

**Методичні рекомендації
до виконання практичних робіт
«Моделювання розсіювання
хімічної речовини в
програмному забезпеченні Aloha»**

з навчальних дисциплін

«Рішення з диджиталізації в сфері
безпеки праці»
«Диджиталізація
у природозахисній діяльності»

Затверджено на засіданні кафедри
безпеки праці та охорони довкілля
Протокол № 6 від «17» жовтня 2025 р.

Запоріжжя 2025

Рекомендовано Науково-методичною радою
ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
(протокол № 1 від 24.10.2025 р.)

Укладачі

Каракай М.С., кандидат держ., упр., завідувач кафедри безпеки праці та охорони довілля,

Чеберячко С.І., докт. техн. наук, професор, професор кафедри безпеки праці та охорони довілля.

Чеберячко Ю.І., докт. техн. наук, професор, професор кафедри безпеки праці та охорони довілля.

Сукач С. В., докт. техн. наук, професор, професор кафедри безпеки праці та охорони довілля Кременчуцький національний університет імені М. Остроградського НАН України

М54 Методичні рекомендації до виконання практичних робіт «Моделювання розсіювання хімічної речовини в програмному забезпеченні Aloha» для здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем спеціальностями: 263 Цивільна безпека ОПП «Безпека праці та виробничих процесів» та 183 Технології захисту навколишнього середовища ОПП «Природозахисні технології в урбо-індустріальному комплексі» / уклад.: М. С. Каракай, С. І. Чеберячко, Ю. І. Чеберячко, С. В. Сукач. Запоріжжя : ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025. 82 с.

УДК 614.8:519.876.5(072)

© ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 2025

© Каракай М.С., Чеберячко С.І., Чеберячко Ю.І., Сукач С. В., 2025



ЗМІСТ

Вступ	5
Загальні положення.....	7
Перелік практичних робіт	
Практична робота № 1 Вивчення інтерфейсу програми ALOHA.....	9
Практична робота № 2 Моделі розсіювання повітря.....	24
Практична робота № 3 Моделі теплового випромінювання і пожежнонебезпечних зон.....	55
Практична робота № 4 Формулювання звіту та експорт зон небезпек.....	77
Список літератури.....	80



ВСТУП

Метою викладання навчальних дисциплін «Рішення з диджиталізації в сфері безпеки праці» та «Диджиталізація у природозахисній діяльності» є надання базових знань про сучасні засади просторового моделювання та комплексного підходу до використання програмних додатків, що широко використовуються для планування та реагування на надзвичайні ситуації і визначення прикладних рішень в сфері моделювання та моніторингу за станом готовності відповідної інфраструктури до подолання потенційних наслідків надзвичайних ситуацій.


Завдання вивчення дисциплін «Рішення з диджиталізації в сфері безпеки праці» та «Диджиталізація у природозахисній діяльності» є:

- розробка моделей техногенних ситуацій згідно з класифікацією НС з використанням сучасних програмних додатків призначених для збору, збереження, накопичення інформації;
- аналізу та відображення інформації у сфері цивільної безпеки;
- створення сучасних рішень для оперативного реагування на надзвичайні ситуації;
- чіткого розподілу ресурсів підпорядкованих підрозділів;
- здійснення моніторингу та контролю за станом пожежної, спеціальної та іншої техніки, пожежно-технічного та аварійно-рятувального обладнання.

У результаті студент повинен

уміти:

- здійснювати введення даних до програмних додатків шляхом перехресної перевірки введених значень;
- обчислювати, як швидко отруйні речовини будуть виділятися з резервуарів, визначати напрям їх потоку і прогнозувати наскільки які змінюються з плином часу;



- моделювати різні сценарії викиду: хмари токсичного газу, пожеж, вибухів та іншого;

- здійснювати просторове моделювання розсіювання хімічних речовин.

знати:

- різні види небезпек: токсичність, займистість, теплове випромінювання та інше;

- порядок користування хімічною бібліотекою з урахуванням фізичних властивостей небезпечних хімічних речовин;

- порядок організації даних в залежності від різних сценаріїв, в тому числі зображення небезпечних зон, загрози в певних місцях, і графіки сили джерела.




ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Одним із завдань, що стоїть перед ДСНС України є розробка програмного комплексу, який би дозволяв проводити розрахунки масштабів надзвичайних ситуацій, які пов'язані з виливом (викидом) небезпечних хімічних речовин з врахуванням особливості місцевості, погодних умов з подальшим накладанням результатів розрахунків на карту місцевості.

В США для цих цілей використовується програмний комплекс ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) [2]. Комплекс ALOHA призначений для використання при проведенні розрахунків під час розливу небезпечних хімічних речовин, в допомогу аварійно-рятувальним службам в ліквідації аварій пов'язаний з небезпекою поширення токсичних повітряних мас, теплового випромінювання від пожеж та ефектів вибуху.

ALOHA використовує графічний інтерфейс для введення даних та відображення результатів. Вплив токсичних хімічних парів, надлишкового тиску, теплового випромінювання або областей, де присутні легкозаймісті гази, представлені графічно та з текстом. Комплекс ALOHA був розроблений та підтримується Відділенням реагування на надзвичайні ситуації 1, департаментом Національної агенції океану та атмосфери у співпраці з Управлінням надзвичайних ситуацій Агентства з охорони довкілля.

Основою методології ALOHA є моделі дисперсії повітря для оцінки ризику інгаляції, пов'язаної з токсичними хімічними речовинами в повітрі, та ступенем займистої хмари. Ці моделі дисперсії повітря використовуються для прогнозування того, як концентрація забруднювача, коли викидається в атмосферу, коливається залежно від часу та положення. ALOHA включає в себе дві напівемпіричні моделі дисперсії повітря: Гаусова модель використовується для прогнозування



напрямку поширення хмари, яка легше повітря; модель Heavy Gas використовується для забруднюючих хмар, які важчі за повітря.

ALOHA – це програма моделювання небезпеки для програмного забезпечення CAMEO, яка широко використовується для планування і реагування на надзвичайні ситуації з хімічними речовинами. ALOHA-це автономне програмне забезпечення, розроблене для операційних систем Windows та Macintosh. ALOHA дозволяє вводити дані про реальний або потенційний викид хімічних речовин, а потім проводити оцінки зон загроз для різних типів небезпек. Може моделювати хмари отруйного газу, хмари горючого газу, BLEVE (Вибух розширюються парів скипає рідини), реактивні пожежі, пожежі в басейнах і вибухи парових хмар. Оцінки зони загрози показані на сітці в ALOHA, їх можна також наносити на карти в MARPLOT, ArcMap, Google Earth і Google Maps.

ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1

Тема. Вивчення інтерфейсу програми ALOHA

Мета: вивчення та аналізування інтерфейсу програми ALOHA

Короткі теоретичні відомості

Інтерфейс меню складається з наступних кнопок (рис.1.1): File/Файл, Edit/Редагування, SiteData/База Даних, SetUp/Налаштування, Display/Дисплей, Sharing/Спільний доступ та Help /Довідка.

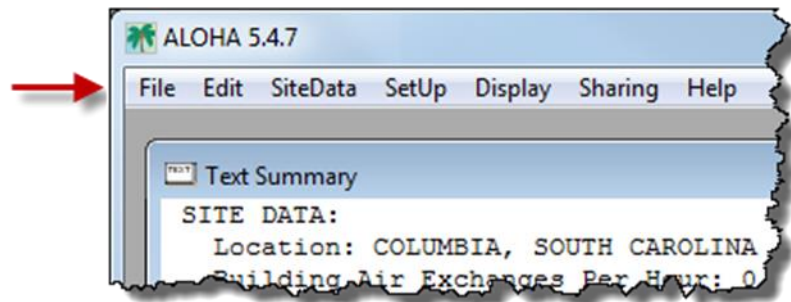


Рисунок 1.1 – Загальний вигляд інтерфейсу

При натисненні кнопки File/Файл відкривається контекстне меню, яке приведено на рис. 1.2.

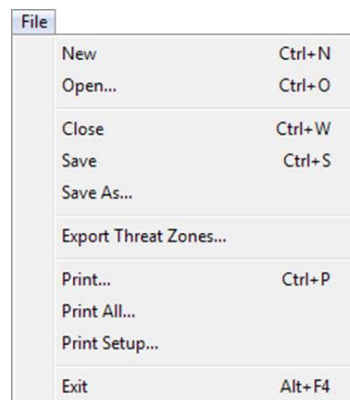


Рисунок 1.2 – Кнопка File/Файл



Призначення кнопок меню File/Файл:

- Кнопка «New/Новий» – служить для створення нового сценарію(Вибравши цей пункт допускається збереження уже існуючого сценарію);
- Кнопка «Open/Відчинити» – відкриває раніше збережений файл у режимах відповіді або планування;
- Кнопка «Close/Закрити» – закриває будь-яке переднє вікно ALOHA, окрім вікна зведення тексту сценарію;
- Кнопка «Save and Save As/ Зберегти та зберегти як» – зберігає результати вашої роботи у файлі даних(для розробки набору сценаріїв по одному інтенданту або збереження ваших розрахунків);
- Кнопка «Export Threat Zones/Експорт зон загроз» – експортує відображення зон загрози як:

PAS – файл, який можна використовувати із зовнішнім посиланням ALOHA ArcMap Import Tool. для відображення зони загрози в ArcMap Esri.

KML – файл, який можна використовувати для відображення зони загрози на Картах Google або в Google Планета Земля. (для цього вам потрібно буде ввести значення широти та довготи розташування джерела загрози).

- Кнопка «Print, Print All, and Print Setup/ Друк, Друк усіх і Налаштування друку» - вибирається спосіб друку, щоб надрукувати вміст одного або усіх активних вікон ALOHA або щоб вибрати принтер та інші параметри друку;
- Кнопка «Exit/Вихід» – для закриття програми.

При натисненні кнопки Edit/Редагування відкривається контекстне меню, яке приведено на рис. 1.3.

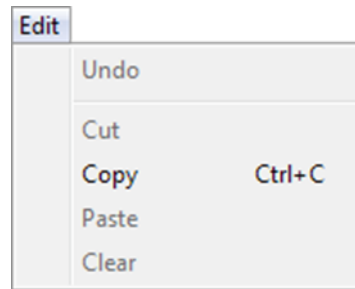


Рисунок 1.3 – Кнопка Edit/Редагування

Призначення кнопок меню Edit/Редагування:

- Кнопка «Undo/Скасувати» – Недоступно в ALOHA;
- Кнопка «Cut/ Вирізати» – Недоступно в ALOHA;
- Кнопка «Copy/Копіювати» – копіювання зображення або вибраного тексту із переднього вікна у буфер обміну. Потім можна вставити скопійовані елементи у текстовий або графічний додаток;
- Кнопка «Paste/Вставити» – Недоступно в ALOHA;
- Кнопка «Clear/Очищення» – Недоступно в ALOHA.

При натисненні кнопки SiteData/База Даних відкривається контекстне меню, яке приведено на рис. 1.4.

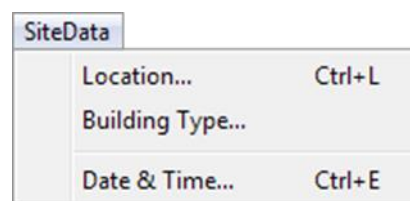



Рисунок 1.4 – Кнопка SiteData/База Даних

Призначення кнопок меню SiteData/База Даних:

Кнопка «Location/Розташування» – призначена для вибору місця, де відбувається загроза викиду шкідливих речовин.

Бібліотека ALOHA за замовчуванням включає сотні міст (переважно в Сполучених Штатах), і ви також можете додати до бібліотеки власні місця розташування.



Кнопка «Building Type/Тип будівлі» – характеризує параметри будівлі (наприклад, тип будівлі, швидкість повітрообміну або захищеність від вітру).

Якщо ви введете параметри будівлі, ALOHA може оцінити концентрацію забруднюючих газів у будівлях проти вітру від хімічного викиду (для сценаріїв дисперсії газу).

Кнопка «Date & Time/Дата, час» – для вводу дати та часу викиду шкідливих речовин. Ви можете використовувати годинник комп'ютера або встановити значення у ручному режимі.

При натисненні кнопки Setup/Налаштування відкривається контекстне меню, яке приведено на рис. 1.5.

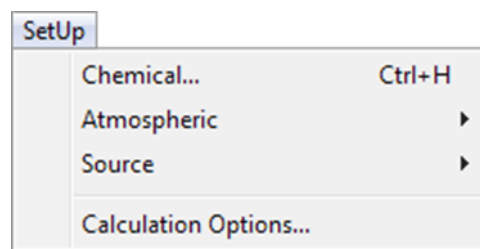


Рисунок 1.5 – Кнопка Setup/Налаштування

Призначення кнопок меню Setup/Налаштування:

Кнопка «Chemical/Хімічна речовина» – призначена для вибору хімічної речовини, що виділяється. Бібліотека ALOHA містить сотні чистих хімічних речовин, а також ви також можете додати до бібліотеки власні хімікати.

Кнопка «Atmospheric/Атмосфера» - вводиться атмосферні умови або вручну (за допомогою пункту меню «Введення користувача»), або автоматично передаватимуться в ALOHA портативною станцією для вимірювання атмосфери (за допомогою пункту меню «Станція ЗРК»). Атмосферні умови включають погодні умови (наприклад, температуру повітря) та шорсткість ґрунту (що впливає на атмосферну турбулентність).



Кнопка «Source/Джерело» – задається один із типів випуску: Пряме джерело, резервуар, газопровод та інші.

Кнопка «Calculation Options/Варіанти розрахунків» – вибір типу моделі дисперсії, який використовує ALOHA.

При натисненні кнопки Display/Дисплей відкривається контекстне меню, яке приведено на рис. 1.6.

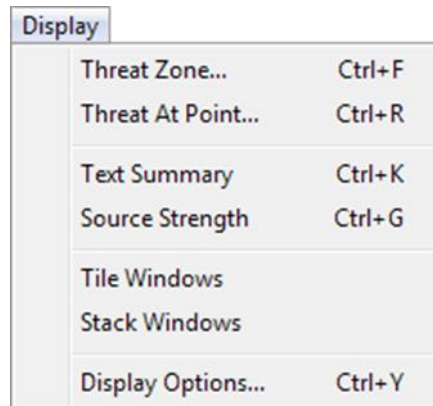


Рисунок 1.6 – Кнопка Display/Дисплей

Призначення кнопок меню Display/Дисплей:

Кнопка «Threat Zone/Зона небезпеки» – оцінки зони загрози для вашого сценарію відповідно області (рис.1.7), де очікується, що викид небезпечних речовин (наприклад, токсичність або надлишковий тиск).

Щільність теплового потоку (LOC) - це граничний рівень теплового випромінювання; зазвичай рівень, вище якого може існувати небезпека.

Коли запускається сценарій пожежі, ALOHA пропонує типові значення

значення LOC (кВт / м²) існують типові значення:

- 1) червоний: 10 кВт / м² (Потенційно смертельно протягом 60 с);
- 2) помаранчевий: 5 кВт / м² (Опіки другого ступеня протягом 60 с);
- 3) жовтий: 2 кВт / м² (Біль протягом 60 с).

Вплив теплового випромінювання, яке відчувають люди, залежить від тривалості впливу певного рівня теплового випромінювання. Більш



тривала дія, навіть при більш низькому рівні теплового випромінювання, може привести до серйозних фізіологічних ефектів.

Вибір стандартних значень теплового випромінювання в програмі ALOHA заснований на відомих дослідженнях приведених у літературних джерелах (наприклад, Американський інститут інженерів-хіміків, 1994 р .; Федеральне агентство по надзвичайних ситуацій та ін., 1988 г. і Lees, 2001 г.). якщо користувач встановлює свої власні значення LOC, то необхідно ґрунтуватися на критеріях, представлених в таблиці 1 (Федеральне агентство з надзвичайних ситуацій і ін., 1988), в якій перераховані деякі фізіологічні ефекти при певних рівнях і тривалості теплового випромінювання (на голій шкірі).

Таблиця 1.1 – Критерії опіку теплового випромінювання

Інтенсивність випромінювання, кВт / м	Час сильного болю, хв	Час для опіків 2-го ступеня, хв
1	115	663
2	45	187
3	27	92
4	18	57
5	13	40
6	11	30
8	7	20
10	5	14
12	4	11

Перш ніж ви побачите оцінку зони загрози, вам потрібно буде вказати свої зони загрози (LOC) для усунення впливу токсичних повітряних шлейфів, пожеж і вибухів. Залежно від вашого сценарію, вам також може знадобитися вибрати тип небезпеки, яку потрібно моделювати, або надати додаткові відомості про викид.

Зона загрози ALOHA є область, в якій концентрація газу на рівні землі перевищує рівень небезпеки в будь-який час. Концентрація

забруднюючої речовини залежить як від місця розташування, так і від часу. Щоб створити зону загрози, ALOHA обчислює пікову концентрацію як функцію часу для всіх точок в просторі. Важливо відзначити, що це не справжній пік концентрації, так як концентрації в ALOHA усереднюються за часом в різних часових інтервалах.

Контур зони загрози проходить через точки, де максимальна концентрація дорівнює LOC.

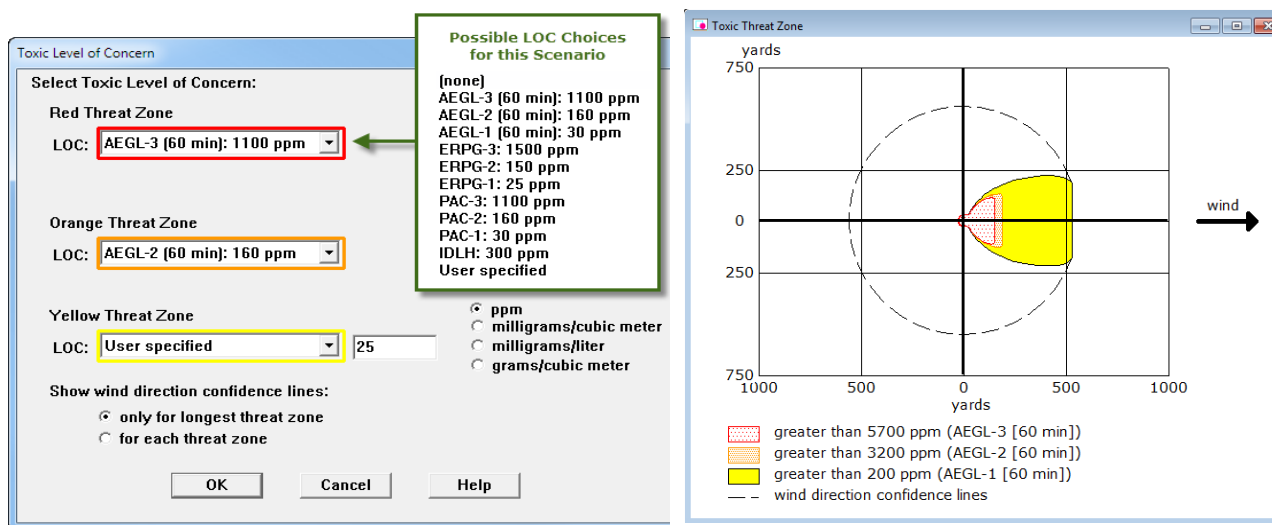



Рисунок 1.7 – Вибір щільності теплового потоку LOC.

Після того, як ви введете інформацію про джерело викиду хімічної речовини та будете готові відобразити оцінку зони загрози, вам потрібно буде вибрати свої LOC у діалоговому вікні Токсичний рівень занепокоєння (рис.1.7). Щоб вам було простіше, ALOHA автоматично надає LOC за умовчанням на основі цієї ієрархії:

AEGL використовуються переважно, оскільки це найкращі на сьогоднішній день LOC для громадського опромінення. Вони проходять ретельний процес огляду, мають тривалу експозицію та розроблені як орієнтири для майже всіх представників широкої громадськості, включаючи чутливих осіб. В рамках процесу огляду проміжні значення AEGL встановлюються, а потім ретельно оцінюються (іноді протягом



кількох років) до затвердження остаточних значень AEGL. Близько 175 речовин мають остаточні AEGL станом на середину 2016 року, а проміжні AEGL визначені приблизно для 80 додаткових речовин. (ALOHA включає лише AEGL з тривалістю впливу 60 хвилин; перейдіть до CAMEO Chemicals, щоб побачити значення AEGL для інших тривалостей впливу.)

Далі використовуються ERPG. Вони розроблені на основі експериментальних даних, таких як AEGL, але значення ERPG доступні лише для 60-хвилинної тривалості експозиції, і вони не розроблені як орієнтири для чутливих осіб. ERPG були визначені приблизно для 150 хімічних речовин.

Далі використовуються PAC . Цей набір даних об'єднує всі три загальні системи настанов щодо публічного опромінення (AEGL, ERPG та TEEL) та реалізує для вас систему на основі ієрархії. (AEGL використовуються переважно, потім ERPG, а потім TEEL.) Якщо ALOHA не відповідає значенням PAC, це означає, що в хімічній бібліотеці ALOHA для цієї речовини немає значень AEGL або ERPG. У цьому випадку значення PAC будуть значеннями TEEL. TEEL виводяться з використанням існуючих LOC та шляхом маніпулювання поточними даними. Цей процес менш інтенсивний, ніж процес AEGL або ERPG, і TEEL були визначені для більш ніж 3000 хімічних речовин.

Межі IDLH використовуються, коли для певної хімічної речовини не визначено керівних принципів впливу на громадськість. Межа IDLH - це межа впливу на робочому місці, яка використовується насамперед для прийняття рішень щодо використання респіратора. У 1980 -х роках, до того, як для більшості поширених хімічних речовин були доступні керівні принципи опромінення населення, обмеження IDLH використовувалося в ситуаціях опромінення населення. Наприклад, у Технічному посібнику з аналізу небезпек (який був розроблений в 1987 році Агентством з охорони навколишнього середовища та іншими федеральними органами для надання вказівок щодо планування небезпеки) в першу чергу



використовувалася 1/10 межа IDLH. Однак, на відміну від трирівневих керівних принципів впливу на громадськість, для відповідних хімічних речовин визначено лише єдине значення IDLH.


Більшість людей використовуватимуть стандартні LOC -значення в ALOHA; проте, ALOHA також надає деякі додаткові параметри LOC. Для кожного LOC можна вибрати інший із випадуючого списку доступних (таких як AEGL, ERPG, PACs та IDLH), або ви можете вибрати із списку вказані користувачем і ввести власне значення LOC.

AEGL - це настанови щодо опромінення, призначені для того, щоб допомогти особам, які реагують на надзвичайні ситуації, впоратися з надзвичайними ситуаціями, пов'язаними з витоком хімічних речовин або іншими катастрофічними подіями, коли представники широкої громадськості піддаються впливу небезпечної хімічної речовини, що передається повітрям. (Критична експозиція-це поодинокі, неповторні експозиції, які не перевищують протягом 8 годин встановлені рівні.)

