % kaikista tuulensuunnista kuvan 1 mukaan. Luode edustaa noin 10 % tuulensuunnista. Keskimääräinen tuulen nopeus vaihtelee rannikon läheisyydessä Porin sataman alueella välillä 5 – 10 m/s mitattuna n. 50 m korkeudella. Tässä arviolaskelmassa käytetään tuulen nopeutta 5 m/s, koska kaasujen etenemiseen vaikuttavat tuulet mitattaisiin n. 10 m korkeudella.

Alueella vallitsevia tuulioloja on esitelty Suomen tuuliatlaksessa, josta peräisin on seuraava kuva 1. Kuvassa on esitetty tuuliruusu, joka esittää tuulen suuntien jakaumaa Porin satama-alueilla (mitattuna Mäntyluodossa).



Kuva 1. Tuuliruusu Mäntyluodon alueelta 50 metrin korkeudella maanpinnasta (Tuuliatlas 2015). Vallitseva tuulensuunta on koilliseen ja pohjoiseen).

Bentseenialtistuksen vuosikeskiarvon laskemiseksi lähimmällä **loma-asutuksella** oletetaan lounaistuulen todennäköisyys 20 %:ksi. Tällä perusteella on kohdealueella altistumismahdollisuus n. 40 h/v. ALOHA-ohjelman mukaan bentseenipitoisuus 500 m etäisyydellä päästökohdasta on tuntikeskiarvona 0,224 mg/m³ (Liite 3). Vuosikeskiarvona tämä merkitsee laskennallisesti n. 1,02 µg/m³ noin 500 m:n etäisyydellä.

Vakituinen asutus sijaitsee n 1500 m etäisyydellä kaakkoon mahdollisesta laivan lastauksen kaasujen päästölähteestä. Kaasualtistuksen tason arvioimiseksi luoteistuulen todennäköisyydeksi oletetaan tässä 15 %. ALOHA-ohjelman mukaan bentseenipitoisuus 1500 m etäisyydellä (siis lähimpien talojen luona) päästölähteestä laivan lastauksen aikana (satama) on 0,00354 mg/m³. Laskennalliseksi vuosikeskiarvoksi muunnettuna tämä merkitsee 0,01 µg/m³. **Laskelma on esitetty liitteessä 8.**

VN asetuksessa 38/2011 säädetty terveyshaittojen ehkäisemiseksi ja vähentämi- seksi säädetty vuosikeskiarvo on 5 µg/m³ ja alempi arviointikynnys 2 µg/m³. Laskettu vuosikeski- arvo bentseenille lähimmän loma-asutuksen kohdalla alittaa raja-arvon. Myös alempi arviointikynnys alittuu ko. kohteessa.

Vuosikeskiarvo vakituisen asuinalueen luona alittaa selvästi alemman arviointikynnyksen ollen vain n 0,5 % siitä.

4. YHTEENVETO

4.1 Laskelmien tulosten luotettavuus /6/

ALOHA-ohjelman tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon epävarmuustekijät, jotka johtuvat ohjelman laatimiskriteeristä. ALOHA edellyttää, että tarkasteltava kaasupilvi sekoittuu hyvin ympäröivään ilmaan muodostaen homogeenisen kellomaisen pilven. Ohjelman tulosten laatu riippuu tietysti myös siihen syötettyjen muuttujien oikeellisuudesta. Vaikka nämä olisivat täysin todellisuutta vastaavia, vaikuttavat tulosten luotettavuuteen seuraavat ohjelman rakennetekijät:

1. Erittäin alhainen tuulen nopeus (< 1,5 m/s)

Tyynellä ilmalla ulospurkautuva kaasupilvi ei sekoitu ympäröivään ilmaan riittävästi, joten lähialueen pitoisuudet ovat korkeampia kuin ohjelmasta saadaan. Ohjelma ei piirrä leviämiskaavioita tapauksissa, joissa tarkasteltava pitoisuus ulottuu lähemmäs kuin 50 m päästöpisteestä. Syynä on, että kaasu ei jakaudu tasaisesti vaan muodostaa kasaumia ja pitoisuuksissa on vaihtelua. Ko arvoja on siis tulkittava varovaisuudella

2. Erittäin stabiilit sääolosuhteet

Erittäin stabiilit olosuhteet vallitsevat esim. yöllä ja aamulla (tästä merkkinä lähellä maanpintaa makaava sumu). Tällöin pitoisuus voi nousta kauempana päästöpisteestä laskelmatulosta korkeammaksi.

3. ALOHA ottaa huomioon vain puhtaat kemikaalit.

Bensiini on useiden hiilivetyjen seos, jossa tietty kemikaali on aineosana, On siis puhdas arvaus, että bentseenin leviäminen voidaan laskea olettamalla se erillisenä kaasuna päästössä.

Koska lämpötila arvoksi on valittava bensiinin lämpötila varastosäiliössä, varoittaa ALOHA-ohjelma bentseenin sulamislämpötilasta (5,5 oC) ja toteaa bentseenin sublimoituvan höyryksi lähellä sulamispistettä olevissa lämpötiloissa. Tämä lisää laskelman epävarmuutta.

Johtopäätöksenä on, että tulokset ovat ainakin lähialueella vain suuntaa antavia. Ne sopivat kuitenkin suunnittelun pohjaksi. Tarkempaa tieto varaston operointien päästöistä voidaan saada vasta käytännön mittauksilla laitoksen ollessa toiminnassa.

4.2 Merkittävät haitta-alueet kalliovaraston normaalin operoinnin aikana

Kalliovaraston normaaliin operointiin liittyvä varaston täyttö ei aiheuta lähiympäristöön merkittäviä päästöjä. Poikkeamatilanne, jolloin VRU olisi epäkunnossa, ei toteudu öljysiirron aikana, sillä laitos tulee huoltaa ja pitää toimintakuntoisena ennen kuin kalliovaraston täyttö aloitetaan. **Kalliovaraston alueella ei siis ole poikkeavaa terveysvaaraa bensiinin käsittelystä**

Merkittäviä päästötilanteita ovat laivan lastaukset, koska kaasun palautusjärjestelmää ei ole. Laskelma osoittaa, että nämä päästöt eivät merkittävästi heikennä ilmanlaatua ympäristön vakituisilla asuinalueilla. Työterveyden kannalta merkittävät raja-arvojen ylitykset satamassa esiintyvät vain laivojen lastauksen ajan ja haittoja voidaan ehkäistä tavanomaisilla suojatoimilla.

4.3 VOC - päästön aiheuttama syttymisvaara satamassa

Satama-alue öljylaiturilla on luokiteltua aluetta ja korkeat hiilivetypitoisuudet jäävät luokitellun alueen sisäpuolelle. Tästä syystä ei lisätoimenpiteisiin ole tarvetta.

4.4 Toiminnan vaikutukset ilman laatuun terminaalin lähiympäristössä

4.4.1 Hajuhaitat terminaalin lähialueilla

Laivan lastauksesta aiheutuvat hajuhaitat eivät ulotu sataman koillispuolella oleville lähimmille loma-asunnoille.

4.4.2 Ilman laatu lähimmällä vakituisella asuntoalueella

Öljytuotteiden kalliovarastointitoiminnassa laivalastauksessa ilmaan joutuvan bentseenin pitoisuus alittaa lähimmillä vakituisilla asuinalueilla terveyshaittojen ehkäisemiseksi säädetyn vuosittaisen raja-arvon selvästi. Näin ollen toiminnan ei arvioida aiheuttavan terveyshaittaa lähiasukkaille.

5. Kirjallisuusviitteet:

1. Huotari H. (2016) Finland Tank Storage. Tahkoluodon varasto, BENSIINIVARASTOINNIN VOC-LASKENTA. EPA-42 arvio. Raportti GTET-01-COMM-69-02A, ATOR-Consultants Oy
2. BS EN 228:2008
3. OVA-ohjeet, Bentseeni
4. OVA-ohjeet, Moottoribensiini
5. Työterveyslaitos: Ksyleeni (perustelumuietio ksyleenin altistumisindikaattorin metyylihippuurihapon ohjeraja-arvoille).
6. **NOAA Office of Response and Restoration:** ALOHA's Limitations (<http://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/response-tools/alohas-limitations.html>)
7. **Texas Commission on Environmental Quality Air Permits Division** (www.tceq.state.tx.us/assets/.../emiss_calc_bulkgas.pdf)
8. Linkki:
http://chemwiki.ucdavis.edu/Core/Physical_Chemistry/Physical_Properties_of_Matter/States_of_Matter/Liquids/Vapor_Pressure1

6. Liitteet (ALOHA-OHJELMA / KAAVIOT)

- Liite 1. Bentseenin leviämisaalue / kalliovarasto: VRU toiminnassa.
- Liite 2. Bentseenin leviämisaalue / kalliovarasto, VRU ei toimi
- Liite 3: Bentseenin leviämisaalue / satamassa laivan lastauksen aikana
- Liite 4: Bensiinin (pentaanin) leviämisaalue laivan lastauksen aikana
- Liite 5. Hajun leviämisaalue kalliovaraston normaalitoiminnassa
- Liite 6. Hajun leviämisaalue kalliovarastosta VRU:n VCU:n ollessa alhaalla
- Liite 7: Hajun leviämisaalue laivan lastauksen aikana
- Liite 8: Bentseenin leviämisaalue laivan lastauksesta Tahkoluodon asuinalueen suuntaan

Liite 1. Bentseenin leviämisaalue / kalliovarasto: VRU toiminnassa

Text Summary

ALOHA® 5.4.6



SITE DATA:

Location: TAHKOLUOTO, FINLAND
Building Air Exchanges Per Hour: 1.09 (unsheltered single storied)
Time: June 5, 2016 2137 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
ERPG-1: 50 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-3: 1000 ppm
IDLH: 500 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 80.1° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.060 atm
Ambient Saturation Concentration: 59,740 ppm or 5.97%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 10° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 35.6 grams/hr Source Height: 10 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 0.593 grams/min
Total Amount Released: 35.6 grams

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : LOC is not exceeded --- (0.1 mg/(cu m))
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Orange: LOC is not exceeded --- (5 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Yellow: LOC is not exceeded --- (1 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.