За оцінками AEGL, більшість людей, включаючи чутливих осіб, таких як літні, хворі або зовсім молоді люди, почнуть відчувати вплив на здоров'я, якщо вони потраплять під дію небезпечних хімічних речовин протягом певного періоду часу (тривалості). За певну тривалість впливу хімічна речовина може мати до трьох значень AEGL, кожне з яких відповідає певному рівню впливу на здоров'я. Три рівні AEGL визначаються таким чином:

AEGL-3- це концентрація в повітрі, виражена у частках на мільйон (проміле) або міліграмі на кубічний метр (мг/м^3) речовини, вище якої передбачається, що загальний вплив на населення, включаючи чутливих осіб, потрапить під наслідки дії небезпеки для життя та здоров'я або смерть.

AEGL-2- це концентрація речовини в повітрі (виражена як проміле або мг/м^3) речовини, вище якої передбачається, що загальний вплив на населення, включаючи чутливих осіб, може відчути незворотні або інші



серйозні, тривалі негативні наслідки для здоров'я або зменшить шанс втекти.

AEGL-1- це концентрація речовини в повітрі (виражена як проміле або мг/м³) речовини, вище якої передбачається, що загальний вплив на населення, включаючи чутливих осіб, може відчувати відчутний дискомфорт, подразнення або певні безсимптомні нечутливі ефекти. Однак наслідки не призводять до інвалідності і є тимчасовими та оборотними після припинення впливу.


Усі три рівні (AEGL-1, AEGL-2 та AEGL-3) розроблені для п'яти періодів впливу: 10 хвилин, 30 хвилин, 60 хвилин, 4 години та 8 годин. У наведеній нижче таблиці показано, як значення AEGL для хлору залежать від тривалості впливу.

Таблиця 1.2 – Залишкові AEGL для хлору

	10 хвилин	30 хвилин	60 хвилин	4 години	8 годин
AEGL-1	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
AEGL-2	2,8	2,8	2,0	1,0	0,71
AEGL-3	50	28	20	10	7,1

Як правило, значення AEGL будуть різними для кожної тривалості експозиції (наприклад, значення AEGL-3 у таблиці вище). Це пояснюється тим, що фізичні ефекти зазвичай пов'язані з дозою (тобто концентрацією протягом тривалості впливу). Однак у деяких випадках значення AEGL будуть однаковими для всіх періодів. Ця ситуація зазвичай виникає на рівні AEGL-1 (як у таблиці вище), оскільки це є порогом для невідключних ефектів; деякі ефекти (наприклад, чи зможуть люди відчути запах хімікату) залежать лише від концентрації, а не від тривалості впливу людей.

На цій сторінці ви зможете отримати доступ до індивідуальних значень настанови щодо рівня гострого опромінення (AEGL), призначених



для захисту більшості людей у загальній популяції, включаючи тих, які можуть бути особливо сприйнятливі до шкідливого впливу хімічних речовин. - <https://www.epa.gov/aegl/access-acute-exposure-guideline-levels-aegls-values#chemicals>

Кнопка «Threat At Point/Точка загрози» – інформацію про загрозу (наприклад, токсичність або теплове випромінювання) у певному місці.

Кнопка «Text Summary/Резюме тексту» – виклик екрану "Зведення тексту", щоб відобразити інформацію про сценарій, включаючи дані, про розрахунки ALOHA та примітки про особливі обставини, які можуть виникнути.

Кнопка «Source Strength/Потужність джерела» – графік потужності джерела, який показує або швидкість потрапляння хімікату в атмосферу, або швидкість горіння (залежно від сценарію).

ALOHA використовує різні моделі для оцінки темпів, при яких хімічна речовина звільняється від укладення і потрапляє в атмосферу; вони називаються моделями потужності джерела.

ALOHA може передбачити вихідну силу для чотирьох класів хімічних джерел:

- Direct/Пряме джерело (рис.1.8). Миттєве або безперервне вивільнення хімічних парів в повітря з точки простору.

- Puddle/Пролив (калюжа). Калюжа постійної площі, яка містить не киплячу або киплячу рідину (рис. 1.9). Швидкість випаровування не киплячої калюжі визначається відповідною швидкістю вітру, площею калюжі і тиском хімічних парів. Також моделюють випаровування летючих хімікатів з калюжі фіксованою зони.

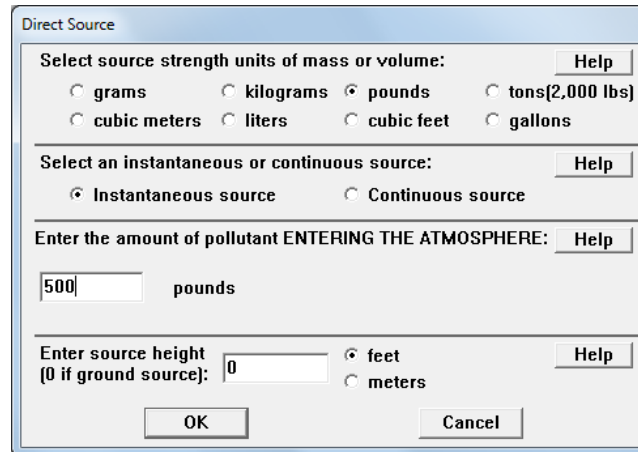
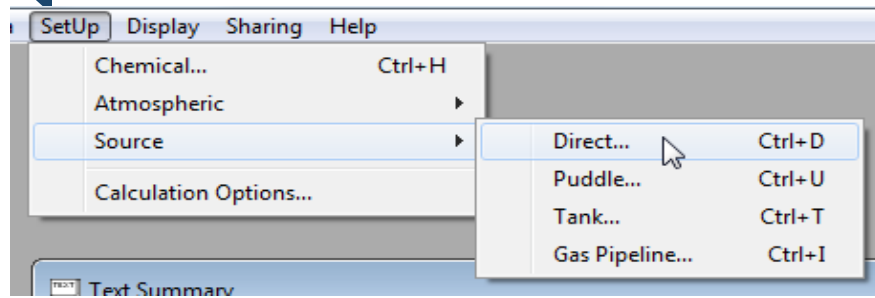


Рисунок 1.8 – Пряме джерело

Температура тримається на точці кипіння для киплячої калюжі, і швидкість випаровування визначається енергетичним балансом. Температура і склад просторово єдині для всієї калюжі. Пропонується, що калюжа стає тоншою, але її радіус вважається постійним. ALOHA передбачає, що пролита рідина не проникає в ґрунт, стічні води та не розчиняється у воді.

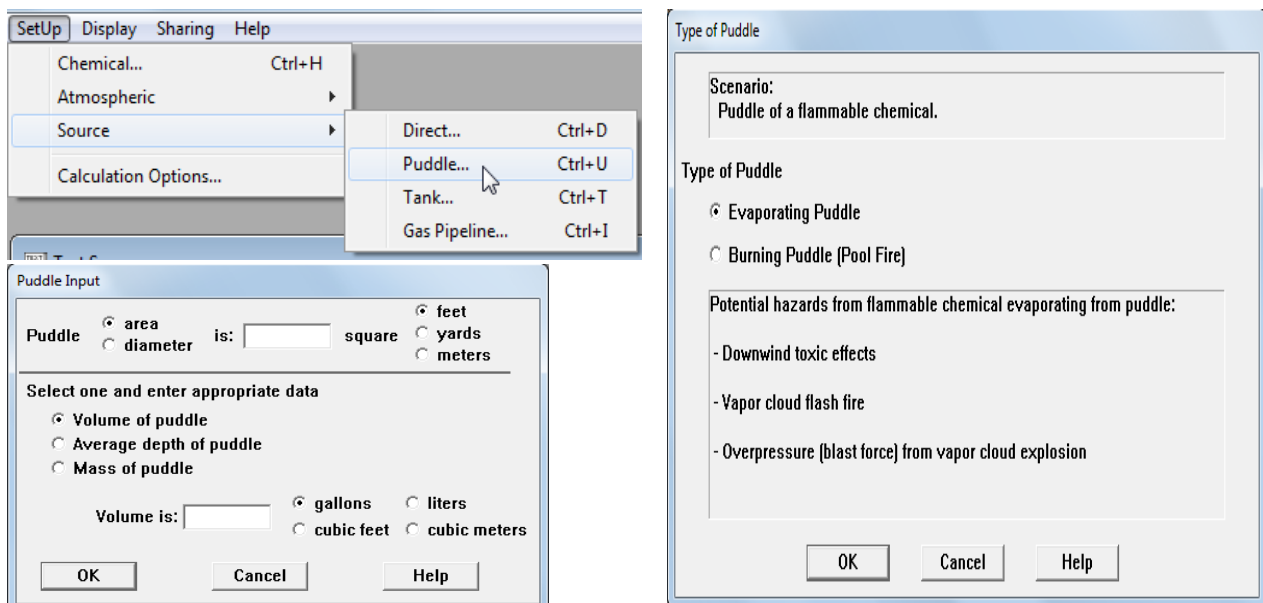


Рисунок 1.9 – Пролив (калюжа)

– Tank/Резервуар (рис.1.10). Циліндричний або сферичний резервуар на рівні ґрунту з одним отвором або клапаном з витоком. Резервуар може містити рідину, газ під тиском або газ, зріджений при тиску.

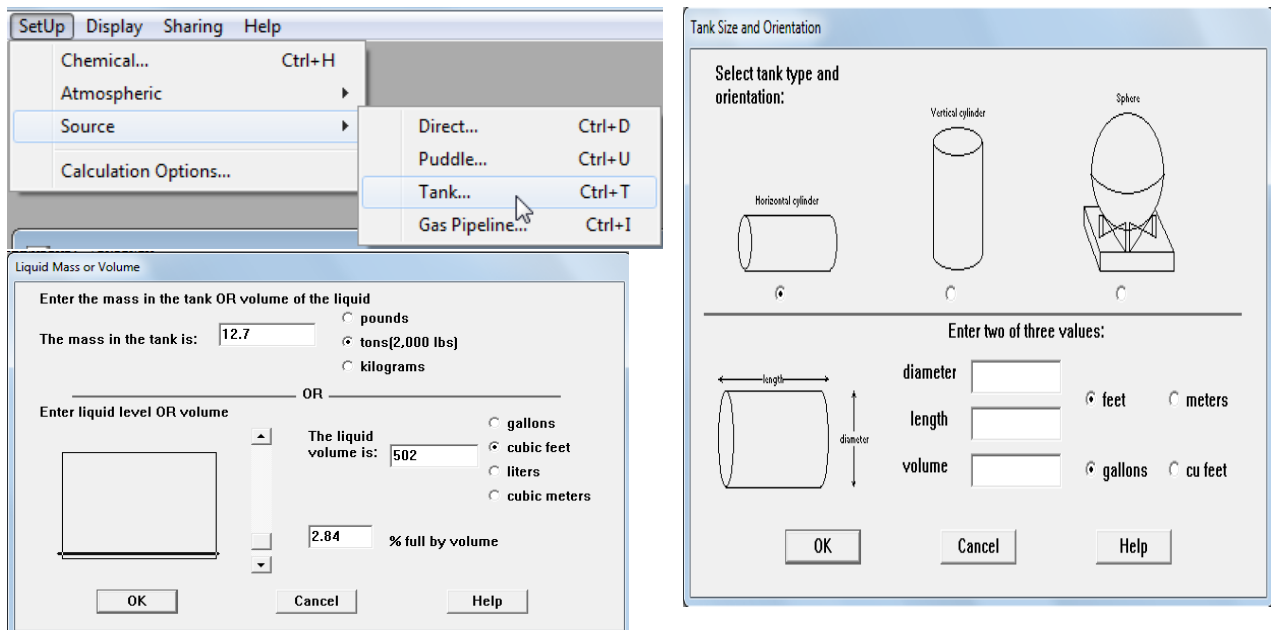


Рисунок 1.10 – Резервуар

ALOHA може оцінити обсяг речовини, вивільненого в повітря в результаті руйнування резервуара. Програма розглядає цистерни, що містять гази під тиском, рідини при тиску навколишнього повітря, гази, зріджені охолодженням, і гази, зріджені під тиском. ALOHA стосується тільки резервуарів, що містять одне хімічна речовина.

У міру того, як матеріал звільняється з резервуара, ALOHA переоцінює умови в резервуарі і може при необхідності змінити розрахунок швидкості випуску.

У цистернах, що містять рідини, точка виходу може бути вище рівня рідини, нижче рівня:

– Gas Pipeline/Газопровід(рис.1.11). Труба під тиском, що містить газ, або підключена до дуже великого резервуару, або не підключена до будь-якого сховища.

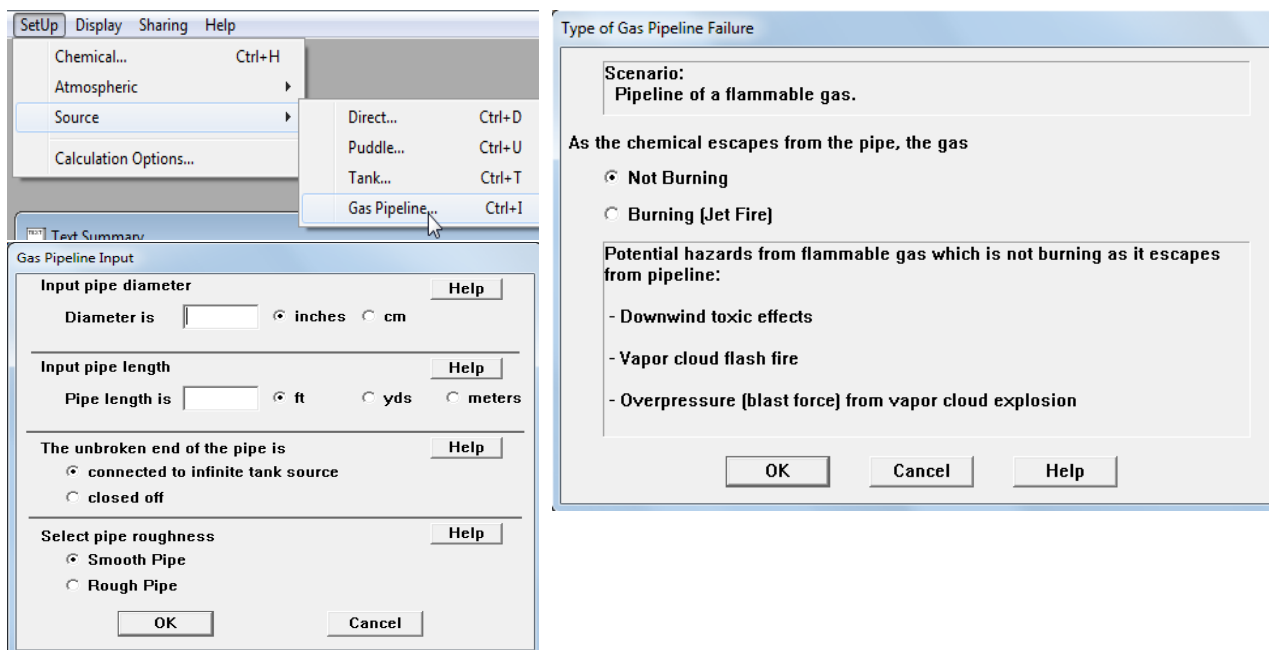



Рисунок 1.11 – Резервуар

ALOHA обмежує тривалість будь-якого джерела до однієї години, а найкоротша вихідна тривалість, що допускається в ALOHA – одна хвилина. У більшості випадків сила джерела змінюється постійно протягом випуску.

Кнопка «Tile Windows/Табличне відображення» – перегляд всіх відкритих вікон ALOHA одночасно (Windows зменшиться в розмірі та розташується у рядках і стовпцях відповідно до розмірів на екрані).

Кнопка «Stack Windows / Каскадне відображення» – розташування вікна ALOHA на екрані так, щоб кожне перекриває наступне, і тільки переднє вікно було повністю видно (Рядки заголовків інших вікон залишаться видимими).

Кнопка «Display Options/Параметри відображення» – вибір типу одиниць, які ALOHA буде використовувати для відображення своїх обчислювальних значень. (Вхідні значення відображаються з будь-якими одиницями, які ви вибрали в діалогових вікнах введення.)



При натисненні кнопки Sharing/Спільний доступ відкривається контекстне меню, яке приведено на рис. 1.12.

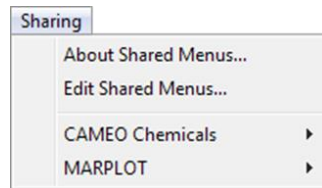


Рисунок 1.12 – Кнопка Sharing /Спільний доступ

Призначення кнопок меню Sharing /Спільний доступ:

Кнопка «About Shared Menus/Про спільні меню» – Опис інформації, як працюють спільні меню.

Кнопка «Edit Shared Menus/ Редагувати спільні меню» – видалення певних елементів з меню "Спільний доступ" (наприклад, якщо ви видалили відповідну програму зі свого комп'ютера).

Кнопка «CAMEO Chemicals/відкриття CAMEO хімічна речовина» – відкриття програми CAMEO Chemicals або переглянути технічний опис хімічної речовини, яка наразі вибрана в ALOHA. Паспорт хімічних речовин містить фізичні властивості, небезпеку для здоров'я, інформацію про небезпеку для повітря та води, а також рекомендації щодо гасіння пожеж, надання першої допомоги та реагування на розлив.

Кнопка «MARPLOT/відкриття MARPLOT» – відкриття програми MARPLOT, де ви можете відобразити на карті зони загроз та точки загрози ALOHA.

При натисненні кнопки Help /Довідка доступ відкривається контекстне меню, яке приведено на рис.1.13.

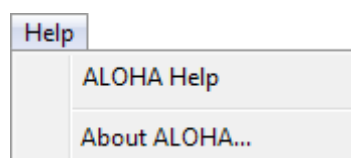


Рисунок 1.13 – Кнопка Help /Довідка



Призначення кнопок меню Help/Довідка доступ:

Кнопка «ALONA Help/Довідка» – відкриття довідкової програми ALOHA.

Кнопка «About ALOHA/Про ALOHA» – Перегляд інформації про номер версії ALOHA та розробників.

Контрольні питання

1. Надайте опис контекстного меню File/Файл, Edit/Редагування.
2. Надайте опис контекстного меню SiteData/База даних, SetUp/Налаштування.
3. Надайте опис контекстного меню Display/Дисплей, Sharing/Спільний доступ та Help/Допомога.
4. За що відповідає параметр LOC?
5. Що таке AEGL?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2

Тема. Моделі розсіювання повітря

Мета: вивчення моделей розсіювання повітря що використовується програмним засобом ALOHA

Короткі теоретичні відомості

Моделі розсіювання повітря відіграють центральну роль в прогнозуванні небезпечних зон. Ці моделі використовуються для прогнозування того, як концентрація забруднюючої речовини, яка потрапила в повітря, змінюється з часом і положенням.

ALONA включає в себе дві напівемпіричні моделі розсіювання повітря:

– «модель Гаусса» підходить для хмар забруднювачів, на які безпосередньо не впливає гравітація;



– «модель Важкий газ» що підходить для хмар забруднюючих речовин з щільністю, більшою, ніж навколишнє повітря, і на які значно впливає гравітація.

Атмосферна турбулентність має великий вплив на швидкість розсіювання забруднюючої хмари. Стабільність – це поняття, яке використовується для характеристики властивості низинній атмосфері, яка регулює вертикальний рух повітря.

ALOHA може використовувати будь-який з двох методів оцінки для визначення класу стійкості атмосфери в залежності від того, вводить користувач інформацію про погоду вручну або метеостанція передає на неї показання.

Коли користувач вручну вводить атмосферні дані, ALOHA використовує метод класу стійкості, який включає в себе схему типізації стабільності пасквіль-Гиффорда-Тернера.

Сонячна інсоляція і швидкість вітру є двома факторами, що впливають на вибір класу стійкості в ALOHA. Таблиця 2.1 служить основою для визначення класу стійкості шлейфів над сушею.

Таблиця 2.1 – Таблиця сонячної інсоляції і класів стійкості

Швидкість вітру м/с на висоті 10 м	День, Сонячне випромінювання			Ніч, Хмарність	
	Сильне	Помірне	Слабке	>50 %	<50 %
< 2	A	A – B	B	E	F
2 – 3	A – B	D	C	E	F
3 – 5	D	B – C	C	D	E
5 – 6	C	C – D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Клас стійкості D визначається за умов усього дня або ночі.

Для визначення сонячної інсоляції використовуються введені користувачем дані про дату, час, місце розташування та хмарності. Якщо

більш ніж один клас стабільності відповідає зазначеним умовам, ALOHA вибирає найбільш стабільний з цих класів. Є можливість безпосередньо вибрати клас стабільності рис 2.1.

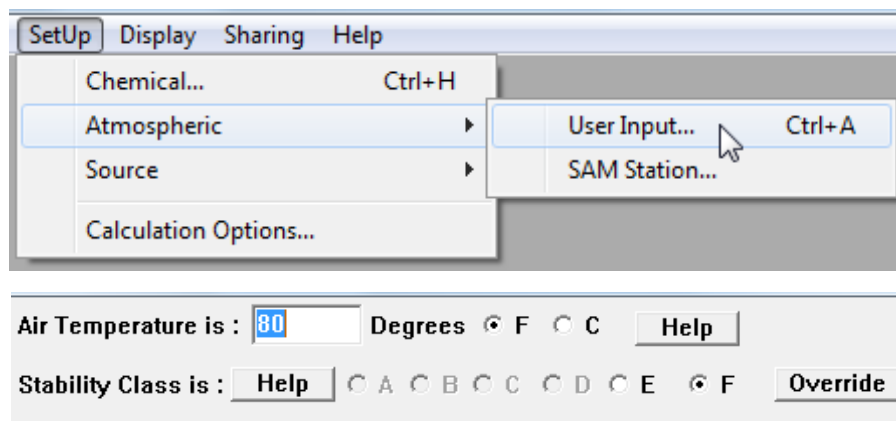


Рисунок 2.1 – Класи стабільності

Приклад «модельовання хмари токсичного пару»

У невеликому індустріальному парку в Батон-Руж, штат Луїзіана, вертикальний резервуар об'ємом 500 галонів, діаметром 4 фути, містить рідкий бензин. 20 червня 2016 року, о 10:30 за місцевим часом охоронець виявляє, що рідина витікає з бака через 6-дюймовий круглий отвір, розташоване на 10 дюймах від дна бака. Він також бачить, що рідина витікає на асфальтовану територію. Охоронець вважає, що танк був заповнений цього вечора.

Температура становить 80 ° F, вітер з південного заходу зі швидкістю 7 миль в годину (виміряний на висоті 10 метрів). Небо більше половини вкрите хмарами, а вологість близько 75 відсотків. Гроза наближається з південного заходу. Інверсії немає. В індустріальному парку дуже мало будівель, а на північному сході розташована велика трав'яниста поле.

Місцевий Комітет з надзвичайного планування звернувся з проханням про те, щоб використовували ERPG-2 концентрації для визначення токсичних кінцевих точок при аналізі небезпек бензолу.