Liite 2; Bentseenin leviämisaalue / kalliovarasto: VRU ei ole toiminnassa

Toxic Threat Zone

ALOHA® 5.4.6



Time: June 5, 2016 1442 hours ST (user specified)

Chemical Name: BENZENE

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Wind: 5 meters/second from SW at 10 meters

THREAT ZONE: (HEAVY GAS SELECTED)

Model Run: Heavy Gas

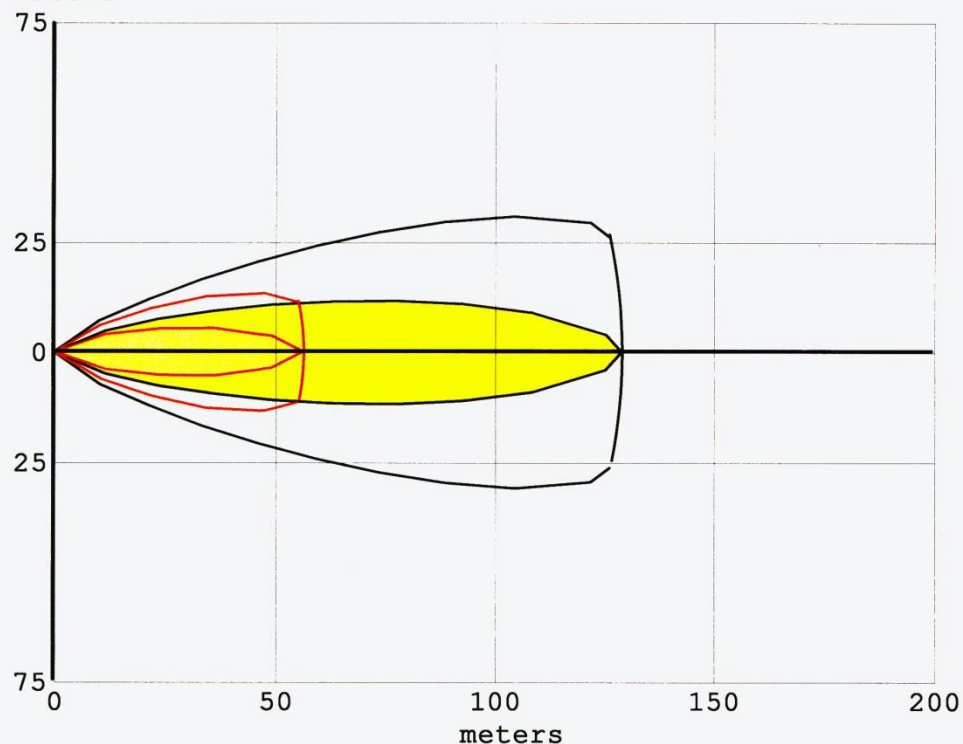
Red : 19 meters --- (50 ppm = ERPG-1)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 56 meters --- (5 ppm)

Yellow: 129 meters --- (1 ppm)

meters



- greater than 50 ppm (ERPG-1) (not drawn)
- greater than 5 ppm
- greater than 1 ppm
- wind direction confidence lines

Text Summary

ALOHA® 5.4.6



SITE DATA:

Location: TAHKOLUOTO, FINLAND
Building Air Exchanges Per Hour: 0.90 (unsheltered single storied)
Time: June 5, 2016 1442 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
ERPG-1: 50 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-3: 1000 ppm
IDLH: 500 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 80.1° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.070 atm
Ambient Saturation Concentration: 69,751 ppm or 6.98%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 10 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 13° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 7.12 kilograms/hr Source Height: 10 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 119 grams/min
Total Amount Released: 7.12 kilograms

THREAT ZONE: (HEAVY GAS SELECTED)

Model Run: Heavy Gas
Red : 19 meters --- (50 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: 56 meters --- (5 ppm)
Yellow: 129 meters --- (1 ppm)

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:
Downwind: 500 meters Off Centerline: 5 meters
Max Concentration:
Outdoor: 0.073 ppm
Indoor: 0.0425 ppm

Liite 3: Bentseenin leviämisaalue / satamassa laivan lastauksen aikana

Toxic Threat Zone

ALOHA® 5.4.6



Time: July 5, 2016 1449 hours ST (user specified)

Chemical Name: BENZENE

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters

THREAT ZONE: (HEAVY GAS SELECTED)