Визначити:

1. Відстань до рівня ERPG-2, якщо калюжа випарується і утворює токсичну хмару пари.
2. Загрозу теплового випромінювання, якщо удар блискавки запалює калюжу і утворює пожежа-протоки.

Хід виконання

Запустити ALOHA. Вибрати Location/Розташування в меню SiteData/База Даних. З'явиться діалогове вікно Location Information /Інформація про місце розташування зі списком міст, включених в бібліотеку ALOHA.

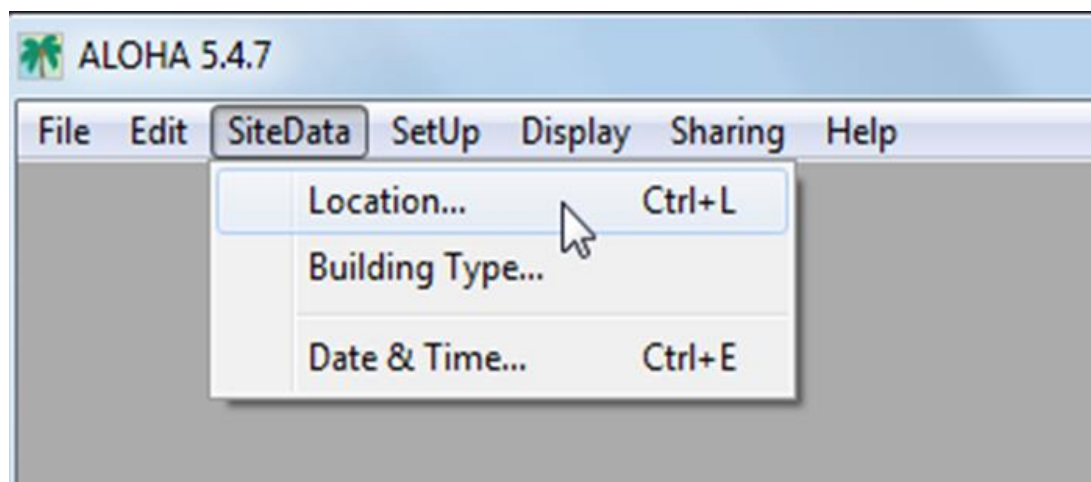


Рисунок 2.2 – Вибір місцезнаходження (локації)

Індустріальний парк розташований в Батон-Руж, штат Луїзіана. Натиснути на назву, потім на кнопку Select/Вибрати.

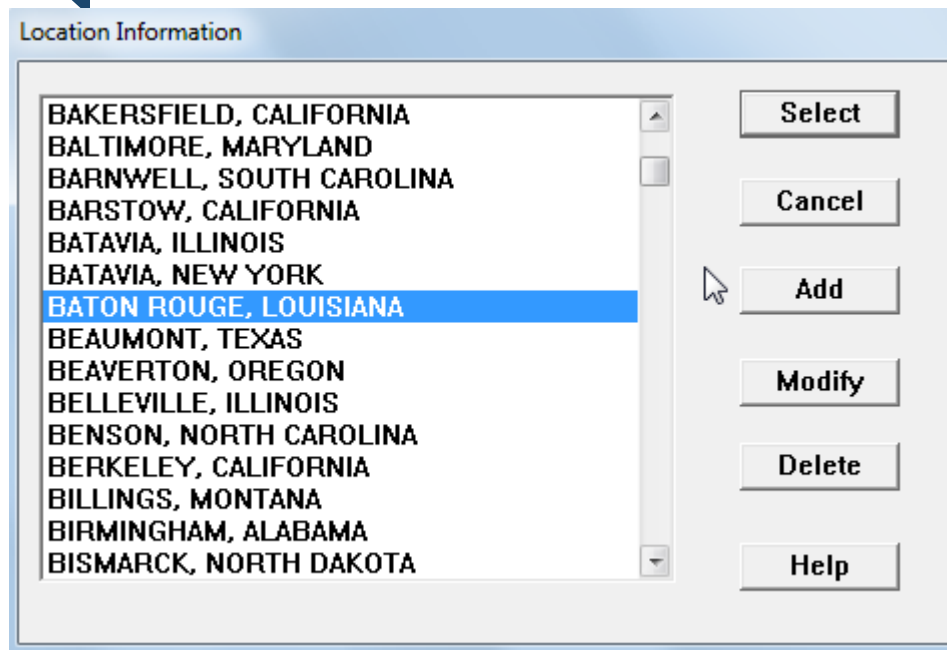


Рисунок 2.3 – Введення інформації про місце розташування

Зауважимо, що якщо потрібної локації немає в базі даних, існує можливість її додати. Для цього необхідно натиснути Add/Додати та ввести відповідні дані, а саме назву міста із країною, його географічні координати та орієнтовну висоту розташування на рівні моря (рис. 2.3).

Рисунок 2.4 – Введення до бази дані інформацію про нову локацію

При наступному запуску програми інформація про місто буде відображають у відповідному меню. Для зміни даних про певну локацію потрібно натиснути Modify/Модифікувати.



Вибрати «Date & Time/Дата, час» в меню SiteData/База Даних. З'явиться діалогове вікно «Date and Time options /Параметри дати та часу». Після вибору дати та часу в меню SiteData/База Даних у вас є два варіанти введення дати та часу інциденту.

У першому варіанті встановлюється час відповідно внутрішнього годинника вашого комп'ютера. Це стандартний вибір ALOHA який здійснюється під час запуску, тому вам не потрібно встановлювати дату та час, якщо ви моделюєте інцидент, який відбувається зараз.

У другому випадку в ручному режимі вводиться інформація про дату викиду шкідливих речовин що відбувається у часовому поясі, відмінному від того, у якому ви перебуваєте (наприклад, якщо ви перебуваєте у Сіетлі, але моделюєте подію у Майамі), або існує необхідність встановити годинник комп'ютера щоб відповідати місцевому часу, де відбувається інцидент. Здебільшого ALOHA буде дивитися час на годиннику комп'ютера, коли ви починаєте заповнювати інформацію про інцидент, і зберігатиме цей час як фіксоване значення.

Однак ALOHA оновлюватиме час на основі поточного значення годинника вашого комп'ютера щоразу, коли ви вводите атмосферну інформацію, змінюєте місце розташування або повертаєтесь до діалогового вікна Date and Time options/Параметри дати та часу.

Date and Time Options

You can either use the computer's internal clock for the model's date and time, or set a constant date and time.

Use internal clock Set a constant time

Input a constant date and time :

Month	Day	Year	Hour	Minute
6	20	2016	22	30
(1 - 12)	(1 - 31)	(1900 - ...)	(0 - 23)	(0 - 59)

OK Cancel Help

Рисунок 2.5 – Введення дати та часу виникнення аварії

Встановіть постійний час на ваш вибір. Ця опція корисна, якщо ви використовуєте ALOHA для планування непередбачених ситуацій або навчань, оскільки ви можете налаштувати сценарії для виконання в різний час доби та/або року (а отже, за різних атмосферних умов). Зверніть увагу, що ALOHA використовує 24-годинну систему часу, в якій час доби відображається чотирма цифрами. Перші дві цифри вказують на годину (від 00 до 23), а дві останні вказують на кількість хвилин після цієї години (від 00 до 59). Кожен день починається опівночі (0000), а остання хвилинка кожного дня – 2359. За цією системою 6:00 ранку – 06:00 та 14:30 тобто це 0600 та 1430.

Вибрати параметр «Встановити постійний час». Ввести місяць, день, рік, годину та хвилину для цього сценарію.

Наступний етап це вибір хімічної речовини, яка вивільняється – BENZENE/бензол, за допомогою команди «Chemical/Хімічна речовина» в меню SetUp/Налаштування.

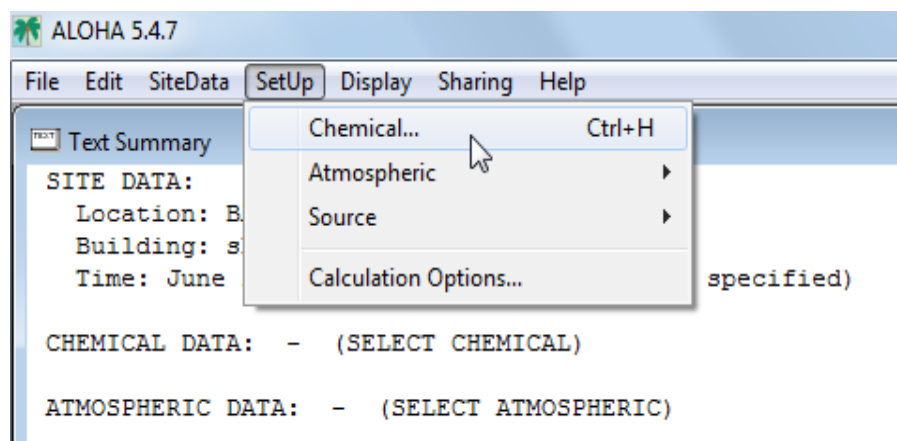


Рисунок 2.6 – Доступ до бази даних хімікатів

Вибрати «Chemical/Хімічна речовина» у верхній частині вікна. Знайди BENZENE/ бензол в списку, натисніть на це ім'я і натиснути «Select/Вибрати»(рис. 2.6).

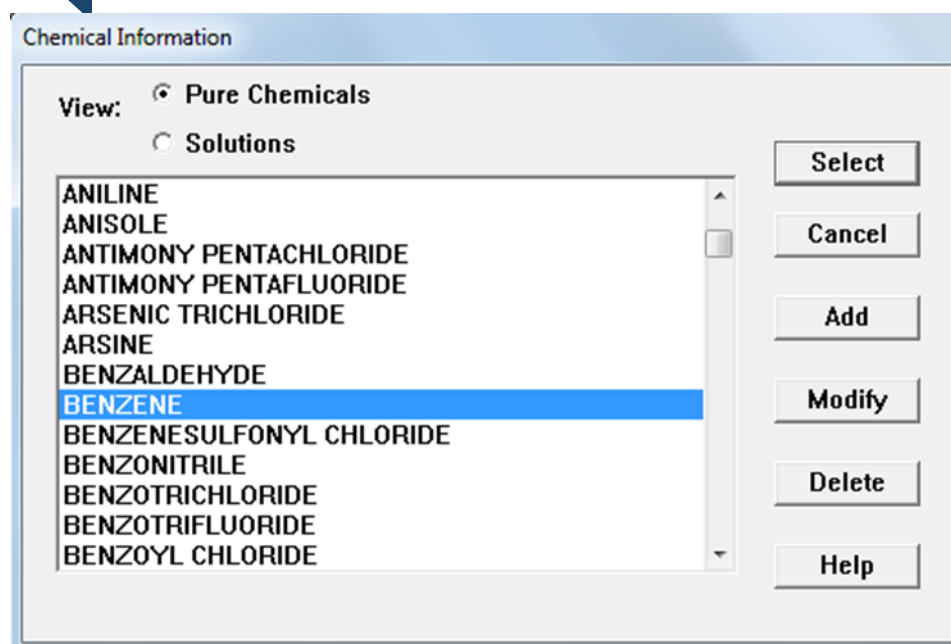


Рисунок 2.7 – Вибір небезпечної речовини в базі даних

Після потрібно надати інформацію про погодні умови і шорсткості поверхні.

В меню SetUp/Налаштування вибрати «Atmospheric/Атмосфера», потім «Призначений для користувача введення». З'являться діалогові вікна «Atmospheric Options/Параметри атмосфери». Дані вводяться виходячи з умови задачі.

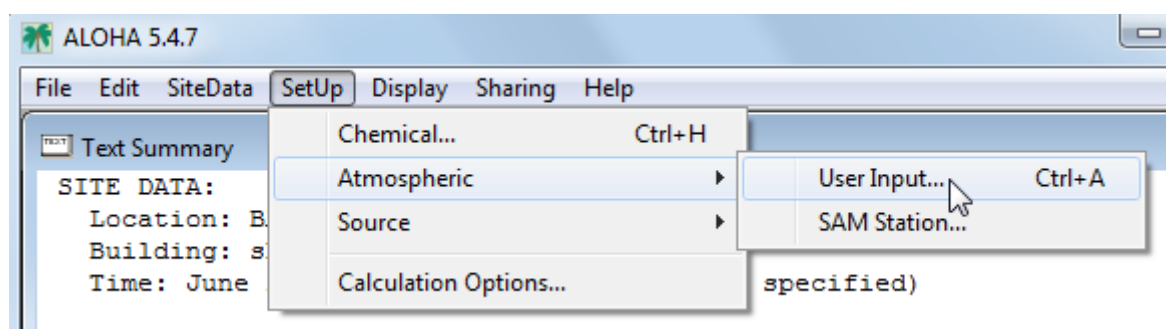


Рисунок 2.8 – Доступ до введення метеорологічних параметрів користувача

Коли ви вибираєте User Input/Введення користувачем, вам потрібно буде ввести значення Wind Speed and Direction/швидкості та напрямку

вітру, wind measurement height/висоти вимірювання потоку, ground roughness/шорсткості ґрунту, ground roughness/хмарності, air temperature /температури повітря, Stability Class/клас стабільності атмосфери, low-level inversion height/висоти інверсії низького рівня (якщо присутня низькорівнева атмосферна інверсія), і relative humidity/відносна вологість. ALOHA вибере для вас значення класу атмосферної стійкості, як тільки ви введете значення швидкості вітру та хмарності; ALOHA також використовує час доби та дату, щоб зробити цей вибір(рис.2.8). Цю інформацію можна ввести як у градусах Цельсія (наприклад, 22), так і в напрямках від однієї до трьох букв. Окрім того, ви можете вказати, що напрям вітру наприклад, northern/північний(n), northeastern північно-східний, south/південний, west/західний та інші.

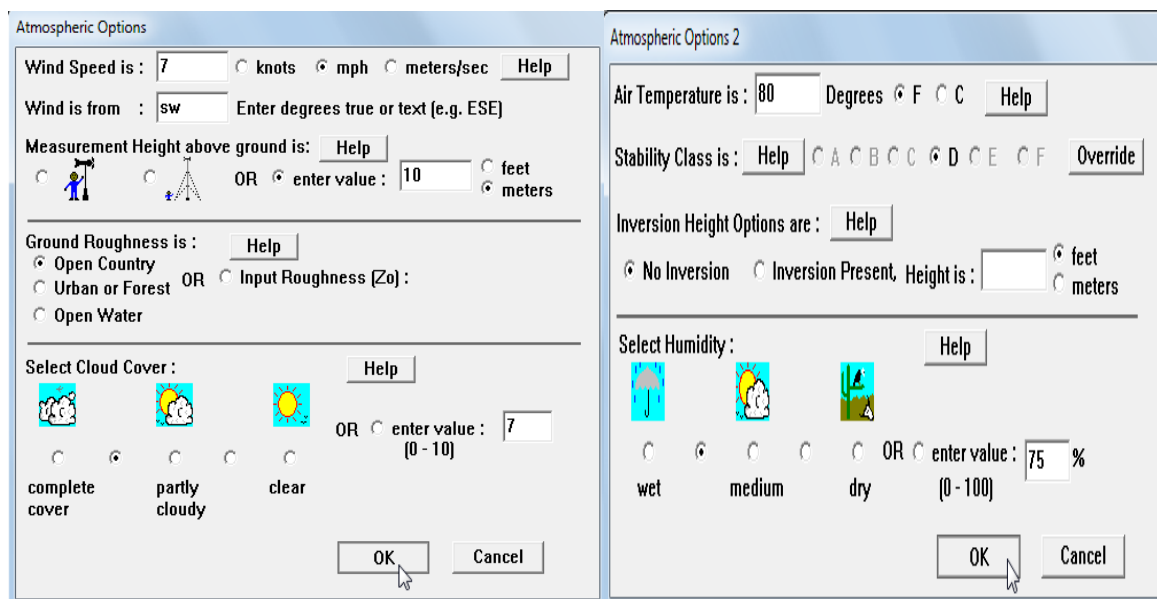


Рисунок 2.9 – Введення метеорологічних характеристик

Ground roughness/Шорсткість ґрунту – це показник кількості та розміру невеликих перешкод (так званих елементів шорсткості), на які може натрапити хімічна хмара, коли вона рухається по вітру над місцевістю. Коли хмара проходить над елементами шорсткості (наприклад, чагарниками), потік повітря порушується через тертя між

землю та повітрям, що проходить над нею, що спричиняє збільшення атмосферної турбулентності. Оскільки найближче до землі повітря сповільнюється найбільше, вихрі розвиваються (так само, як і у воді біля берега річки). Більша шорсткість ґрунту призводить до більшої турбулентності атмосфери.

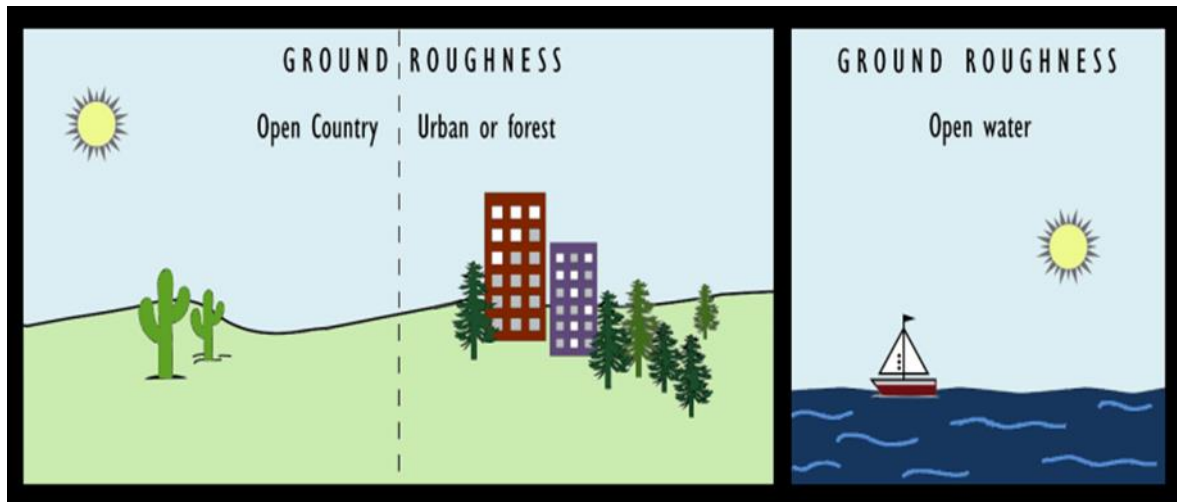


Рисунок 2.10 – Введення метеорологічних характеристик

У ALOHA ви можете ввести значення для шорсткості ґрунту або вибрати репрезентативний тип місцевості, і ALOHA буде використовувати це для оцінки шорсткості ґрунту. ALOHA включає три варіанти вибору місцевості: відкриту місцевість, міську чи лісову та відкриту воду (рис.2.9).

Відкрита місцевість: Цей тип місцевості має низьку шорсткість та низьку турбулентність, оскільки хімічна хмара рухається над територією, де є лише невеликі або ізольовані елементи шорсткості (наприклад, відкриті поля або стоянки). Хімічна хмара зазвичай рухається далі по відкритій місцевості (ніж над міською територією чи лісом) і залишається вузкою; оскільки він стикається з меншою кількістю (і меншими) елементами шорсткості, створюється менша турбулентність. Зона загрози ALOHA буде довшою, якщо вибрати «Відкрита країна», а не шорсткість міського або лісового ґрунту.



Міський або лісовий: Цей тип місцевості має високу шорсткість і високу турбулентність, оскільки хімічна хмара рухається над територією з багатьма елементами шорсткості, що створюють тертя, такими як дерева або невеликі будівлі (наприклад, житлові будинки, промислові зони або ліси). Зауважте, що великі перешкоди (наприклад, високі будівлі) не сприяють шорсткості ґрунту, оскільки хмара відхиляється навколо цих перешкод. Наприклад, у центрі міста в неділю вранці без автомобілів на вулицях найкращим вибором для невеликого випуску може бути Open Country. У цьому прикладі будівлі є перешкодами, а вулиця - це шорсткість, яку відчує хмара забруднюючих речовин. Зверніть увагу, що навіть якщо вказати міський або лісовий ландшафт, ALOHA не враховуватиме вплив великих перешкод; див. обмеження ALOHA для більш детальної інформації.

Відкрита вода: Цей тип місцевості має дуже низьку шорсткість і дуже низьку турбулентність, тому що хімічна хмара рухається над водоймою, яка є великою щодо розміру хмари (наприклад, океани або великі озера), і це малоймовірно зустрічаються з багатьма елементами шорсткості. За винятком випадків, коли швидкість вітру дуже висока, Відкрита вода є найнижчою категорією шорсткості ґрунту в ALOHA.

Якщо територія, де ви очікуєте подолання хімічної хмари, має різні типи шорсткості ґрунту, виберіть домінуючу категорію в цій зоні. Наприклад, якщо 70% площі складають міські або лісові масиви, а 30% – відкриті країни, натисніть «Міський» або «Ліс». Якщо ви не можете легко визначити домінуючу категорію, запустіть ALOHA один раз з кожною обраною категорією, щоб отримати уявлення про можливий діапазон розмірів зони загрози.

ALOHA повинна мати оцінку шорсткості ґрунту в зоні, в якій рухається хімічна хмара, тому що ступінь атмосферної турбулентності впливає на те, як швидко хмара, що рухається за вітром, змішається з повітрям навколо неї і розведеться нижче вашого рівня занепокоєння

(LOC). Якщо всі інші умови рівні, зона загрози для сценарію дисперсії газу буде меншою, якщо ви оберете більше значення шорсткості ґрунту, оскільки підвищена атмосферна турбулентність спричиняє швидше розрідження хімічної хмари.

Для прикладу різних значень для поверхонь наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.2 – Приклади коефіцієнту Ground roughness/Шорсткість ґрунту*

Опис поверхні	Z ₀ , см
Ґрунт утрамбований, лід	0,001
Згладжена ґрунтовка (злітна смуга)	0,002
Велика водна поверхня (середня)	0,01 – 0,06
Трава (нижче 1 см)	0,1
Трава (аеропорт)	0,45
Трава (прерії)	0,64
Трава (штучна, 7,5 см заввишки)	1
Трава (товста, до 10 см заввишки)	2,3
Трава (тонка, до 50 см заввишки)	5
Пшеничне поле (18 см)	2,44
Трава (із кущами та рідкими деревами)	4
1 – 2 метрова висока рослинність	20
Дерева (10 – 15 м заввишки)	40 – 70
Хащі савани (трави, кущі, дерева)	40
Мегаполіс (Токіо)	165

*За даними Brutsaert, W. 1982. Evaporation into the Athmosphere, Theory, History, and Applications. Boston: D. Reidel.

ALOHA потребує значення ground roughness/хмарності (частки неба, вкритого хмарами), щоб оцінити кількість надходить сонячної радіації під час викиду хімічної речовини. Сонячне випромінювання має важливий вплив на швидкість випаровування калюжі, оскільки сонячне тепло може зігріти калюжу та прискорити випаровування.

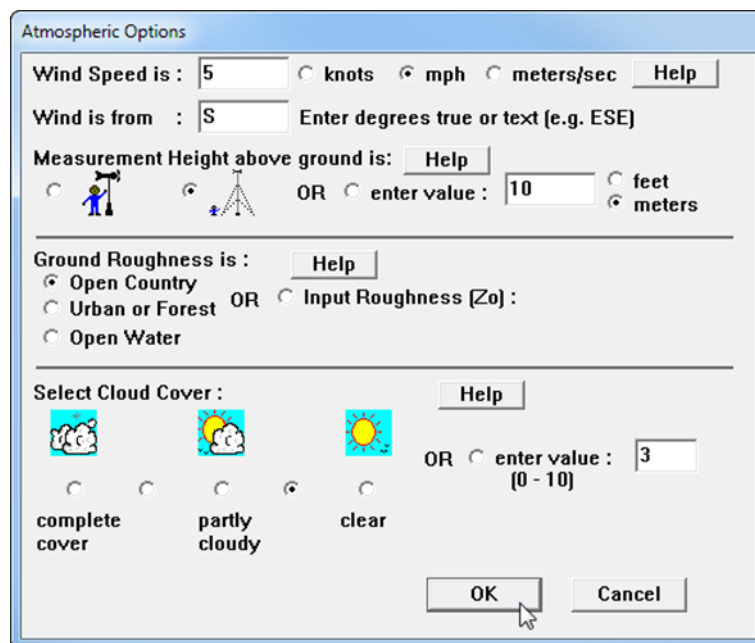


Рисунок 2.11 – Введення метеорологічних характеристик

У діалоговому вікні Atmospheric Options/Параметри атмосфери (або діалоговому вікні Cloud Cover/Хмарність і вологість, якщо ви використовуєте станцію SAM) введіть хмарний покрив одним із способів:

Натиснувши перемикач, що відповідає 10 (хмарно), 7, 5 (мінлива хмарність), 3 або 0 (чисте небо) десятих. (Коли ви натискаєте перемикач, відповідне десятке значення з'являється у полі праворуч.)

Введіть ціле число від 0 до 10 у поле для значення хмарності в десятих частках (наприклад, введіть "6", якщо хмарність становить 6 десятих).

ALONA потребує значення температури повітря (поблизу викиду хімічної речовини), оскільки це впливає на оцінку ALOHA швидкості випаровування з поверхні калюжі. Чим вища температура повітря, тим більше калюжа нагрівається повітрям над нею, і чим вище тиск пари рідини, тим швидше випаровується речовина. Оскільки на кілька фізичних процесів, що беруть участь у хімічному виділенні, впливає температура, використовуйте якомога точніше значення.

Введення air temperature/температури повітря у діалоговому вікні Atmospheric Options/Параметри атмосфери рис. 2.11. Виберіть відповідні одиниці виміру: градуси Фаренгейта (°F) або градуси Цельсія (°C).

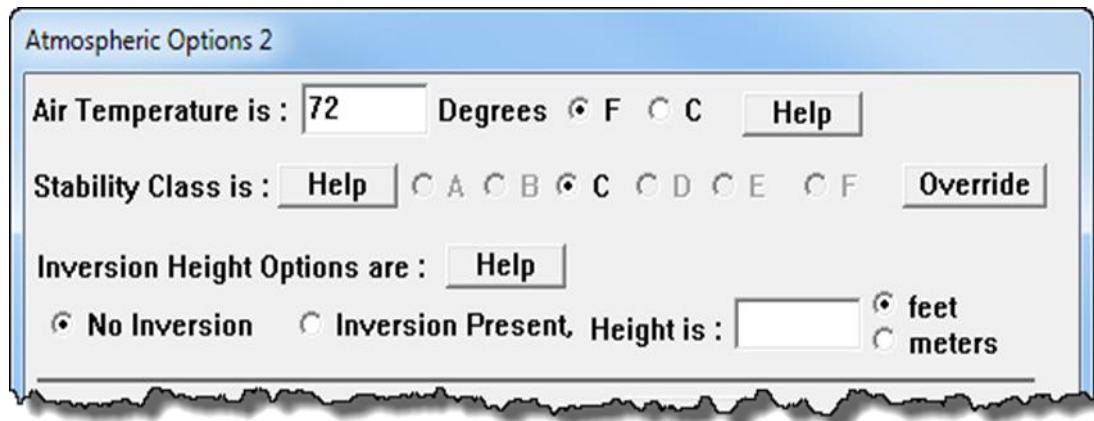
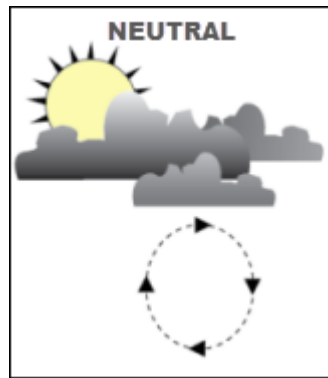
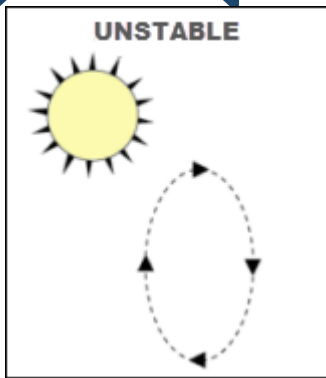


Рисунок 2.12 – Введення air temperature/температури повітря

Атмосфера може бути більш або менше турбулентною в залежності від плинності часу, залежно від кількості надходить сонячної радіації, а також від інших факторів. Метеорологи визначили шість класів атмосферної стійкості (A-F), кожен з яких представляє різний ступінь турбулентності в атмосфері.

Клас стабільності має великий вплив на прогноз ALOHA щодо розміру зони загрози для сценаріїв дисперсії. У нестабільних умовах газ, що диспергує, швидко змішується з повітрям навколо нього. ALOHA очікує, що хмара не пошириться настільки сильно проти вітру, як це було б за більш стабільних умов, оскільки забруднювач незабаром розбавиться нижче вашого рівня занепокоєння (LOC), і ALOHA покаже коротку зону загрози, ніж це було б для більш стабільних умов.



Коли надходження сонячної радіації від помірного до сильного нагріває повітря поблизу землі, викликаючи його підйом і генеруючи великі вири, атмосфера вважається нестійкою (відносно бурхливою).

Дуже нестійкий
(Клас стабільності A)

Нестійкий
(Клас стабільності B)

Дещо нестабільний
(Клас стійкості C)

Відносно сильні швидкості вітру та помірне сонячне випромінювання пов'язані з нейтральною стабільністю (помірною турбулентністю).

Нейтральний
(Клас стійкості D)

Коли сонячна радіація є відносно слабкою або відсутня, повітря поблизу поверхні має зменшену тенденцію до підйому, і розвивається менша турбулентність.

Атмосфера вважається стабільною (менш бурхливою), а вітер слабким.

Трохи стабільний
(Клас стабільності E)

Стабільний
(Клас стійкості F)

Рисунок 2.13 – Типи Stability Class/Класів стабільності

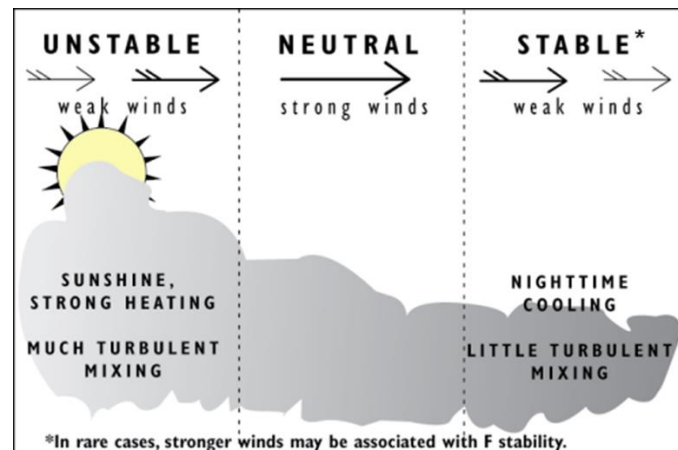


Рисунок 2.14 – Вплив вітру на Stability Class/класи стабільності



ALOHA використовує таблицю класів стійкості, наведену нижче, для автоматичного вибору класу стабільності, який найкраще відображає умови, які ви ввели для часу доби, дати, швидкості вітру та хмарності. Якщо більш ніж один клас стабільності відповідає умовам, які ви вказали, ALOHA вибирає найстійкіший із цих класів. Наприклад, як показано на малюнку нижче, якщо і D, і E відповідають умовам, ALOHA вибирає E. Однак ви можете вибрати D, якщо вважаєте цей клас більш відповідним. Класи стійкості, невідповідні вашим умовам, недоступні для вибору, хоча ви можете змінити вибір класу стійкості ALOHA, якщо це необхідно.

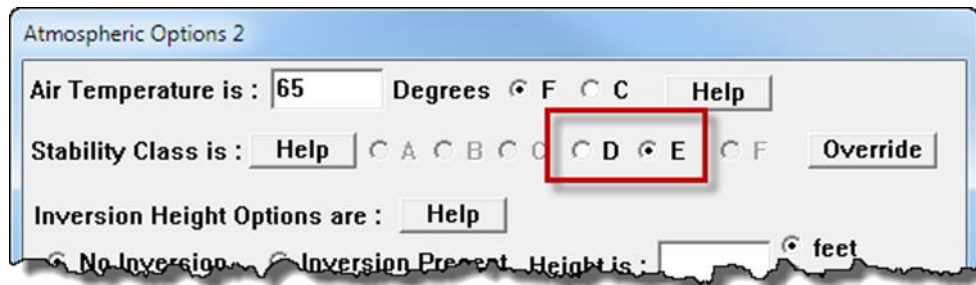


Рисунок 2.15 – Stability Class/клас стабільності атмосфери

Вибір ALOHA для класу стабільності ґрунтується на ваших сценарних умовах, і ALOHA намагається перешкодити вам обрати клас стабільності, який не відповідає вашим умовам (затінюючи невідповідні класи). Тим не менш, ви можете натиснути кнопку «Override/Перевизначити», щоб вибрати будь-який із шести класів стабільності. (Натисніть Обмежити, щоб видалити заміну та повернути обмеження класу стабільності ALOHA для заданих умов.)

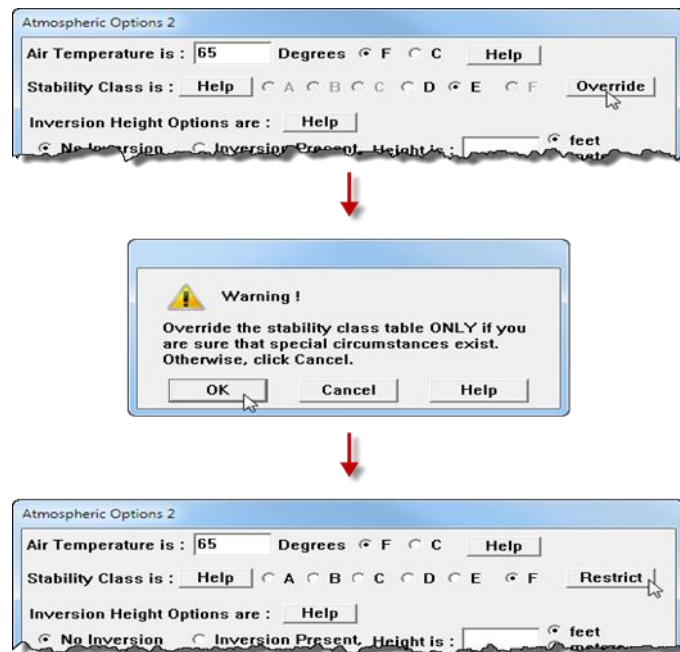


Рисунок 2.16 – Stability Class/клас стабільності атмосфери

Наприклад, атмосфера над засніженим ландшафтом, як правило, більш стабільна, ніж можна було б очікувати за певної комбінації швидкості вітру, хмарності та часу доби. Якщо ви моделюєте випуск над засніженою землею, то вам, можливо, захочеться вибрати більш стійкий клас, ніж ALOHA для вас. Крім того, деякі організації можуть вимагати від користувачів моделювання всіх сценаріїв за допомогою єдиного класу сценаріїв-у цьому випадку вони зазвичай вибирають клас стабільності F для моделювання найгірших сценаріїв.

Інверсія – це атмосферний стан, коли нестабільний шар повітря біля землі лежить під дуже стабільним шаром повітря нагорі. Висоту різкої зміни стійкості атмосфери називають висотою інверсії. Інверсія може затримувати забруднюючі гази нижче висоти інверсії, внаслідок чого концентрації на рівні ґрунту досягають більш високих рівнів, ніж очікувалося б інакше.

Тип інверсії, що викликає занепокоєння при моделюванні дисперсії, – це низькорівнева інверсія, яка може захопити хмару забруднюючих речовин біля землі. Морський туман або низький туман на землі має

хороші показники наявності такого типу інверсії. Інверсія низького рівня відрізняється від інверсії, тим що викликає смог. Цей тип інверсії зазвичай знаходиться на тисячах футів над землею – це занадто високо, щоб вплинути на хмару газу, що розсіюється.

Гаусова модель дисперсії ALOHA враховує інверсії, але у моделі важкого газу такої функції не існує. Інверсія низького рівня може значно збільшити концентрацію нейтрально газу на землі. Молекули таких газів розсіюються вгору і назовні під час транспортування за вітром і відбиваються від інверсійного шару назад до землі. Навпаки, важка хмара газу залишається близько до землі, коли вона розсіюється, і зазвичай на неї не впливають навіть інверсії низького рівня.

Введення low-level inversion height/висоти інверсії низького рівня проводиться у діалоговому вікні Atmospheric Options/Параметри атмосфери (рис.2.16).

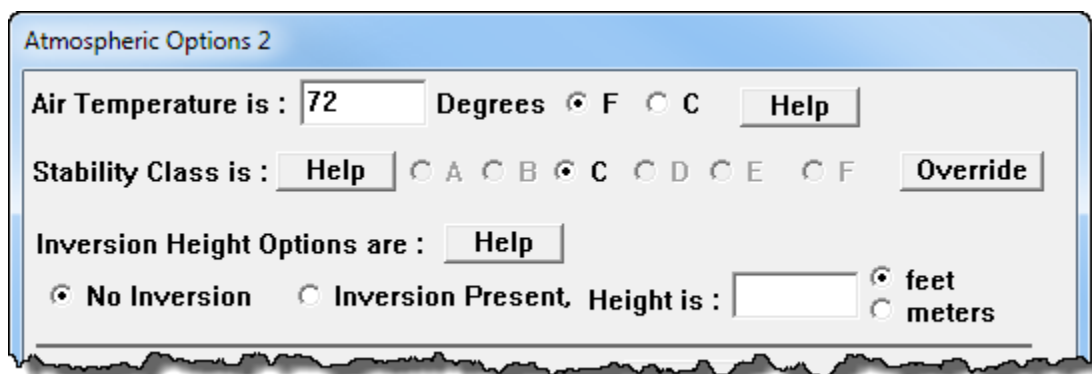


Рисунок 2.17 – Введення в моделювання low-level inversion height /висоти інверсії низького рівня

Тобто потрібно вибрати No Inversion/немає інверсії або Inversion Present /присутня інверсія, якщо ви виберете останнє, тоді вам також потрібно буде вказати висоту низькорівневого шару інверсії. Висота шару інверсії повинна бути більше ніж 10 футів (близько 3 метрів) і не більше 5000 футів (приблизно 1524 метри).



Relative humidity/Відносна вологість – це відношення кількості водяної пари, що міститься в повітрі, до максимальної кількості водяної пари, яку повітря могло б утримувати при температурі та тиску навколишнього середовища. Відносна вологість виражається у відсотках. Коли відносна вологість повітря становить 50 відсотків, повітря містить наполовину стільки водяної пари, скільки потенційно може утримувати. Чим тепліше повітря, тим більша його здатність містити водяну пару. Холодне повітря може містити невелику кількість водяної пари, але мати високу відносну вологість, оскільки кількість водяної пари в повітрі знаходиться поблизу відносно низької максимальної ємності повітря.

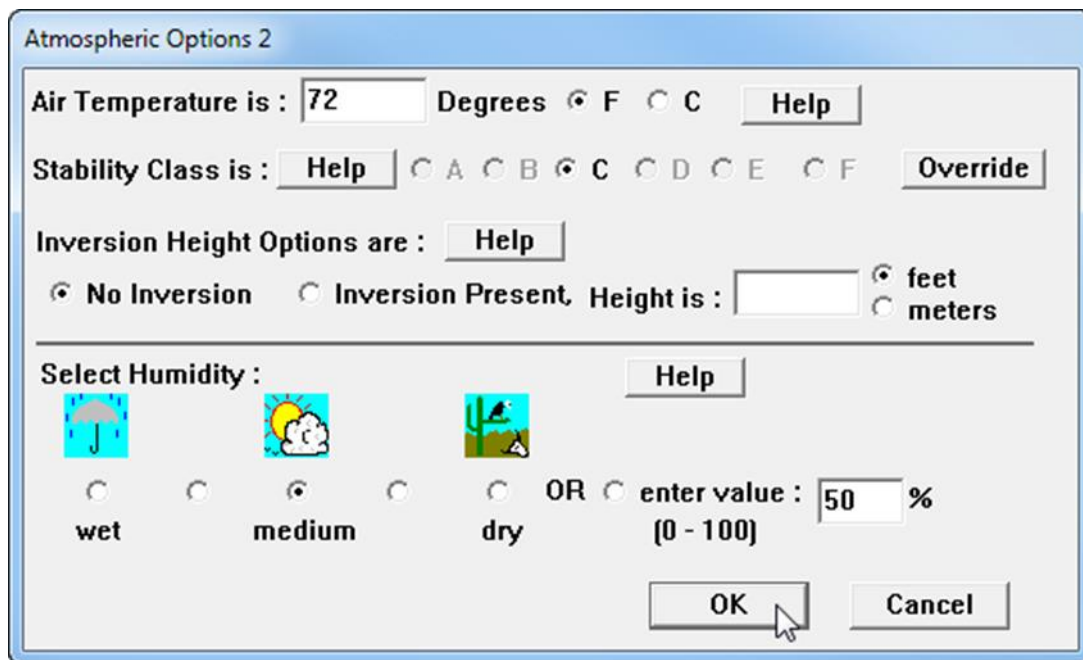


Рисунок 2.18 – вибір параметрів атмосферного повітря

У діалоговому вікні Atmospheric Options/Параметри атмосфери 2 при натисканні перемикача з відповідним зображенням відбувається зміна вологості наступними класами: 99% (вологий), 75%, 50% (середній), 25% або 5% (сухий). (Коли ви натискаєте перемикач з картинками, тоді відповідний відсоток з'являється у полі праворуч.) Обов'язкова умова це

введення цілого числа від 0 до 100 у вікні для значення відносної вологості у відсотках.

Введена інформація відображається в у діалоговому вікні «Text Summary/Текстові результати».

The image shows a screenshot of the 'Text Summary' window in the ALOHA software. The window displays a detailed report for a benzene release scenario. On the left side, there are five red-bordered boxes with white text and red arrows pointing to specific sections of the report. A green-bordered box with a white arrow points to the 'Source Strength Calculations' section. The report content is as follows:

SITE DATA:
Location: PORTLAND, MAINE
Building Air Exchanges Per Hour: 0.62 (unsheltered single storied)
Time: March 5, 2015 1922 hours EST (user specified)

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: 176.1° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.15 atm
Ambient Saturation Concentration: 152,779 ppm or 15.3%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5 knots from 5° true at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 85° F Stability Class: E
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 5 feet Tank Length: 55 feet
Tank Volume: 8,078 gallons
Tank contains liquid Internal Temperature: 85° F
Chemical Mass in Tank: 4 tons Tank is 14% full
Circular Opening Diameter: 3 inches
Opening is 0 feet from tank bottom
Ground Type: Default soil
Ground Temperature: equal to ambient
Max Puddle Diameter: Unknown
Release Duration: 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 161 pounds/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 8,000 pounds
Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.
The puddle spread to a diameter of 31 yards.

THREAT ZONE:
Model Run: Heavy Gas
Red : 49 yards --- (4000 ppm = AEGL-3 [60 min])
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: 135 yards --- (800 ppm = AEGL-2 [60 min])
Yellow: 820 yards --- (52 ppm = AEGL-1 [60 min])

THREAT AT POINT:
Concentration Estimates at the point:
Downwind: 119 yards Off Centerline: 23.1 yards
Max Concentration:
Outdoor: 851 ppm
Indoor: 319 ppm

Callouts:

- Information (such as LOCs and boiling point) from the chemical data sheet ALOHA for the selected substance:** Points to the 'CHEMICAL DATA' section.
- Information about weather conditions and surface roughness:** Points to the 'ATMOSPHERIC DATA' section.
- Information about the source (in this case, the accident scenario). This section also includes details about the source strength calculation, especially duration and quantity:** Points to the 'SOURCE STRENGTH' section.
- Information about the danger zone based on the data entered:** Points to the 'THREAT ZONE' section.
- Information about the threat (in this case, toxic gas) in the selected zone:** Points to the 'THREAT AT POINT' section.

ALOHA's Source Strength Calculations: A green box highlights the 'Max Average Sustained Release Rate' and 'Total Amount Released' values.

Рисунок 2.19 – перевірка коректності вводу вхідних даних перед моделюванням



Вікно «Text Summary/Текстові результати» залишається відкритим, коли працює ALOHA. Періодично переглядайте його вміст під час підготовки сценарію, щоб переконатися, що ви правильно ввели вхідні дані моделі, а також перевірити результати розрахунків ALOHA.

Далі вводимо інформацію про джерело небезпеки BENZENE/бензол впливає з резервуара. В меню SetUp/Налаштування вибрати «Source/Джерело», потім «Tank/Резервуар».

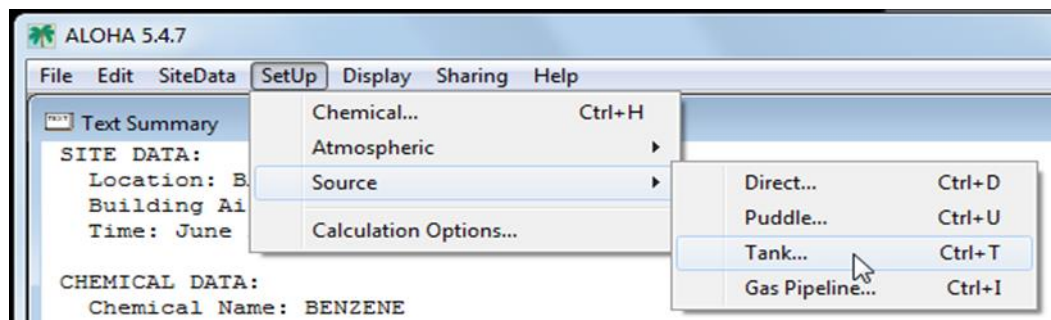


Рисунок 2.20 – Вибір типу джерела небезпеки

Вводяться дані відповідно умови задачі: вертикальний резервуар, обсяг 500 галонів, діаметр 4 фути. Висоту ALOHA обчислює автоматично.