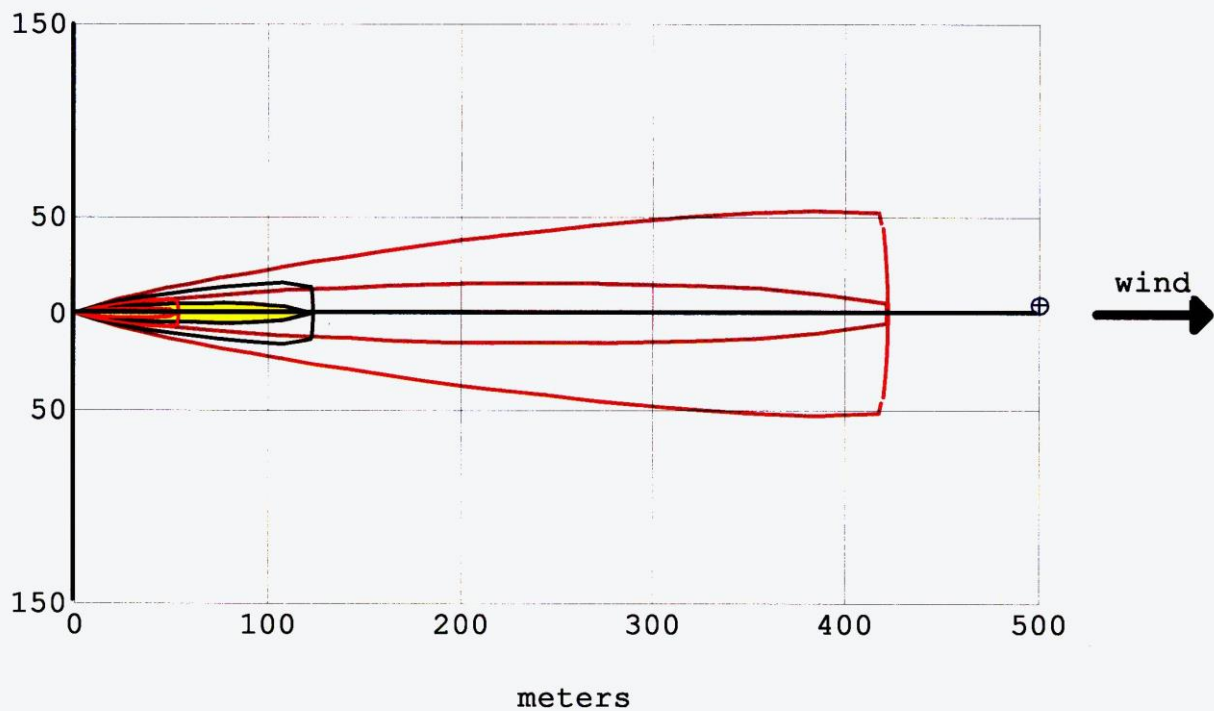
Model Run: Heavy Gas

Red : 422 meters --- (0.319 mg/(cu m))

Orange: 53 meters --- (5 ppm)

Yellow: 123 meters --- (1 ppm)

meters



- greater than 0.319 mg/(cu m)
- greater than 5 ppm
- greater than 1 ppm
- wind direction confidence lines

Liite 3: Bentseenin leviämislue / satamassa laivan lastauksen aikana

Text Summary

ALOHA® 5.4.6



SITE DATA:

Location: TAHKOLUOTO, FINLAND
Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)
Time: July 5, 2016 1449 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
ERPG-1: 50 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-3: 1000 ppm
IDLH: 500 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 80.1° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.070 atm
Ambient Saturation Concentration: 69,751 ppm or 6.98%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters
Ground Roughness: open water Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 13° C Stability Class: E
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 1.44 kilograms/hr Source Height: 10 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 24 grams/min
Total Amount Released: 1.44 kilograms

THREAT ZONE: (HEAVY GAS SELECTED)

Model Run: Heavy Gas
Red : 422 meters --- (0.319 mg/(cu m))
Orange: 53 meters --- (5 ppm)
Yellow: 123 meters --- (1 ppm)

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:
Downwind: 500 meters Off Centerline: 5 meters
Max Concentration:
Outdoor: 0.224 mg/(cu m)
Indoor: 0.145 mg/(cu m)

Liite 3: Bentseenin leviämisalue / satamassa laivan lastauksen aikana

Concentration at Point

ALOHA® 5.4.6



Time: July 5, 2016 1449 hours ST (user specified)

Chemical Name: BENZENE

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)

THREAT AT POINT:

Model Run: Heavy Gas

Concentration Estimates at the point:

Downwind: 500 meters

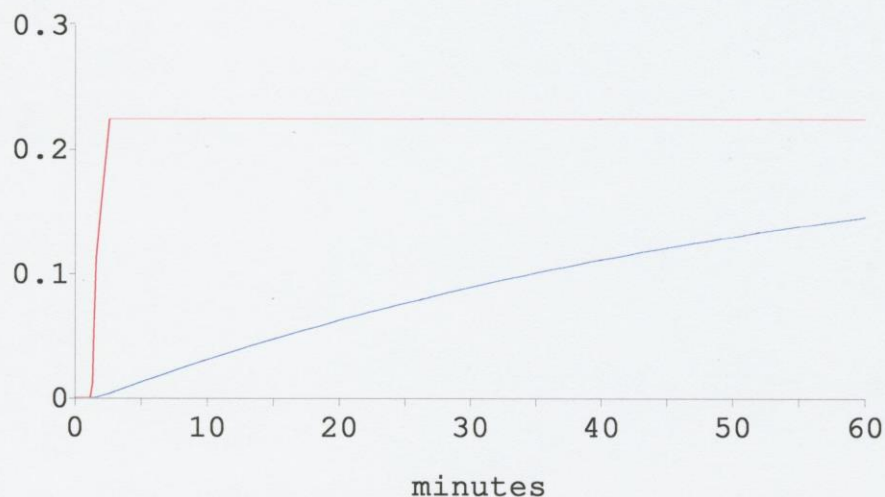
Off Centerline: 5 meters

Max Concentration:

Outdoor: 0.224 mg/(cu m)

Indoor: 0.145 mg/(cu m)

mg/(cu m)



— Outdoor Concentration

— Indoor Concentration

At Point: Downwind: 500 meters Off Centerline: 5 meters

Liite 4: Bensiinin (pentaanin) leviämislue laivan lastauksen aikana

Text Summary

ALOHA® 5.4.6



SITE DATA:

Location: TAHKOLUOTO, FINLAND
Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)
Time: July 7, 2016 1417 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: N-PENTANE
CAS Number: 109-66-0 Molecular Weight: 72.15 g/mol
PAC-1: 3000 ppm PAC-2: 33000 ppm PAC-3: 200000 ppm
IDLH: 1500 ppm LEL: 14000 ppm UEL: 78000 ppm
Ambient Boiling Point: 96.9° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.42 atm
Ambient Saturation Concentration: 423,562 ppm or 42.4%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters
Ground Roughness: open water Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 13° C Stability Class: E
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 164 kilograms/hr Source Height: 10 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 6.03 pounds/min
Total Amount Released: 362 pounds

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 14 yards --- (8400 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field

patchiness

make dispersion predictions less reliable for short distances.