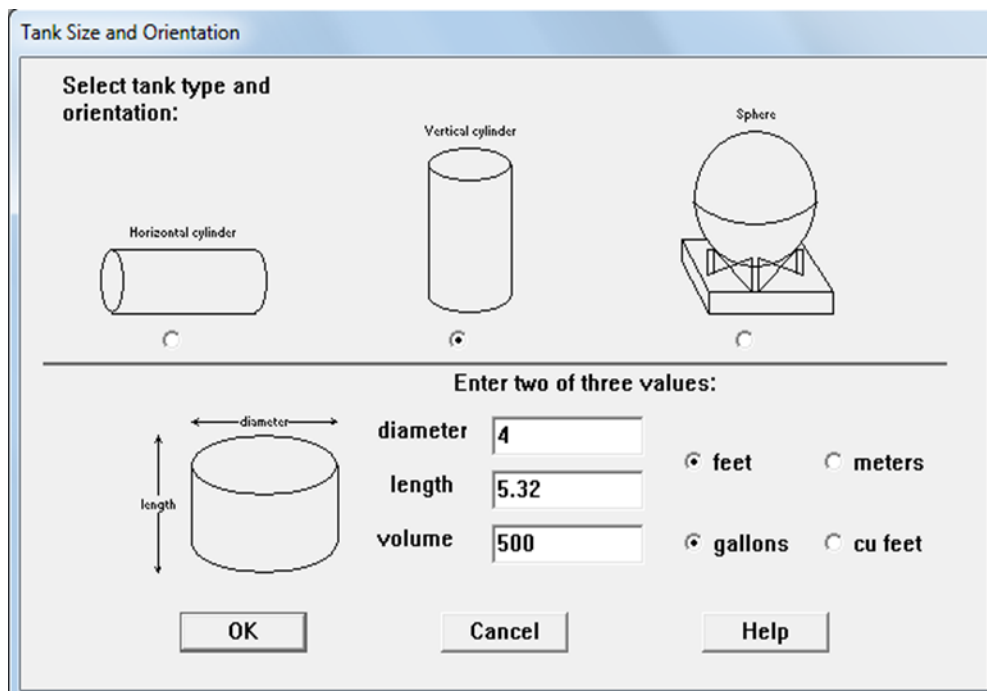


Рисунок 2.21 – Введення розмірів джерела небезпеки



BENZENE/бензол зберігається в резервуарі у вигляді рідини. Вибрати варіант «Резервуар містить рідину». Умови зберігання – при температурі навколишнього середовища. Спосіб зберігання хімікату в резервуарі впливає на те, як він може вийти (як чистий газ, рідина під тиском або рідина без тиску), тому вам потрібно вказати фізичний стан та температуру хімікату в резервуарі. Щоб вказати стан хімікату в резервуарі, виберіть один із наступних варіантів:

Tank contains liquid/Бак містить рідину: у баку є рідина, навіть якщо це лише невелика кількість.

Tank contains gas only/Резервуар містить тільки газ: у баку міститься тільки газ без рідини.

Unknown /Невідомий: виберіть цей параметр, якщо ви не знаєте стан хімікату.

Chemical State and Temperature

Enter state of the chemical: Help

Tank contains liquid
 Tank contains gas only
 Unknown

Enter the temperature within the tank: Help

Chemical stored at ambient temperature
 Chemical stored at degrees F C

OK Cancel

Рисунок 2.22 – Завдання стану та температури небезпечної речовини

Температура зберігання хімікату в резервуарі визначає його агрегатний стан (газ, рідина або тверда речовина), тиск у резервуарі та швидкість виходу хімікату з розірваного резервуара. Наприклад, те, чи зберігається рідина в резервуарі при температурі вище або нижче температури кипіння, значно впливає на те, як вона вийде через розрив цистерни або клапан що витікає:



– Якщо рідина зберігатиметься нижче температури кипіння, вона впливе з ємності і утворюватиме калюжу на землі.

– Якщо рідина зберігатиметься вище температури кипіння, тиск у баку буде більшим за атмосферний. При пробиванні такого бака вміст рідини під тиском може витікати у вигляді двофазної аерозольної суміші газу та крапель рідини. Швидкість вивільнення може бути значно більшою за швидкість вивільнення рідини без тиску.

Для введення температури хімікату в бак необхідно натиснути кнопку Chemical/Хімічна речовина, що зберігається при температурі навколишнього середовища, у випадку коли резервуар знаходиться зовні на відкритій території.

Або існує можливість введення іншої температури зберігання.

Варіанти введення об'єму хімікату в резервуар залежать від його фізичного стану. Якщо резервуар містить рідину, ви можете вказати кількість хімікату в резервуарі одним із чотирьох способів:

– Рідина, тоді ви можете вказати кількість хімікату в резервуарі одним із чотирьох способів: маса хімікату, об'єм рідини, який відсоток об'єму бака заповнений рідиною або висота рівня рідини в резервуарі.

– Лише газ, тоді ви можете вказати кількість, ввівши або тиск у баку, або масу хімікату.

– Хімічна речовина невідомого агрегатного стану, тоді необхідно вказати масу хімічної речовини.

Введення маси хімікату в резервуар. Зверніть увагу, що це має бути загальна маса рідини та її пари в резервуарі.

Введення об'єму рідини в ємності відповідно відсотку повного об'єму (тобто оцінка відсотка об'єму бака, який забирає рідина).

За допомогою смуги прокрутки поруч із діаграмою бака вкажіть приблизну висоту рівня рідини в баку. (Якщо можливо, перевірте наявність конденсаційної лінії на зовнішній стінці бака, щоб отримати оцінку рівня рідини в баку.). Маса хімікату в резервуарі повинна бути

більшою за 0, але меншою за 100 000 тонн (200 000 000 фунтів; 90 718 474 кілограми). Тиск у резервуарі повинен перевищувати 1,1 атмосфери (836 міліметрів ртутного стовпчика; 16 фунтів на квадратний дюйм абсолютного; 111 460 Па) і менше 10000 фунтів на квадратний дюйм абсолютного (680 ат.; 517 140 міліметрів ртутного стовпа; 68 947 600 Па).

Liquid Mass or Volume

Enter the mass in the tank OR volume of the liquid

The mass in the tank is:

pounds
 tons(2,000 lbs)
 kilograms

OR

Enter liquid level OR volume

The liquid volume is:

gallons
 cubic feet
 liters
 cubic meters

% full by volume

OK Cancel Help

Рисунок 2.23 – Завдання рівня заповнення резервуару та об'єму небезпечної речовини

Mass or Pressure of Gas

Enter either tank pressure OR amount of gas

The tank pressure is :

mmHg
 atm
 psia
 Pa

OR

The amount of gas is :

pounds
 tons(2000 lbs)
 kilograms
 cu ft at STP
 cu m at STP

OK Cancel Help

Рисунок 2.24 – Завдання стану та температури небезпечної речовини

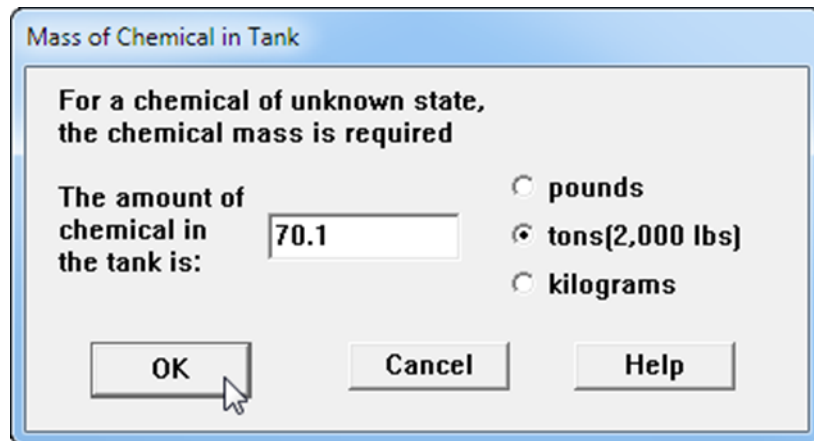


Рисунок 2.25 – Завдання стану та температури небезпечної речовини

Якщо ви вибрали Unknown/Невідомий як фізичний стан хімічної речовини, єдиний спосіб ввести кількість хімічної речовини – це ввести загальну масу (масу) хімічної речовини в резервуарі. ALOHA використовує це значення – разом з інформацією про властивості хімічної речовини та температуру в резервуарі – для прогнозування фізичного стану хімічної речовини та кількості хімікату, який може вивільнитися. Кількість хімікату в резервуарі має бути більше 0 і менше 100 000 тонн.

Однак, якщо ви вирішите вказати кількість хімічної речовини, ALOHA використовуватиме вказане вами значення (разом з іншими деталями сценарію) для наближення значень в інших полях діалогового вікна Маса рідини або Обсяг.

Будемо вважати, що в той вечір резервуар був заповнений, тому вказуємо, що бак заповнений на 100 відсотків. Або ввести 100 в поле% за обсягом, ввести 500 в поле об'єму рідини, потім натиснути галони або прокрутити рідина в верхню частину діаграми резервуара.

Спочатку бензол впливає з отвору в резервуарі, але він не горить. Вибрати бак для витоку, хімікат не горить і утворює випарну калюжу.

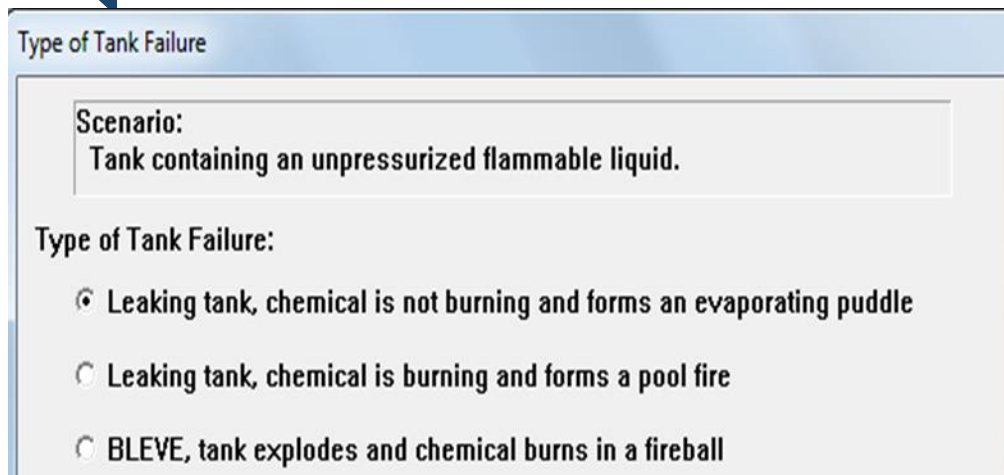


Рисунок 2.26 – Завдання характеристик витoku небезпечної речовини з резервуару

Бензол протікає з 6-дюймового круглого отвору. Вибрати Circular opening/Круговий отвір. Задати opening diameter/діаметр отвору. Вибрати варіант «Hole/Отвір».

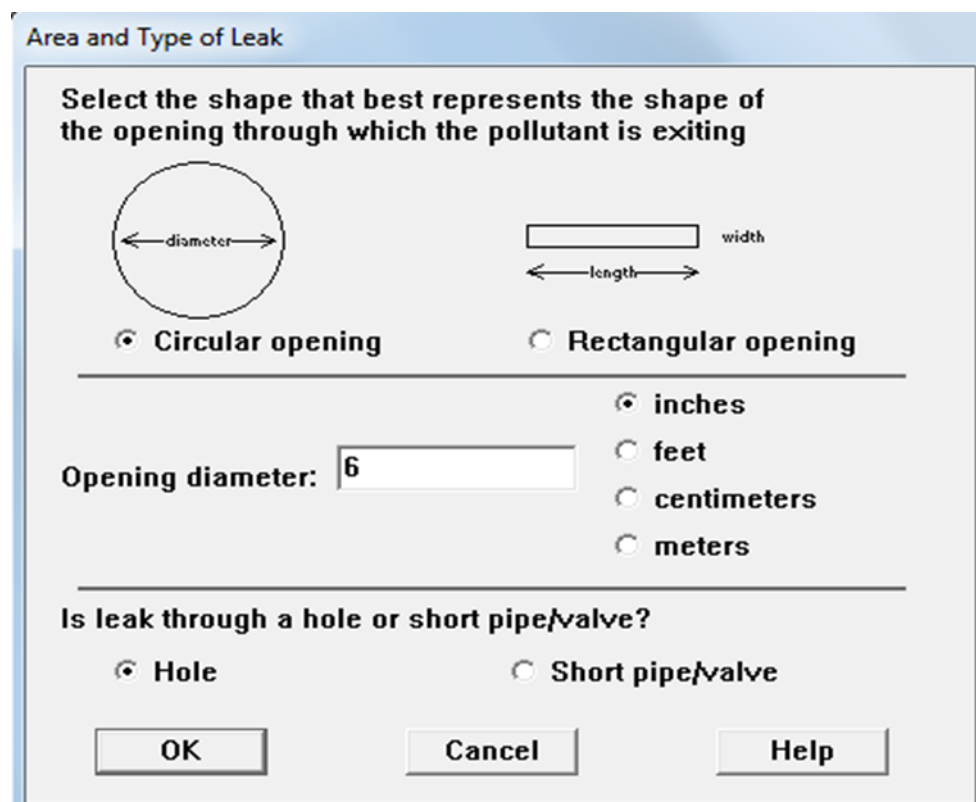


Рисунок 2.27 – Завдання даних про ушкодження резервуару

Hole/Отвір на 10 дюймів вище дна бака. Ввести 10 в нижній частині вікна Height of the Tank Opening/Висота відкриття бака і вибрати дюйм. ALOHA сама заповнює інші значення.

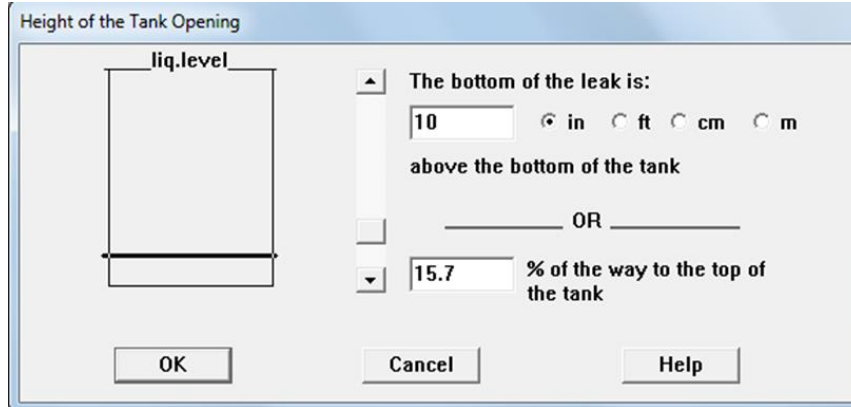


Рисунок 2.28 – Введення інформації про висоту отвору резервуару

Вибрати Тип поверхні: бетон.

Оскільки немає інформації про температуру землі, вибрати Використовувати температуру повітря.

У розділі «Input maximum puddle diameter or area /Максимальний діаметр» вибрати «Unknow/Невідомо». ALOHA розрахує площу на підставі наданої вами інформації про випуск.

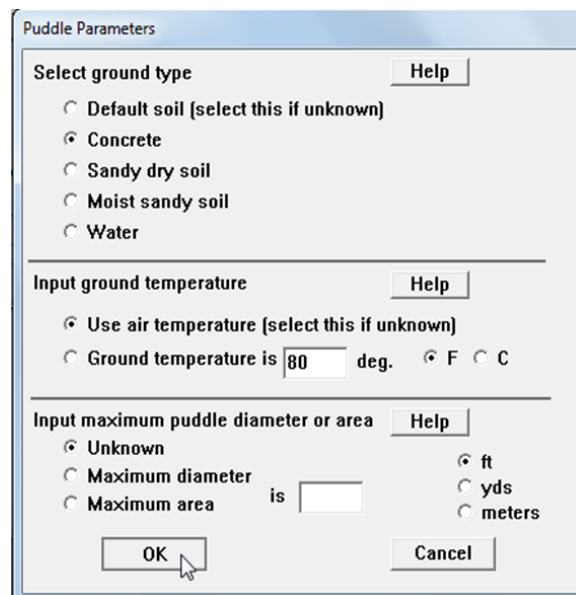



Рисунок 2.29 – Введення інформації про поверхню, що оточує резервуар



Інформація про «Source Strength/Потужність джерела», яку ввели і результати її обчислень відображаються в Text Summary/Текстові результати. За оцінками ALOHA, викид пари в атмосферу триває близько 46 хвилин, максимальна кількість пара становить 77,1 фунта в хвилину. ALOHA оцінює, що калюжа досягла максимального діаметра 21,6 ярда.

```
SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in vertical cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 4 feet           Tank Length: 5.32 feet
Tank Volume: 500 gallons
Tank contains liquid           Internal Temperature: 80° F
Chemical Mass in Tank: 1.82 tons Tank is 100% full
Circular Opening Diameter: 6 inches
Opening is 10 inches from tank bottom
Ground Type: Concrete
Ground Temperature: equal to ambient
Max Puddle Diameter: Unknown
Release Duration: 46 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 77.1 pounds/min
    (averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 3,078 pounds
Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.
The puddle spread to a diameter of 21.6 yards.
```

Рисунок 2.30 – Перевірка коректності введеної інформації про ушкоджений резервуар

За допомогою команди «Display/Дисплей» – «Source Strength/Потужність джерела» можна побачити графік сили джерела для цього сценарій. На графіку показана прогнозована усереднена швидкість вивільнення протягом години після початку випуску.

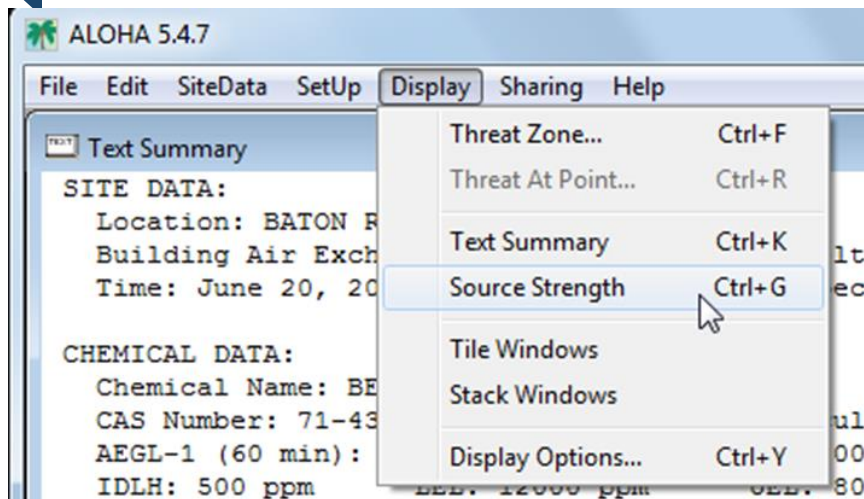


Рисунок 2.31 – Оцінка сили джерела небезпеки

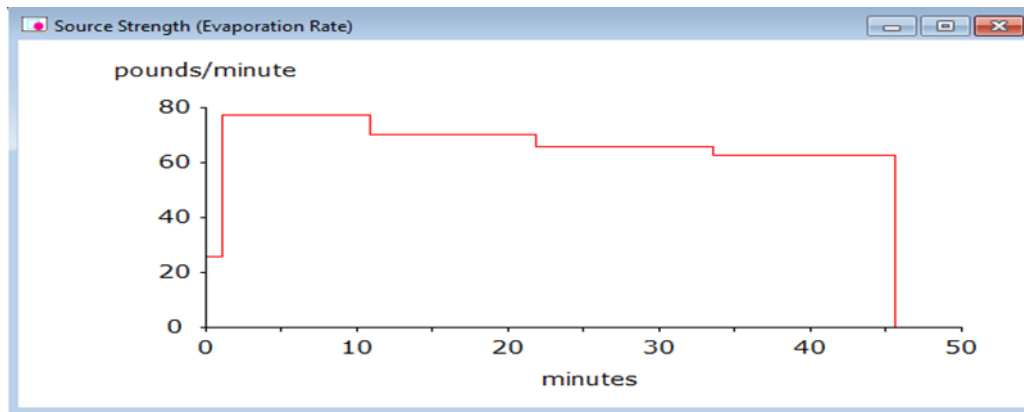


Рисунок 2.32 – Вивід динаміки сили джерела небезпеки

Вибір LOC і визначення зони загрози.

За допомогою команди «Display/Дисплей» – «Source Strength/Потужність джерела» викликаємо діалогове вікно «Threat Zone/Зона небезпеки».

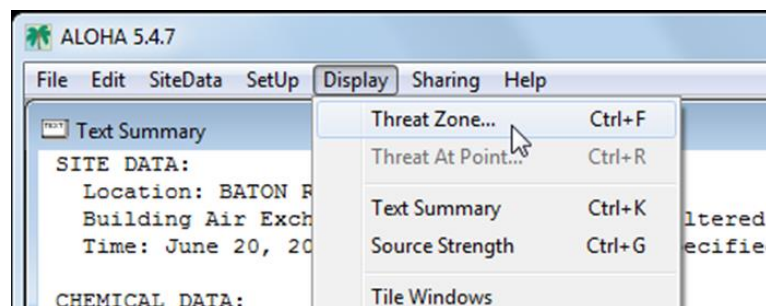


Рисунок 2.33 – вибір пункту «зона загрози»



Коли потоку випаровується, утворюється хмара пари. ALOHA може змоделювати три можливих небезпечних сценарію для хмари легкозаймистих парів: Toxic Area of Vapor Cloud/ Зона токсичної області, Flammable Area of vapor Cloud/ легкозаймиста область (область, де може виникати спалах, якщо хмара зустрічається з джерелом займання) або Blast Area of vapor Cloud Explosion/ область вибуху (якщо стався вибуху хмари пару).

Вибрати параметр «Toxic Area of Vapor Cloud/ Зона токсичної області», вказано на рис. 2.34.