Orange: 12 yards --- (14000 ppm = LEL)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness

make dispersion predictions less reliable for short distances.

Yellow: 45 yards --- (1400 ppm = 10% LEL)

Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness

make dispersion predictions less reliable for short distances.

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:
Downwind: 50 yards Off Centerline: 2 yards
Max Concentration:
Outdoor: 783 ppm
Indoor: 513 ppm

Liite 5. Hajun leviämisaalue kalliovaraston normaalitoiminnassa

Text Summary

ALOHA® 5.4.6



SITE DATA:

Location: TAHKOLUOTO, FINLAND
Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)
Time: July 7, 2016 1747 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: M-XYLENE
CAS Number: 108-38-3 Molecular Weight: 106.17 g/mol
PAC-1: 150 ppm PAC-2: 200 ppm PAC-3: 1000 ppm
IDLH: 900 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 64000 ppm
Ambient Boiling Point: 282.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.0053 atm
Ambient Saturation Concentration: 5,345 ppm or 0.53%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 13° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 87.6 grams/hr Source Height: 10 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 0.00322 pounds/min
Total Amount Released: 0.19 pounds

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : LOC is not exceeded --- (0.25 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Orange: LOC is not exceeded --- (0.5 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.
Yellow: LOC is not exceeded --- (1 ppm)
Note: Threat zone was not drawn because
the ground level concentrations never exceed the LOC.

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:
Downwind: 50 meters Off Centerline: 2 meters
Note: Concentration not drawn because
there is no significant concentration at the point selected.

Liite 6. Hajun leviämisaalue kalliovarastosta VRU:n ollessa alhaalla

Toxic Threat Zone

ALOHA® 5.4.6



Time: July 7, 2016 1453 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: M-XYLENE

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters

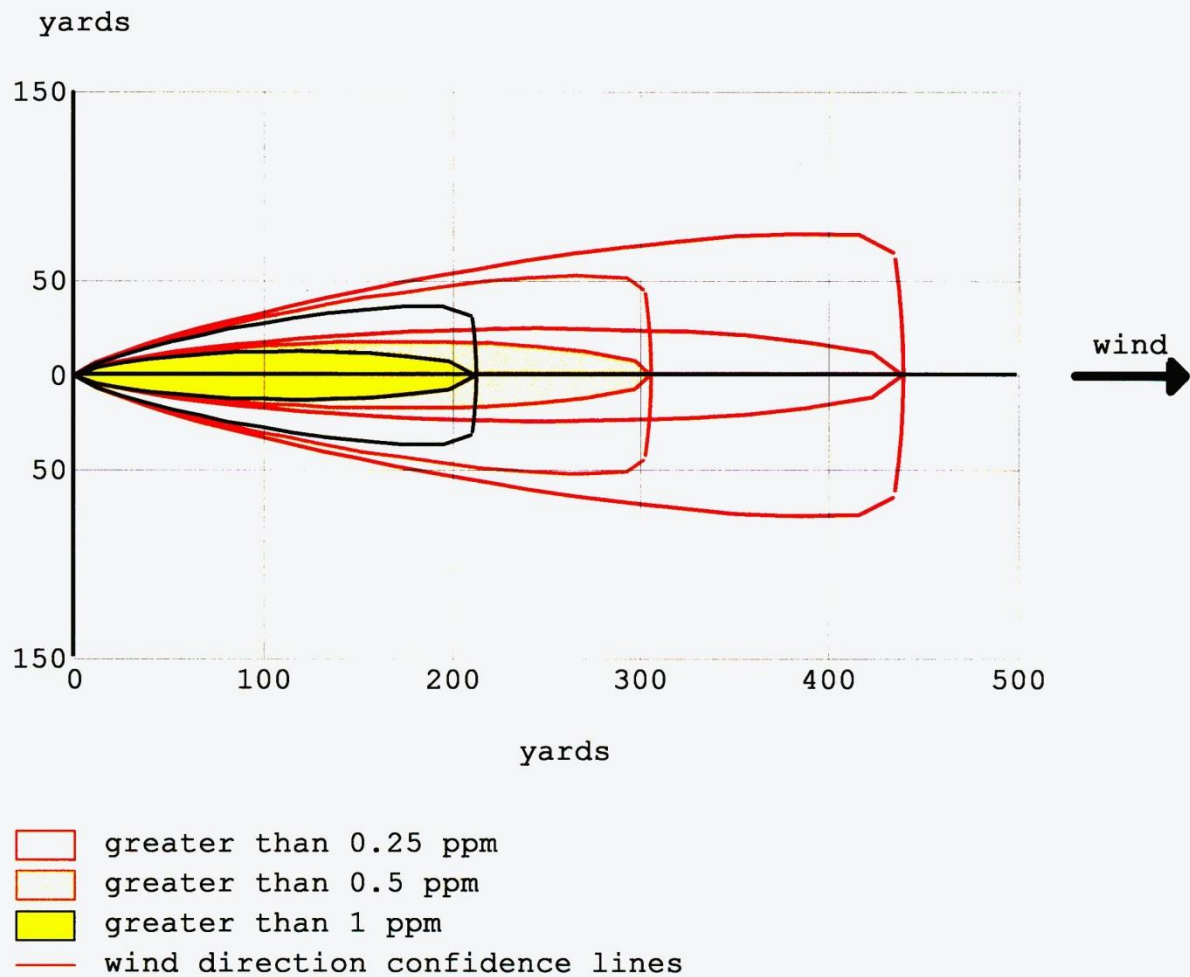
THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas

Red : 440 yards --- (0.25 ppm)

Orange: 306 yards --- (0.5 ppm)

Yellow: 213 yards --- (1 ppm)



Text Summary

ALOHA® 5.4.6



SITE DATA:

Location: TAHKOLUOTO, FINLAND
Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)
Time: July 7, 2016 1453 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: M-XYLENE
CAS Number: 108-38-3
Molecular Weight: 106.17 g/mol
PAC-1: 150 ppm PAC-2: 200 ppm PAC-3: 1000 ppm
IDLH: 900 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 64000 ppm
Ambient Boiling Point: 282.3° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.0053 atm
Ambient Saturation Concentration: 5,345 ppm or 0.53%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 13° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 17.5 kilograms/hr Source Height: 10 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 0.643 pounds/min
Total Amount Released: 38.6 pounds

THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas
Red : 440 yards --- (0.25 ppm)
Orange: 306 yards --- (0.5 ppm)
Yellow: 213 yards --- (1 ppm)

Liite 7: Hajun leviämisaalue laivan lastauksen aikana

Toxic Threat Zone

ALOHA® 5.4.6



Time: July 5, 2016 1557 hours ST (user specified)

Chemical Name: M-XYLENE

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters

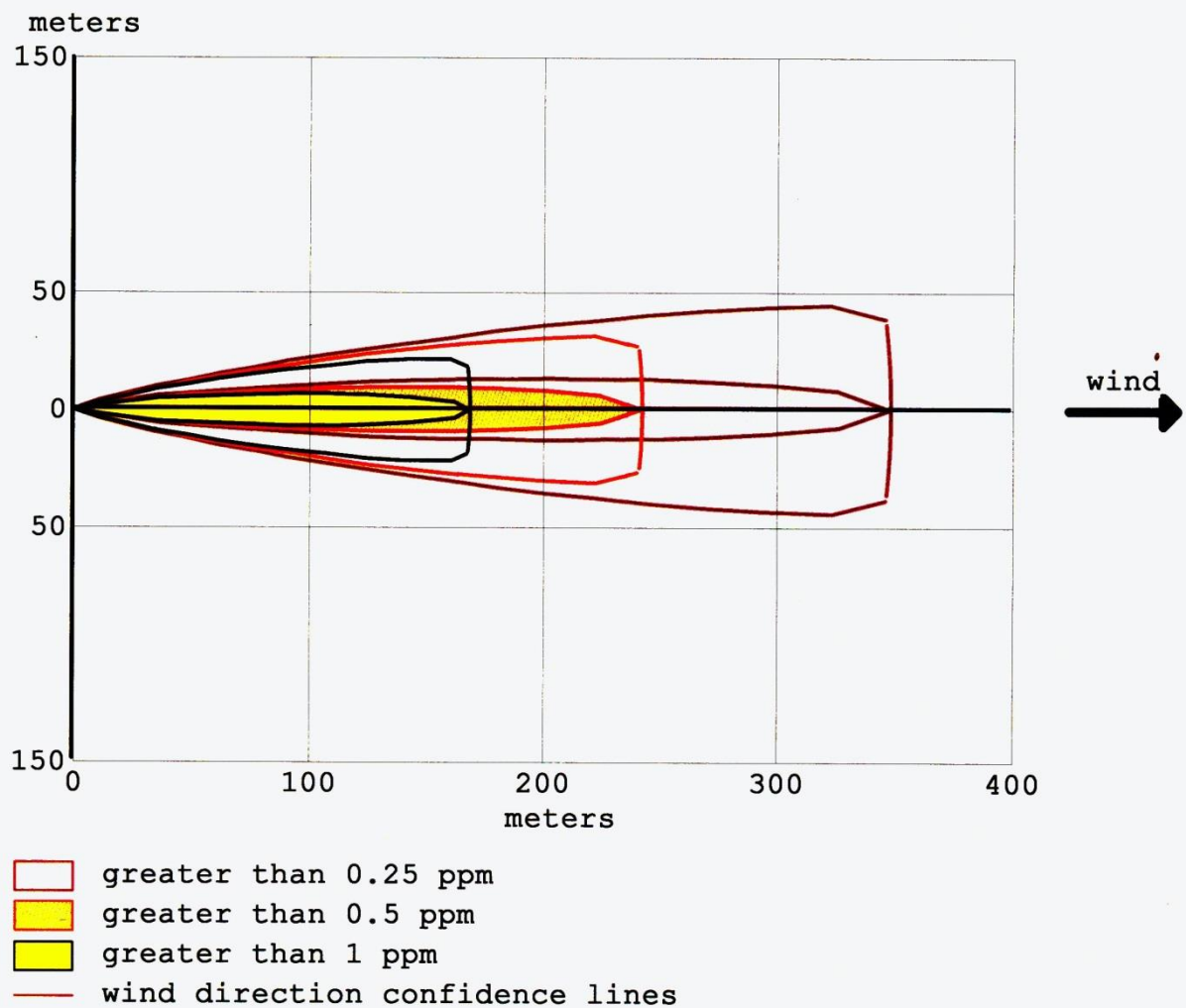
THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas

Red : 348 meters --- (0.25 ppm)

Orange: 242 meters --- (0.5 ppm)

Yellow: 168 meters --- (1 ppm)



Text Summary

ALOHA® 5.4.6



SITE DATA:

Location: TAHKOLUOTO, FINLAND
Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)
Time: July 5, 2016 1557 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: M-XYLENE
CAS Number: 108-38-3 Molecular Weight: 106.17 g/mol
PAC-1: 150 ppm PAC-2: 200 ppm PAC-3: 1000 ppm
IDLH: 900 ppm LEL: 11000 ppm UEL: 64000 ppm
Ambient Boiling Point: 139.0° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.0053 atm
Ambient Saturation Concentration: 5,345 ppm or 0.53%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters
Ground Roughness: open water Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 13° C Stability Class: E
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 3.55 kilograms/hr Source Height: 10 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 59.2 grams/min
Total Amount Released: 3.55 kilograms

THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas
Red : 348 meters --- (0.25 ppm)
Orange: 242 meters --- (0.5 ppm)
Yellow: 168 meters --- (1 ppm)

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:
Downwind: 500 meters Off Centerline: 5 meters
Max Concentration:
Outdoor: 0.122 ppm
Indoor: 0.0792 ppm

Liite 7: Hajun leviämisaalue laivan lastauksen aikana

Concentration at Point

ALOHA® 5.4.6



Time: July 5, 2016 1557 hours ST (user specified)

Chemical Name: M-XYLENE

Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)

THREAT AT POINT:

Model Run: Heavy Gas

Concentration Estimates at the point:

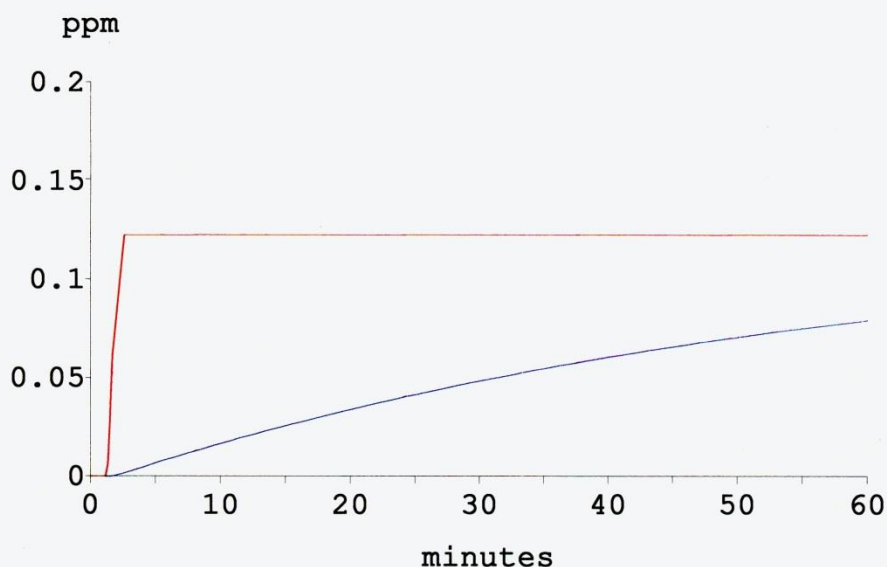
Downwind: 500 meters

Off Centerline: 5 meters

Max Concentration:

Outdoor: 0.122 ppm

Indoor: 0.0792 ppm



— Outdoor Concentration

— Indoor Concentration

At Point: Downwind: 500 meters Off Centerline: 5 meters

Liite 8. Bentseenipitoisuus lähimmillä vakituksilla asuinalueilla laivan lastauksen aikana.

Text Summary

ALOHA® 5.4.6



SITE DATA:

Location: TAHKOLUOTO, FINLAND
Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)
Time: July 11, 2016 1531 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE
CAS Number: 71-43-2 Molecular Weight: 78.11 g/mol
AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min):
4000 ppm
IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 80.1° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.070 atm
Ambient Saturation Concentration: 69,751 ppm or 6.98%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from NW at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 13° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 1.44 kilograms/hr Source Height: 10 meters
Release Duration: 60 minutes
Release Rate: 24 grams/min
Total Amount Released: 1.44 kilograms

THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian
Red : 1.5 kilometers --- (0.00354 mg/(cu m))
Orange: 371 meters --- (0.01 ppm)
Yellow: 143 meters --- (0.1 mg/(cu m))

THREAT AT POINT:

Concentration Estimates at the point:
Downwind: 1650 yards Off Centerline: 5 yards
Max Concentration:
Outdoor: 0.00351 mg/(cu m)
Indoor: 0.00222 mg/(cu m)

Liite 8. Bentseenipitoisuus lähimmillä vakituksilla asuinalueilla laivan lastauksen aikana.

Toxic Threat Zone

ALOHA® 5.4.6



Time: July 11, 2016 1531 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: BENZENE

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Wind: 5 meters/second from NW at 3 meters

THREAT ZONE:

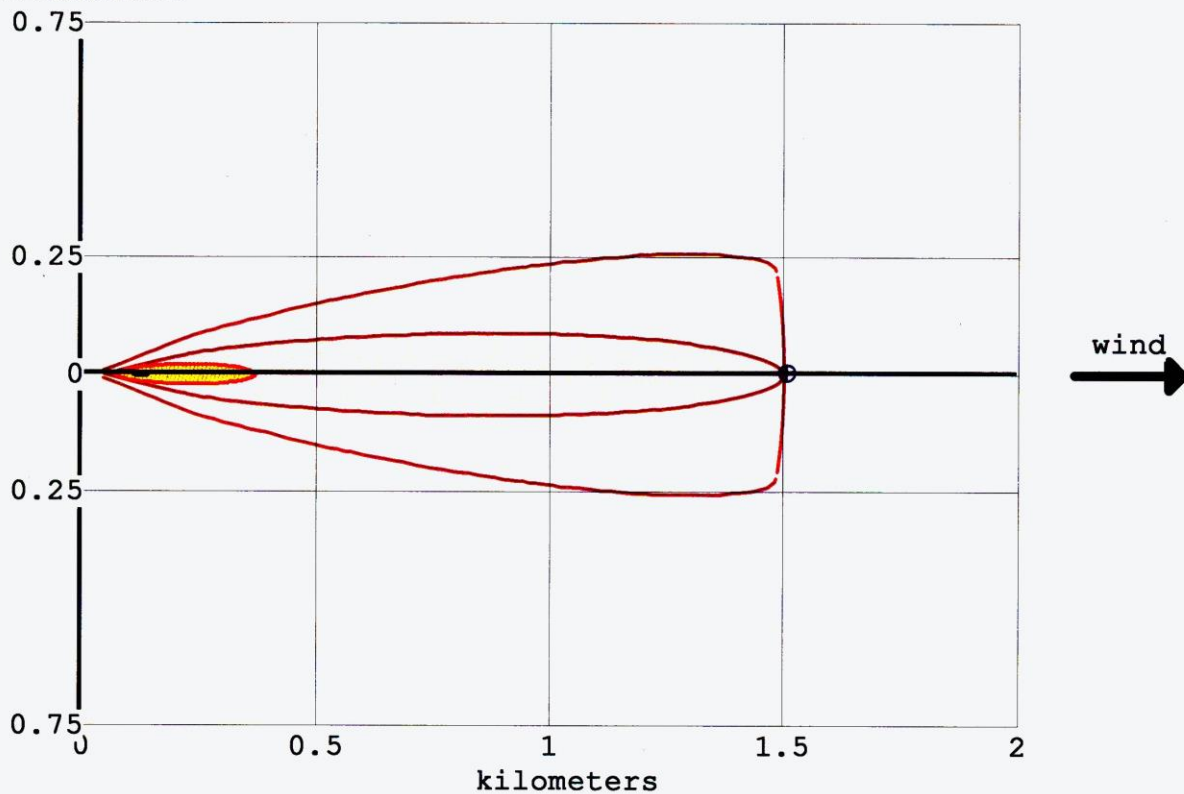
Model Run: Gaussian

Red : 1.5 kilometers --- (0.00354 mg/(cu m))

Orange: 371 meters --- (0.01 ppm)

Yellow: 143 meters --- (0.1 mg/(cu m))

kilometers



- greater than 0.00354 mg/(cu m)
- greater than 0.01 ppm
- greater than 0.1 mg/(cu m)
- wind direction confidence lines

Liite 8. Bentseenipitoisuus lähimmillä vakituksilla asuinalueilla laivan lastauksen aikana.

Concentration at Point

ALOHA® 5.4.6



Time: July 11, 2016 1531 hours ST (using computer's clock)

Chemical Name: BENZENE

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Building Air Exchanges Per Hour: 1.07 (unsheltered single storied)

THREAT AT POINT:

Model Run: Gaussian

Concentration Estimates at the point:

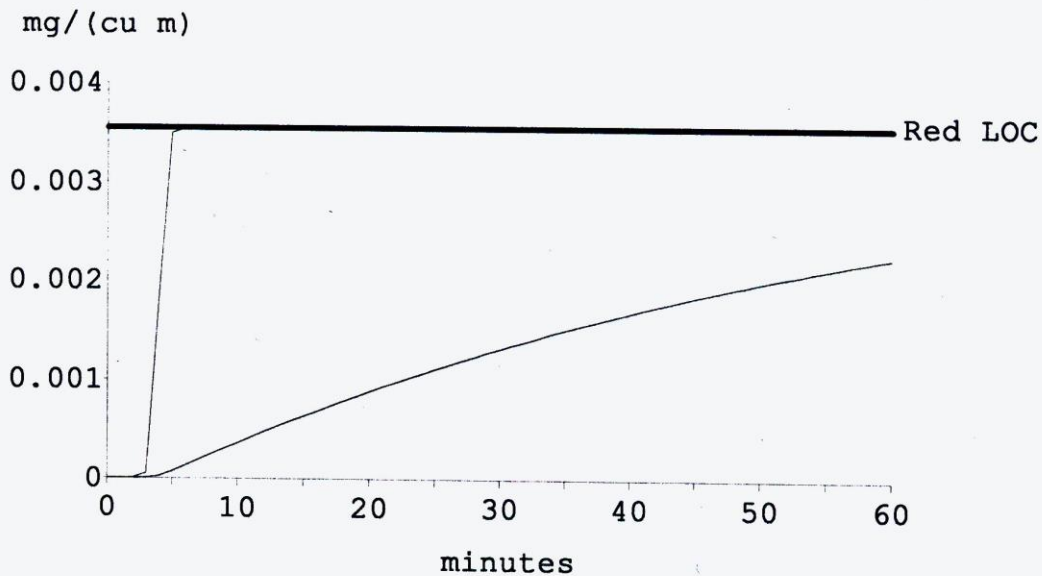
Downwind: 1650 yards

Off Centerline: 5 yards

Max Concentration:

Outdoor: 0.00351 mg/(cu m)

Indoor: 0.00222 mg/(cu m)



— Outdoor Concentration

— Indoor Concentration

At Point: Downwind: 1650 yards Off Centerline: 5 yards