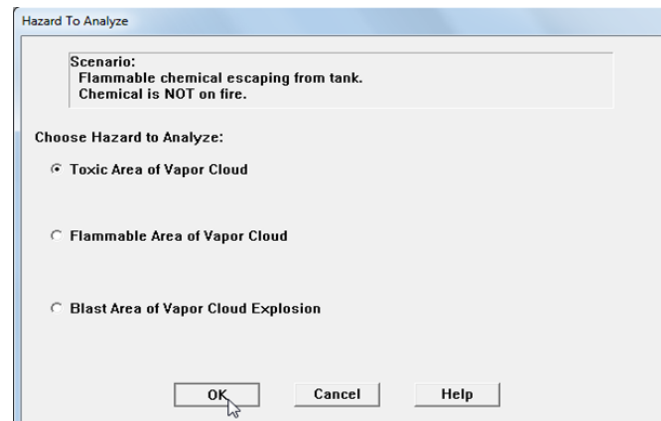


Рисунок 2.34 – Вибір характеристик для аналізу небезпеки

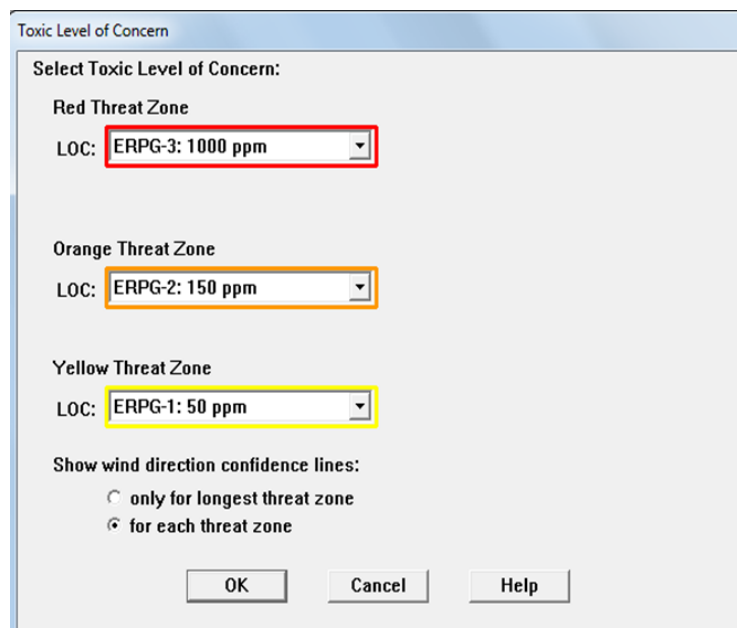


Рисунок 2.35 – Завдання значень для зон небезпеки

На рис. 2.35 відображені зони загрози для цього сценарію. ALOHA оцінює, що помаранчева зона загрози буде розширюватися на 281 ярдів за вітром. У межах цієї зони концентрації бензолу на рівні землі можуть перевищувати рівень ERPG-2.

Зони загрози завжди відображаються з напрямком підвітряного боку право. Це не вказує на напрямок кардинального вітру. Щоб побачити зону загрози, намальовану на основі напрямки кардинального вітру, відобразіть її в програмі зіставлення (наприклад, MARPLOT, Google Earth).

У Text Summary/Текстових результатах вказані точні відстані для кожної зони.

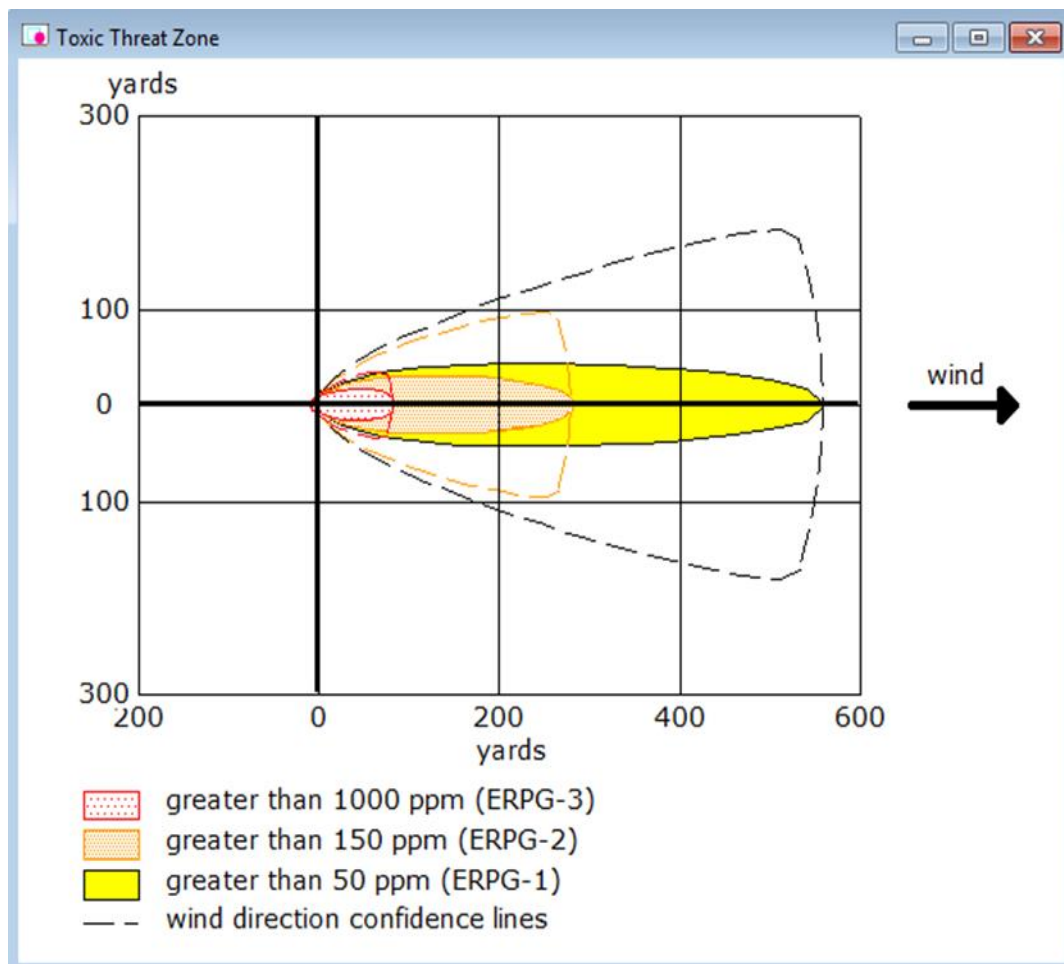


Рисунок 2.36 – Відображення зон небезпеки навколо аварійного джерела



Контрольні питання

1. Перерахуйте моделі розсіювання повітря що використовуються в ALOHA.
2. Що таке шорсткість ґрунту?
3. Для чого застосовується клас стабільності атмосфери?
4. Що таке інверсія?

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3

Тема. Моделі теплового випромінювання і пожежонебезпечних зон

Мета: вивчення моделей теплового випромінювання, що застосовуються в програмі ALOHA

Короткі теоретичні відомості

В ALOHA існує три математичні моделі які розраховують різні типи пожеж:

- Вогненна куля виникає, коли резервуар, що містить горючу рідину, вибухає через надлишкового тиску і відразу ж запалюється, зазвичай називають як BLEVE (пожежа відбувається на поверхні вогненної кулі);
- Струменеві пожежі виникають, коли горючий газ виходить з труби або резервуара (пожежа відбувається на виході і на краях активної зони);
- Пожежі-протоки виникають, коли горюча рідина і потоку запалюється і горить безпосередньо над басейном.

ALOHA розглядає небезпеки, пов'язані з пожежами, які виникають, коли хмара пара розсіюється за вітром і утворює горючу суміш з повітрям, запалюється, і горить шляхом моделювання вогненебезпечної області. ALOHA явно не моделює теплове випромінювання, пов'язане з пожежею

спалахом. Поверхня полум'я розглядається як усічений конус, нахилений вітром.

BLEVE/Вогненна куля.

Модель BLEVE / Вогненна куля – модель безперервного полум'я, заснована на дослідженнях вогняних куль в результаті BLEVE/ Вогненна куля (Вибух розширюються парів скипає рідини) за участю горючих скраплених газів під тиском і зберігаються при температурі навколишнього середовища.

Пожежа потрапляє на резервуар, термічно нагріває його, викликає підняття внутрішнього тиску. Клапани скидання тиску не можуть зменшити тиск і резервуар вибухає.

Зміст миттєво звільняється і швидко закипає. Велика частина палива, викидаються в повітря і спалахують. Вогонь горить на поверхні, де достатня кількість повітря може змішуватися з паливом. В результаті чого вогненна куля горить протягом десятків секунд і часто піднімається в повітря.

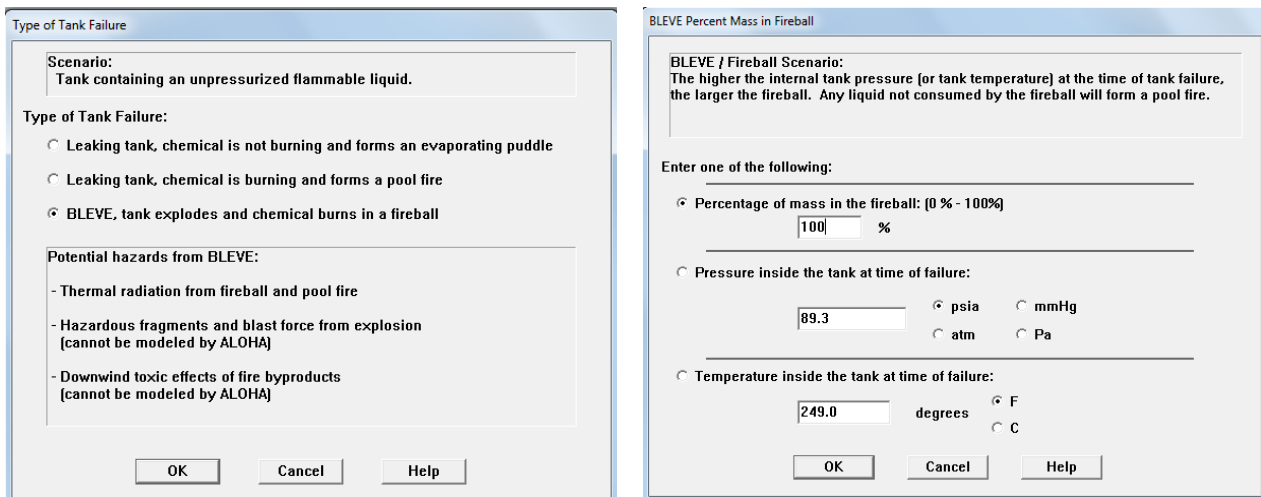



Рисунок 3.1 – Модель BLEVE/ Вогненна куля

Струменеві пожежі.

Аналіз струмових пожеж в ALOHA призначений для усунення небезпеки теплового випромінювання, пов'язаного з газами і аерозолями,



звільненими з герметичних резервуарів і труб, які спалахують, перш ніж пари розсіюються у повітрі. Відрізняються від пожеж спалаху тим, що вони повністю згорають відразу після вивільнення на поверхні паливної активної зони. Відрізняються від вогняних куль тим, що пов'язані з постійними випусками, в той час як вогняні кулі пов'язані з вибуховим розривом резервуара через надлишкового тиску.

Модель може бути застосована до вихідного вертикального струменю випуску шкідливих речовин: вертикально орієнтована труба або отвір у верхній частині бака. Метод в ALOHA заснований на емпіричній моделі безперервного полум'я. Паливо, випущене з труби або резервуара розширюється, змішується з повітрям, і згоряє на його поверхні, випускаючи інтенсивне теплове випромінювання, який поширюється назовні.

Пожежа-пролив.

Існують 3 сценарії випуску, які з'єднані з моделлю Пожежа-пролив:

- користувач моделює потоку постійної області, яка не пов'язана з випуском резервуара;
- разом з моделлю, яка оцінює динаміку формування потоки, коли резервуар з хімікатом протікає;
- автоматично застосована до будь-якого палива, яке об'єднує сценарії BLEVE/ Вогненна куля.

У всіх випадках як передбачається, що пролив, є круглим, однорідно товстим, і на рівній поверхні. Температура проливу наближена до початкової температури рідини або початкової температурі резервуара.

Полум'я пожежі-проливу вважається оптично щільним похилим циліндром, який перетинає площину, паралельну землі по колу.

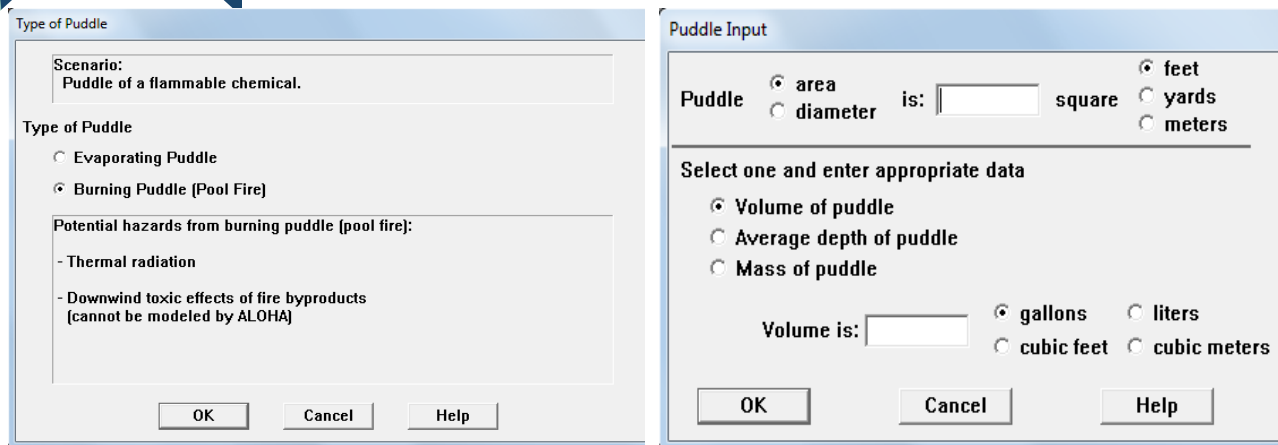


Рисунок 3.2 – Введення даних для моделі пожежі-проливу

Приклад моделювання пожежі–пролив.

Коли запускаються кілька сценаріїв для одного і того ж інциденту, оцінки зони загрози і екран Зведення тексту з першого сценарію будуть змінюватися при введенні нової інформації.

Потрібно повернутися до екрана «Тип відмови бака» і повідомити ALOHA, що тепер хімічна речовина горить і утворює пожежу-проливу. Почати з повторного вибору джерела резервуара. В меню SetUp вибрати «Джерело», потім виберіть «Резервуар». Вся вихідна інформація вже введена в діалогове вікно.

Необхідно натискати «ОК» на кожному екрані, поки не з'явиться діалогове вікно «Тип відмови бака». Вибрати впливає резервуар, хімікат спалюється і утворює пожежу-проливу.

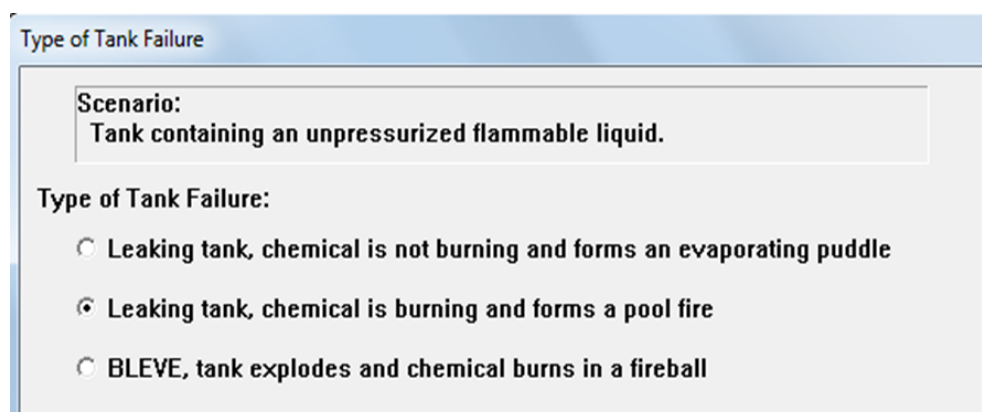


Рисунок 3.3 – Завдання характеристик для пожежі-проливу з резервуару

Вихідна інформація, як і раніше правильна у всіх наступних діалогових вікнах. Натискати ОК на кожному екрані.

Інформація про силу джерела і результати обчислень сили джерела ALOHA, відображаються в зведенні тексту. ALOHA оцінює, що калюжа горить близько двох хвилин, а максимальна швидкість горіння – 1610 фунтів за хвилину. ALOHA оцінює, що калюжа досягла максимального діаметра 15,0 ярдів.

```
Text Summary
SITE DATA:
Location: BATON ROUGE, LOUISIANA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.58 (unsheltered single storied)
Time: June 20, 2016 2230 hours CDI (user specified)

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: 176.1° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.13 atm
Ambient Saturation Concentration: 134,835 ppm or 13.5%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 7 miles/hour from sw at 10 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 7 tenths
Air Temperature: 80° F Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 75%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in vertical cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 4 feet Tank Length: 5.32 feet
Tank Volume: 500 gallons
Tank contains liquid Internal Temperature: 80° F
Chemical Mass in Tank: 1.82 tons Tank is 100% full
Circular Opening Diameter: 6 inches
Opening is 10 inches from tank bottom
Max Puddle Diameter: Unknown
Max Flame Length: 26 yards Burn Duration: 2 minutes
Max Burn Rate: 1,610 pounds/min
Total Amount Burned: 3,078 pounds
Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
The puddle spread to a diameter of 15.0 yards.
```

Рисунок 3.4 – Перевірка введеної інформації про пожежу-пролив

Вибрати «Display/Дисплей» – «Source Strength/Потужність джерела», щоб побачити графік сили джерела для цього сценарію. На графіку показана прогнозована усереднена швидкість горіння.

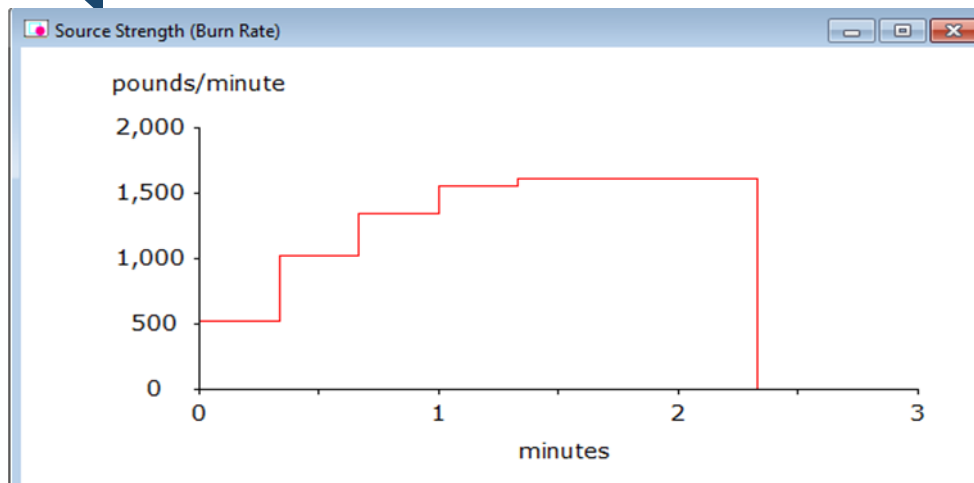


Рис. 3.5 – Вивід динаміки сили джерела небезпеки при пожежі

Вибір LOC і визначення зони загрози для пожежі-протоки.

Вибрати «Threat Zone/Зона небезпеки» в меню «Display/Дисплей».

Рисунок 3.6 – Завдання значень для рівня термальної небезпеки

ALOHA відобразить три зони кругової зони радіаційного випромінювання. Червона зона загрози є найгірший рівень небезпеки, а помаранчеві і жовті зони загроз є райони зниження небезпеки.

Радіаційна загроза розповсюджується у всіх напрямках одночасно. У зведенні тексту відображаються відстані, на які поширюються зони. Вітер нахиляє полум'я в напрямку з підвітряного боку, що призводить до більшої теплової радіаційну загрозу в цьому напрямку.

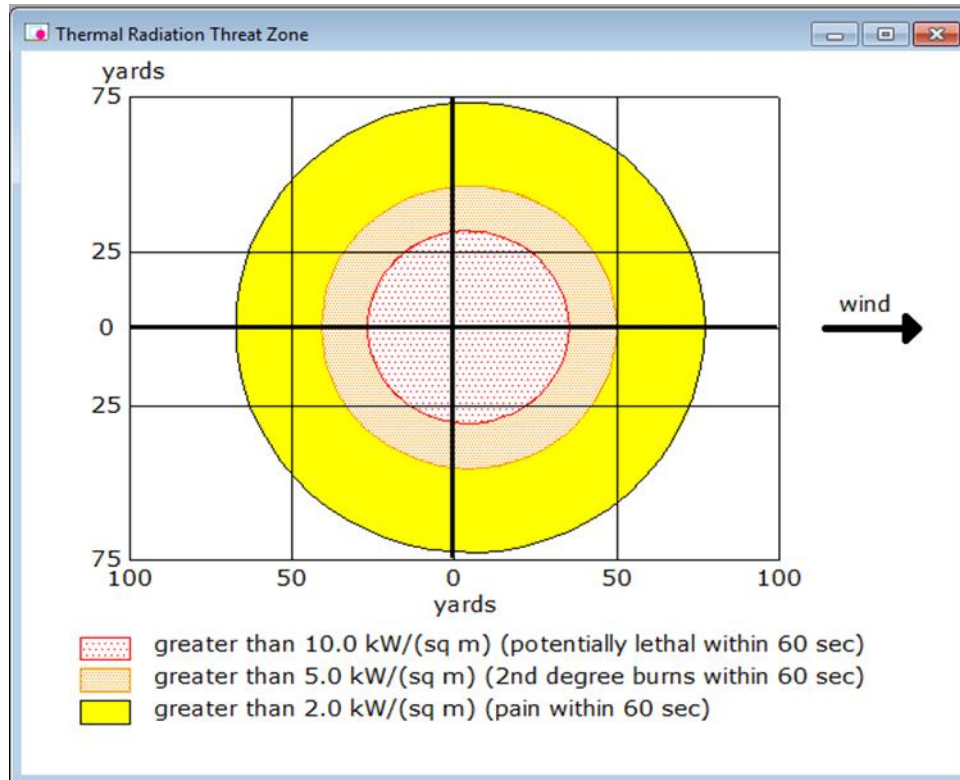


Рисунок 3.7 – Відображення зон термальної небезпеки

Приклад моделювання вибух резервуару від розширення пари та кипіння рідини (BLEVE/Вогненна куля).

Потрібно повернутися до екрана «Тип відмови бака» і вибрати BLEVE/Вогненна куля, резервуар вибухає і хімікат горить в вогняну кулю. Почати з повторного вибору джерела резервуара. В меню SetUp/Налаштування вибрати «Source/Джерело», потім виберіть «Резервуар». Вся вихідна інформація вже введена в діалогове вікно.

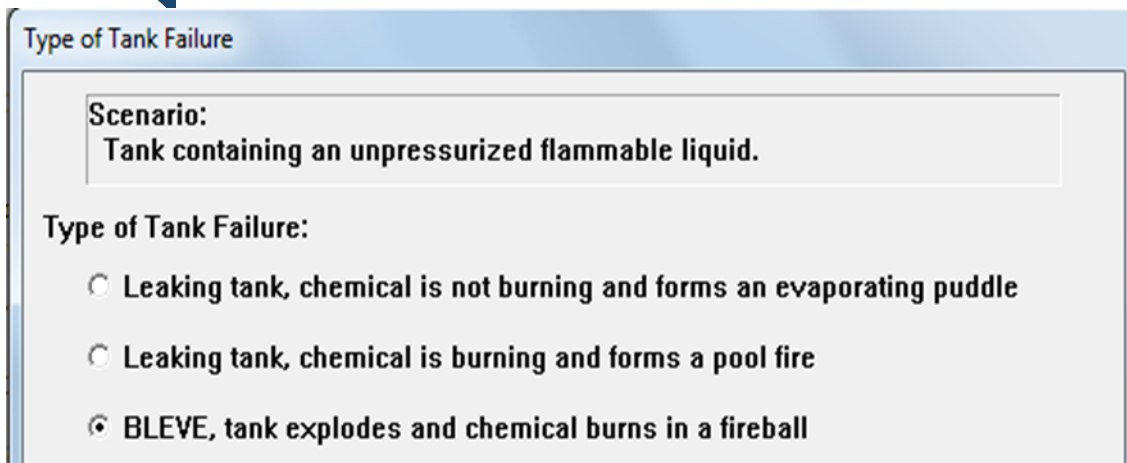


Рисунок 3.8 – Вибір типу uszkodження резервуару (BLEVE/Вогненна куля)

Інформація про силу джерела і результати обчислень сили джерела ALOHA, відображаються в зведенні тексту. ALOHA оцінює, що вогненна куля BLEVE/Вогненна куля має діаметр близько 253 ярдів і горить близько 14 секунд.

```

SOURCE STRENGTH:
BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
Tank Diameter: 9.07 feet           Tank Length: 70 feet
Tank Volume: 33800 gallons
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 70° F
Chemical Mass in Tank: 70.1 tons   Tank is 100% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
Fireball Diameter: 253 yards       Burn Duration: 14 seconds

```

Рисунок 3.9 – Перевірка введення даних про руйнування резервуару

Вибрати Threat Zone/«Зона загроз» в меню «Екран». З'явиться діалогове вікно «Термічне випромінювання рівня свідомості».

Зберегти LOC за замовчуванням ALOHA і натиснути «ОК». ALOHA відобразить зони загрози для цієї версії.

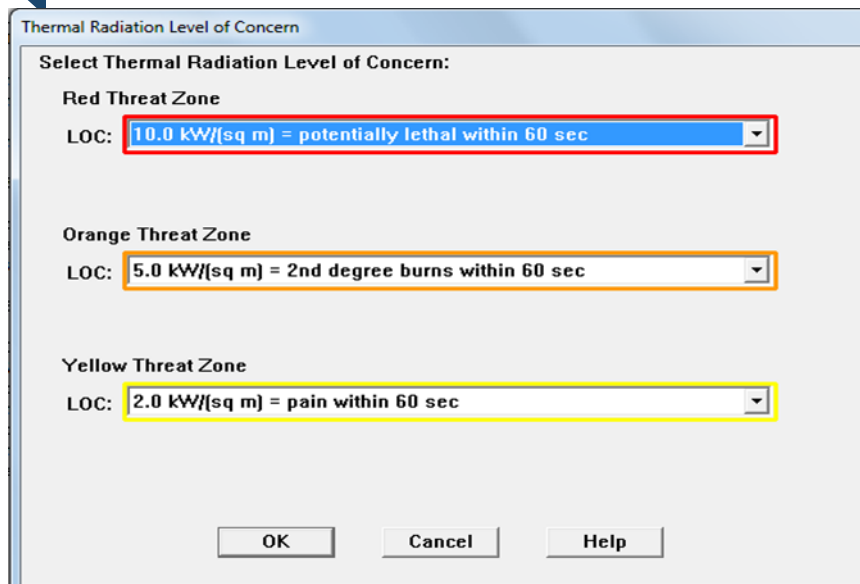


Рисунок 3.10 – Вибір LOC і створення зони загрози для BLEVE

ALOHA відображає три зони загрози радіаційного випромінювання. За оцінками ALOHA, червона зона загроз, що представляє найгірший рівень небезпеки, буде поширюватися на 560 ярдів у всіх напрямках (значення відстані загрози відображаються в зведенні тексту). Помаранчеві і жовті зони загроз є райони з зменшується небезпекою.

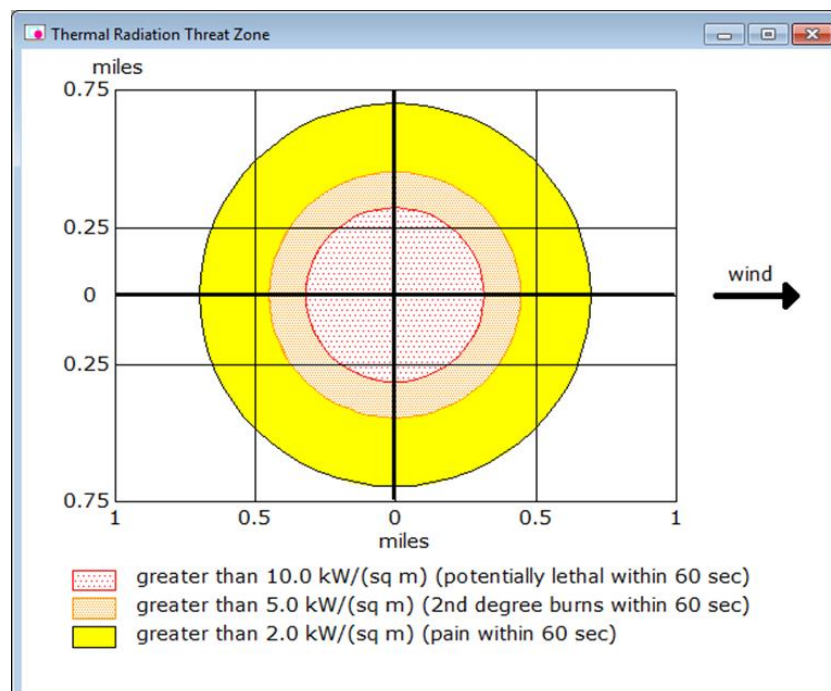


Рисунок 3.11 – Відображення зон термального випромінювання

Приклад моделювання вибуху спалаху або вибуху пара.

Необхідно оцінити загрозу, якщо бак протікає і утворюється запалюється хмара. У разі виникнення такої ситуації може статися спалах або вибух хмарності пара, в залежності від особливостей сценарію. Для обох цих сценаріїв вам потрібно почати з оцінки займистою області хмари пари.

Потрібно повернутися до екрана «Тип відмови бака» і повідомити ALOHA, що тепер необхідно змоделювати сценарій, в якому хімічна речовина не горить, оскільки воно виходить в атмосферу. Почати з повторного вибору джерела резервуара. В меню SetUp/Налаштування вибрати Source/«Джерело», потім вибрати Tank/«Резервуар».

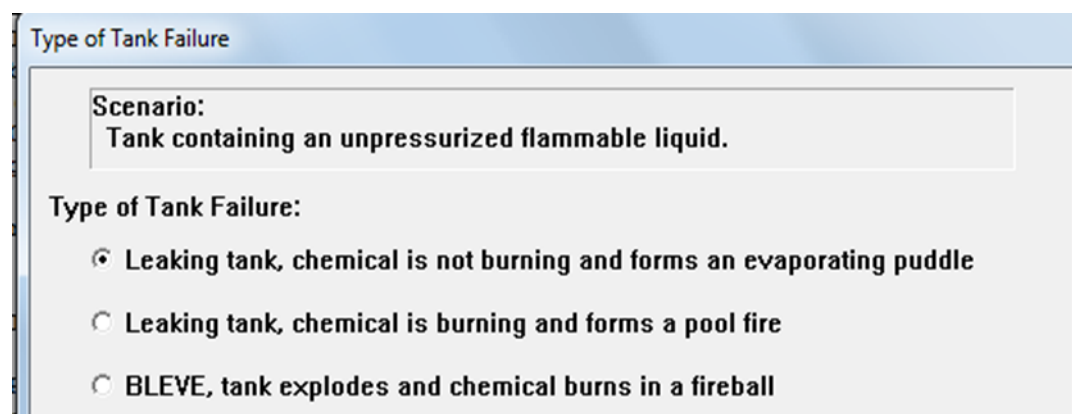


Рисунок 3.12 – Вибір параметрів для вибуху-спалаху

Резервуар не пошкоджений, але припустимо, що утворюється Rectangular opening/прямокутний отвір opening length/довжиною 40 дюймів і opening width/шириною 0,1 дюйма.

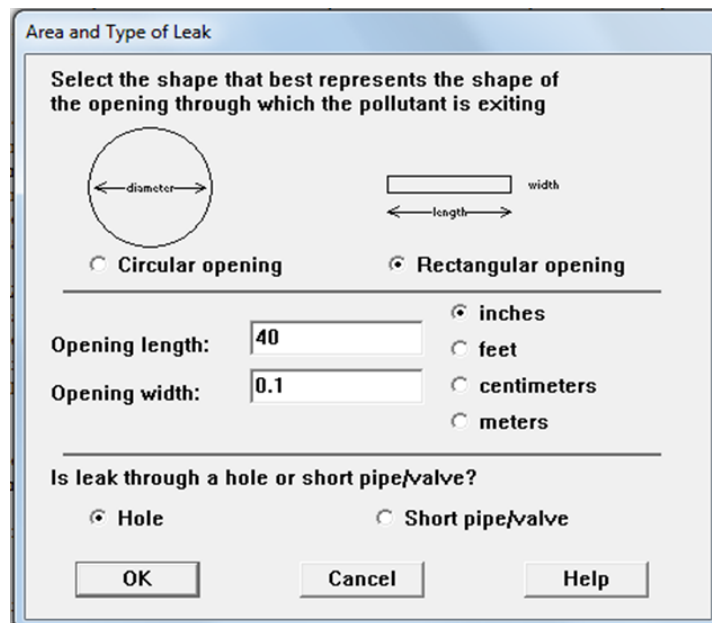


Рисунок 3.13 – Введення даних про отвір в резервуарі чи трубопроводі

Невідомо, де може статися пошкодження. Вибираємо найгірший варіант - Hole/Отвір на дні резервуара. Ввести 0 в% в поле The bottom of the leak is/шлях до верхньої частини контейнера. Натиснути ОК.

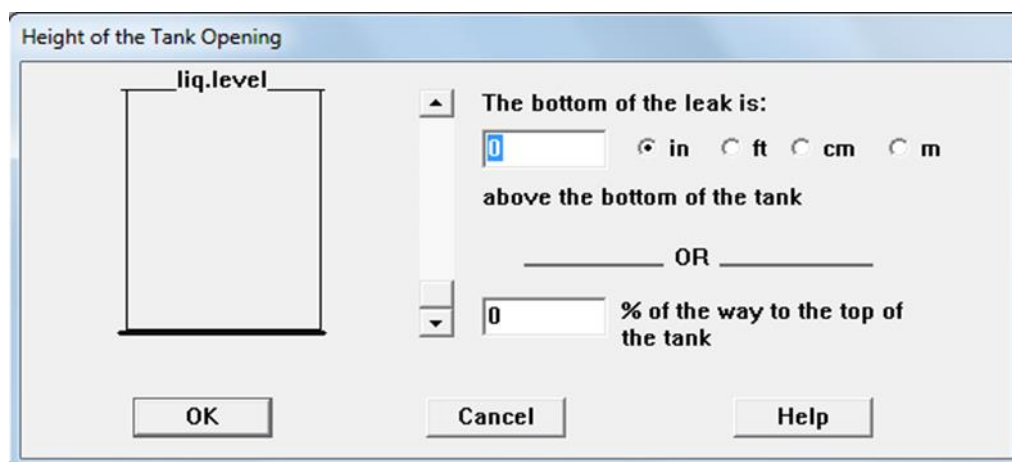


Рисунок 3.14 – Введення даних про рівень рідини в резервуарі

Вибір LOC і створення зон загроз для легкозаймистих парів

Вибрати Thread Zone/«Зона загроз» в меню Display/«Екран».

Вибрати оцінку зони загрози для займистою області хмари пари.

Займиста область являє собою прогнозовану область, в якій концентрація

пари в парі (паливо) на рівні землі знаходиться в межах діапазону займання і може бути запалав.

Зберегти типові значення LOC для чого необхідно натиснути «ОК». ALOHA відобразить оцінку зони загрози для цієї версії.

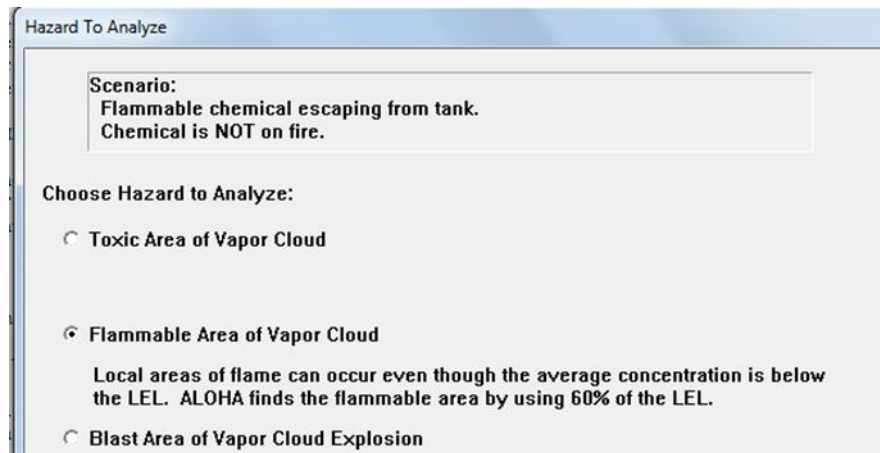


Рисунок 3.15 – Вибір параметру типу небезпеки

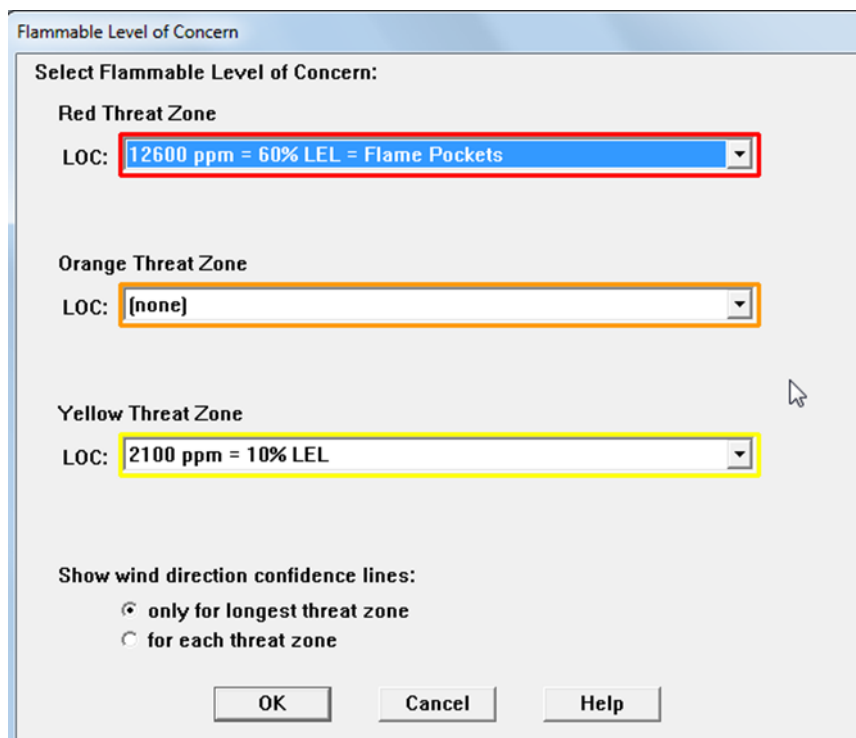


Рисунок 3.16 – Вибір зон концентрації рідини, що витікає

Відображено зони загрози для цього сценарію, аналізуючи дві вогненебезпечних зони.

Червона зона загрози представляє передбачувану вогненебезпечну область, де вогонь спалаху або вибух хмари пари могли статися в деякий час після того, як випуск починається. Червона зона загрози буде сягати на 166 ярдів в підвітряному напрямку.

Жовта зона загрози представляє передбачувану область, де концентрації пропану могли перевищити 10%-й LEL.

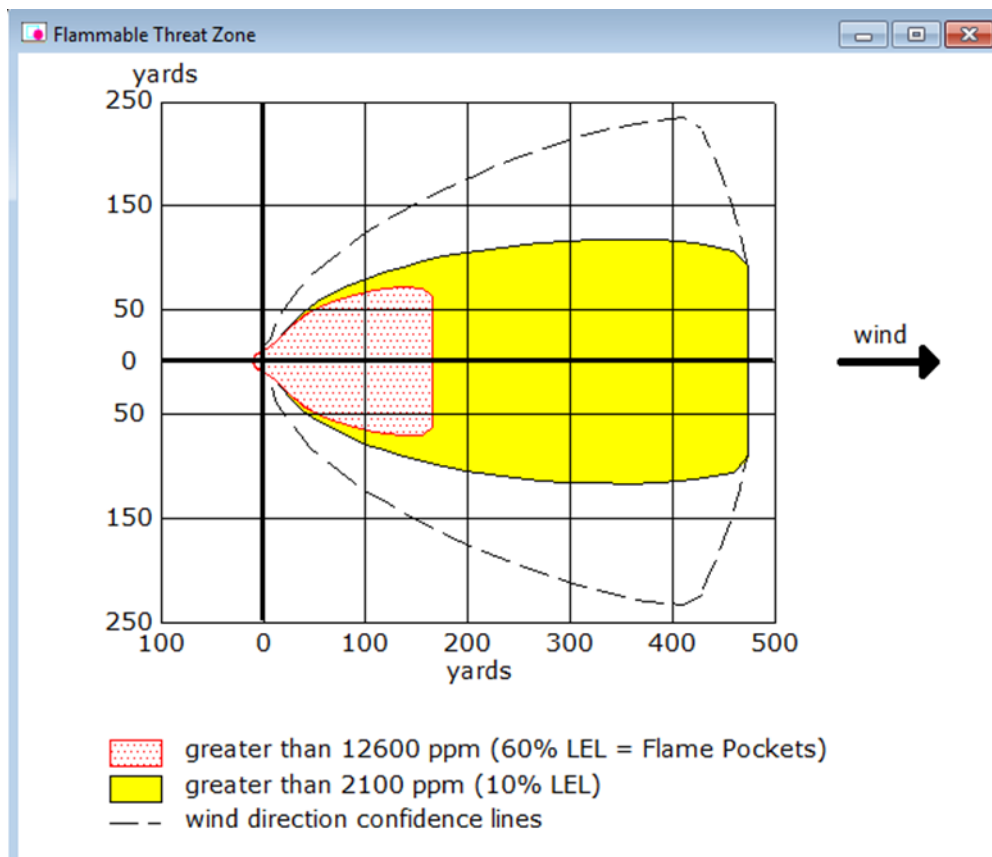


Рисунок 3.17 – Побудова зон концентрації розлитої рідини

Можна визначити можливі джерела займання в цій області, щоб розглянути можливість виникнення спалаху або вибуху хмари пари.

Вибрати Thread Zone/«Зона загроз» в меню Display/«Екран». З'явиться діалогове вікно Hazard To Analyze/«Небезпека для аналізу». На

цей раз вибрати Blast Area of vapor Cloud Explosion / Область вибуху хмари пару.

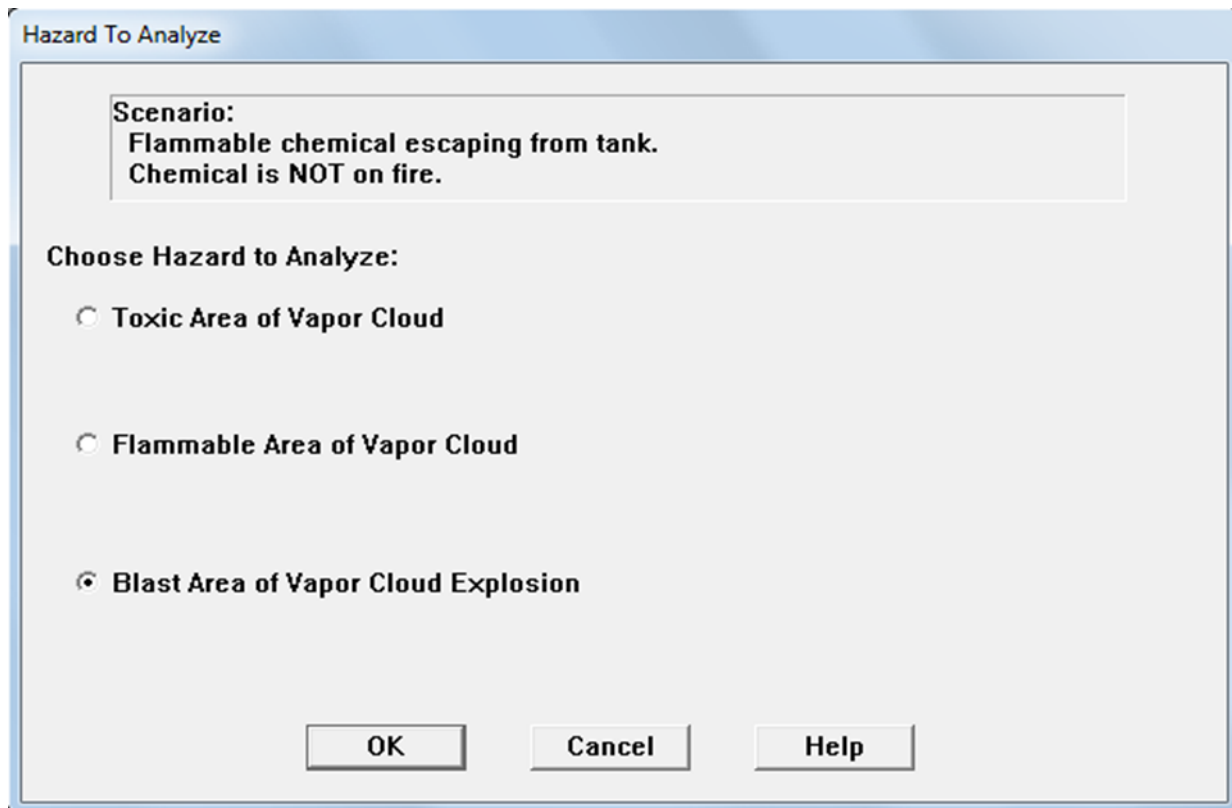


Рисунок 3.18 – Вибір параметру для аналізу вибуху

Час запалювання невідомо – вибрати невідомо. Легкозаймиста область хмари пари знаходиться в промисловій зоні, вибрати, що хмара пара може спалахнути, якщо воно запалюється механічної іскрою. Вибрати запалювання від іскри або полум'я.

Легкозаймиста область злегка перевантажена. Однак, злегка перевантажений, не вписується ні в одну з категорій перевантаження ALOHA. Після прочитання екранної довідки вирішено, що вам слід вибрати опцію Uncognested/непереповнення, оскільки вона описує більшу частину хмари.

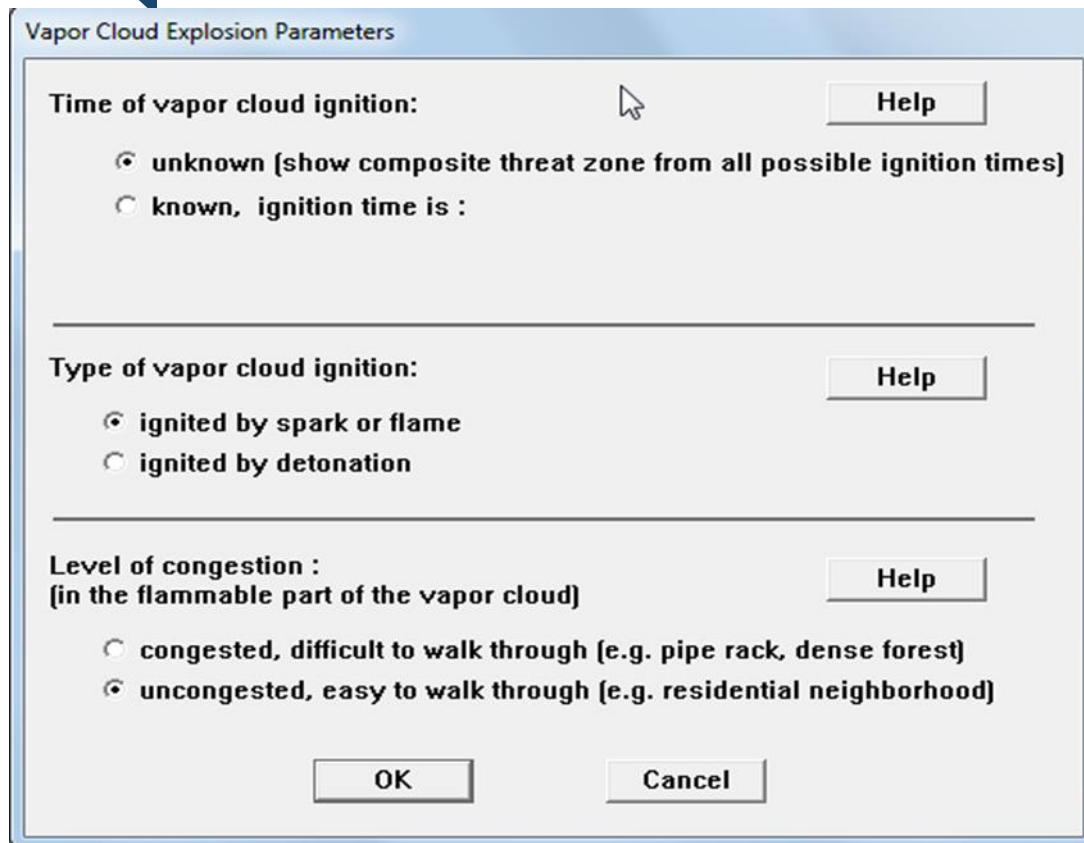


Рисунок 3.19 – Завдання характеристик хмари, що випаровується

Зберігаються попередні налаштування часу запалювання і типу запалювання, але вибирається перевантажений рівень.

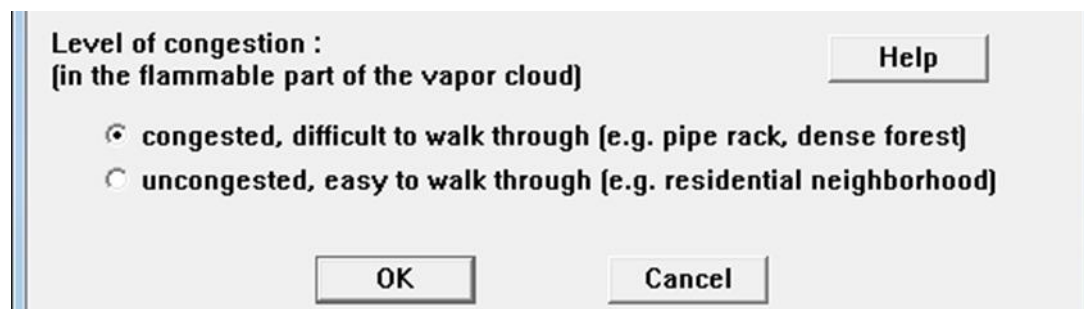


Рисунок 3.20 – Вибір параметрів спалювання рідини що випаровується

Зберегти LOC за замовчуванням.

ALOHA намалювала помаранчеву і жовту зони загрози. Червона зона загрози не була намальована, тому що LOC ніколи не перевищувався. Оскільки вибрали опцію невідомого часу, ALOHA запуская сценарії вибуху для ряду періодів запалювання, що охоплюють

всі можливі часи займання для вашого сценарію. Тому ці зони загрози не становлять собою зону вибуху від одного вибуху, а являють собою сукупність потенційних областей вибуху для всіх різних сценаріїв часу займання, якими управляє ALOHA.

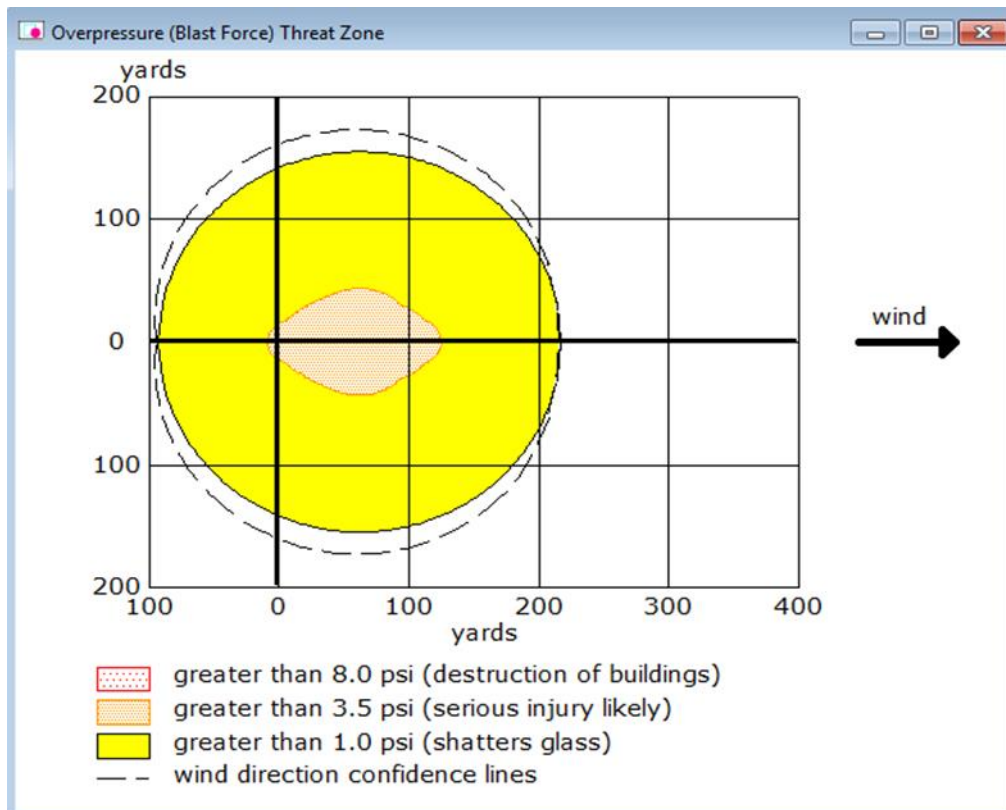


Рисунок 3.21 – Побудова зон вибухової хвилі

Приклад оцінка викиду хлору з прямим джерелом.

О 3 годині дня. 4 червня 2016 року потяг, що йде по Південній залізниці близько Манассаса, штат Вірджинія, стикається з застряглою вантажівкою в Лі-Шоу. Три резервуара хлору на 150 фунтів, які перебували на вантажівці, були пошкоджені під час зіткнення і одночасно зруйнувалися. Під час аварії вітер дме зі сходу зі швидкістю близько 6 миль на годину (вимірювання на висоті 3 метри). Третина неба покрита хмарами, вологість близько 80%, а температура повітря становить 72 ° F. Не існує інверсії низького рівня. Земля між місцем аварії та перетином шосе Джона Маршалла з Лі Шоу плоска, без перешкод. Двоє робітників,

які ремонтують вибоїни на Лі-Шоу, на захід від цього перехрестя, отруїлися паром і лікуються в місцевій лікарні. З якою приблизно концентрацією хлору могли зіткнутися робочі?

Вибір місця розташування і хімічної речовини:

- Запустити ALOHA.
- Вибрати Location/«Місцезнаходження» в меню SiteData.
- Manassas, Virginia, відсутня в бібліотеці ALOHA, тому потрібно додати його за допомогою кнопки Add/«Додати».
- Координати міста – 38 50 'пн і 77 ° 30 'з.д. і з висотою 200 футів.
- Ввести MANASSAS в поле імені розташування.
- Вибрати опцію In US
- Ввести 200 в поле висоти і вибрати ft.
- задати координати
- Вибрати штат Virginia/Вірджінію.
- Натиснути «ОК».

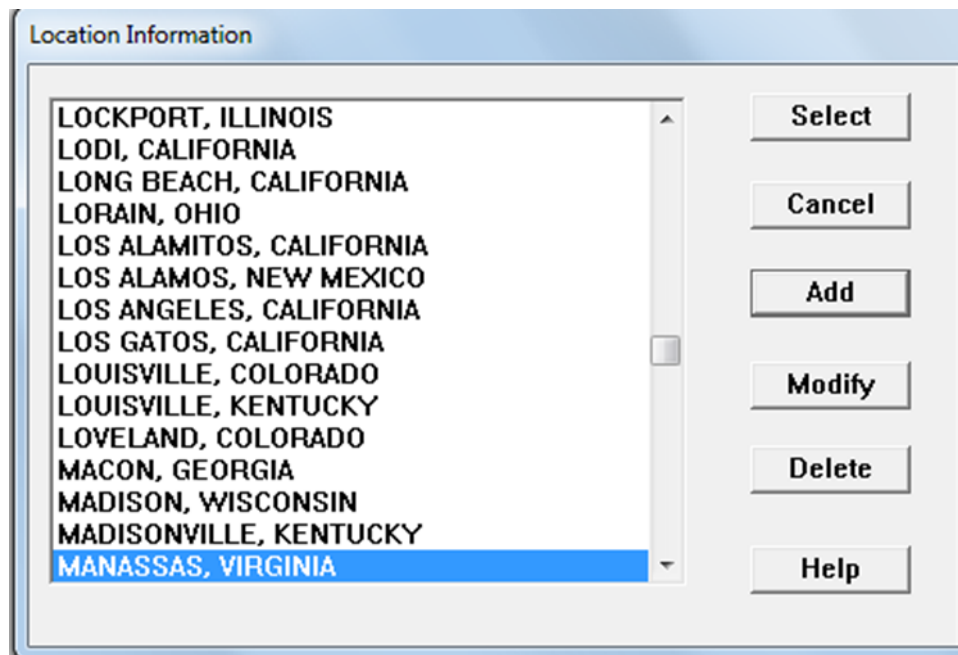


Рисунок 3.22 – Вибір населеного пункту

Населений пункт зі списку.

Location Input

Enter full location name:
Location is

Is location in a U.S. state or territory ?
 In U.S. Not in U.S.

Select state or territory

SOUTH DAKOTA
TENNESSEE
TEXAS
UTAH
VERMONT
VIRGIN ISLANDS
VIRGINIA
WAKE ISLAND
WASHINGTON

Enter approximate elevation
Elevation is ft m

Enter approximate location

Latitude deg. min. N S
Longitude E W

Рисунок 3.23 – Введення інформації про населений пункт «Дата і час» в меню SiteData. Дані вводяться з умови задачі.

Date and Time Options

You can either use the computer's internal clock for the model's date and time, or set a constant date and time.

Use internal clock Set a constant time

Input a constant date and time :

Month	Day	Year	Hour	Minute
<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="4"/>	<input type="text" value="2016"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="00"/>
(1 - 12)	(1 - 31)	(1900 - ...)	(0 - 23)	(0 - 59)

Рисунок 3.24 – Вибір дати та часу викиду

Вибрати хімічна речовина, яка вивільняється – хлор за допомогою команди SetUp/«Налаштування» – «Chemical/Хімічна речовина».

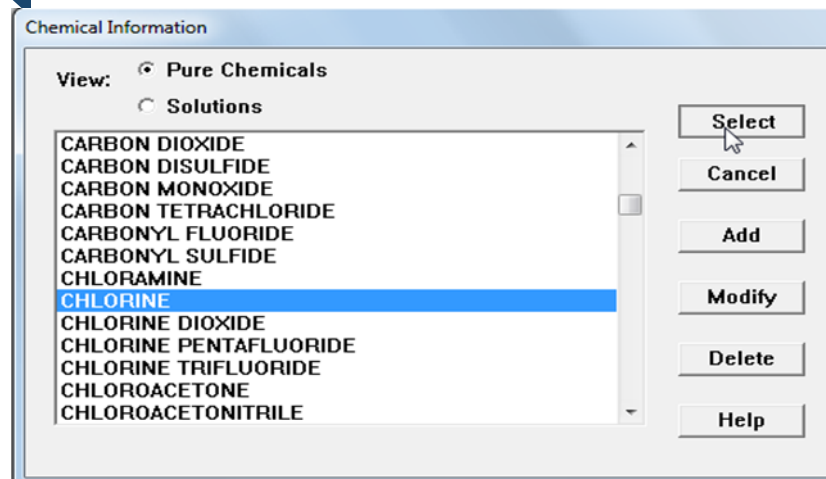


Рисунок 3.25 – Вибір забруднюючої речовини

За допомогою команди «SetUp/«Налаштування» – «Atmospheric/Атмосфера» ввести інформацію про погоду і шорсткості поверхні. Дані вводяться згідно з умовою завдання.

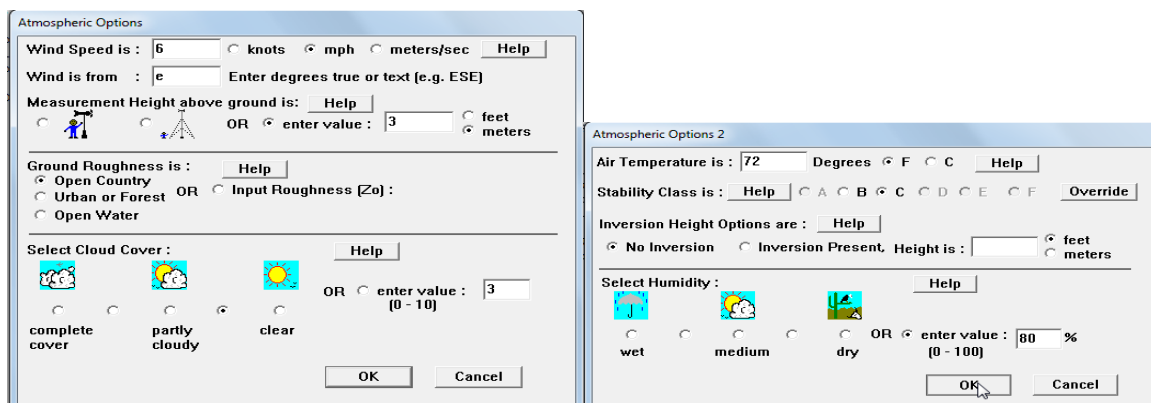


Рисунок 3.26 – Редагування метеорологічних параметрів

Введена інформація з'явиться в звіті «Text Summary/Текстові результати».

Text Summary

SITE DATA:

Location: MANASSAS, VIRGINIA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.58 (unsheltered single storied)
Time: June 4, 2016 1500 hours EDT (user specified)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: CHLORINE
CAS Number: 7782-50-5 Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm AEGL-2 (60 min): 2 ppm AEGL-3 (60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Ambient Boiling Point: -29.5° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 6 miles/hour from e at 3 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 72° F Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

Рисунок 3.27 – Перевірка коректності вводу інформацію про джерело забруднення

Необхідно «встановити джерело». Це випуск з трьох резервуарів, але немає всієї інформації, необхідної для моделювання випуску за допомогою опції джерела ALOHA. Однак можна моделювати цей випуск як пряме джерело.

В меню SetUp/«Налаштування» вибрати «Source /Джерело», потім вибрати «Прямий».

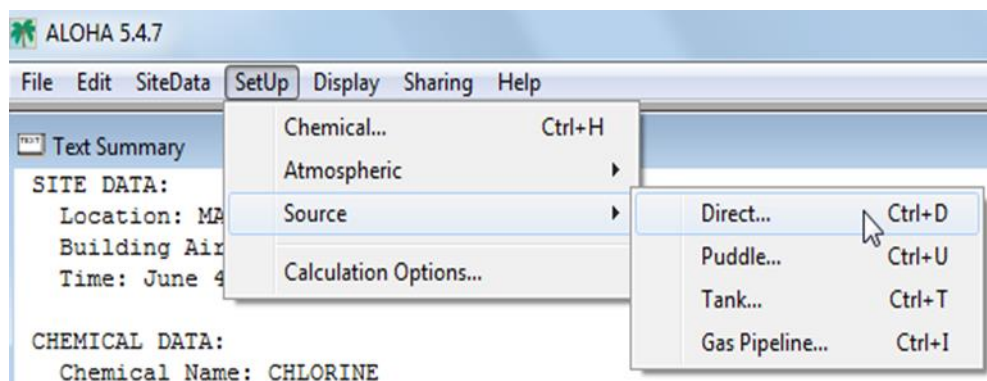


Рисунок 3.28 – Вибір джерела забруднення

Три резервуара з хлором по 150 фунтів одночасно зруйнувалися. Це миттєвий випуск, тому вибрати миттєвий джерело. Оскільки хлор випускається одночасно, можна моделювати випуск всіх трьох танків у вигляді єдиного випуску. Ввести 450 в поле кількості. Ввести 0 в поле висоти джерела і вибрати ft.

Direct Source

Select source strength units of mass or volume: grams kilograms pounds tons(2,000 lbs)
 cubic meters liters cubic feet gallons

Select an instantaneous or continuous source: Instantaneous source Continuous source

Enter the amount of pollutant ENTERING THE ATMOSPHERE: 450 pounds

Enter source height (0 if ground source): 0 feet meters

OK Cancel

Рисунок 3.29 – Введення характеристик інтенсивності викидів

Вибір LOC і створення оцінки зони загрози

Тепер можна відобразити результати розрахунків зони загрози.

Вибрати «Threat Zone/Зона небезпеки» в меню «Display/Дисплей».

ALOHA використовує 60-хвилинні AEGL в якості стандартних рівнів LOC для хлору.

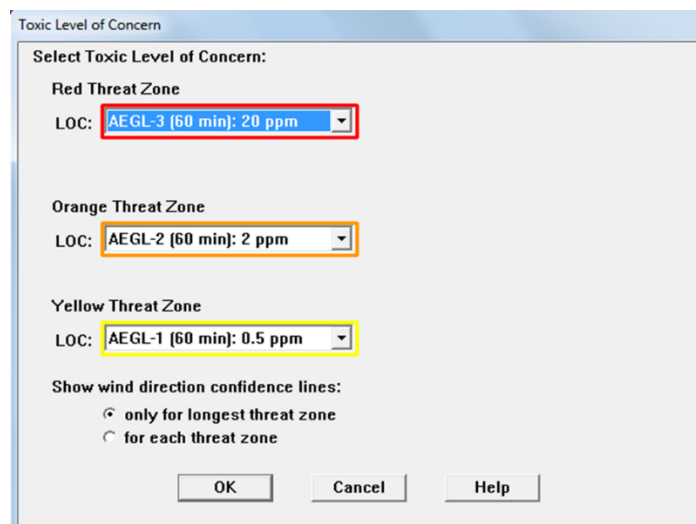


Рисунок 3.30 – Вибір зон та рівнів забруднення

Перевіримо звіт тексту, щоб побачити довжини трьох зон загрози. Наприклад, ALOHA очікує, що червона зона загрози, яка перевищує значення AEGL-3 (20 ppm), буде збільшуватися щонайменше на 1,484 ярда за вітром.

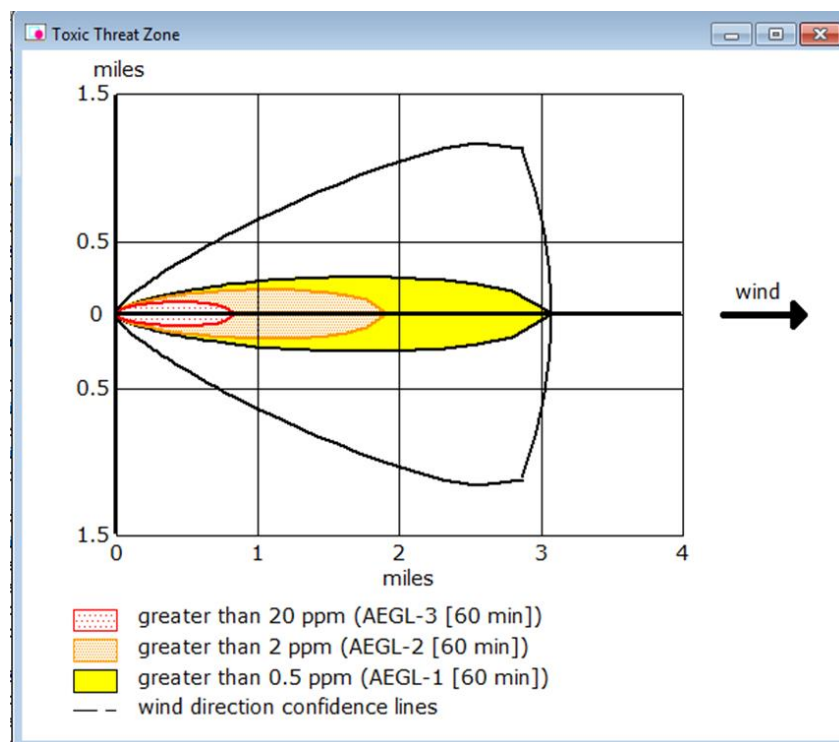


Рисунок 3.31 – Побудова зон забруднення атмосфери від викидів джерела

Контрольні питання

1. Що представляє собою модель BLEVE?
2. Для чого використовують модель струменевих пожеж?
3. Вкажіть 3 сценарії, які можна використовувати під час моделювання пожежі-пролив.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4

Тема. Формування звіту та експорт зон небезпек

Мета: навчитися формувати звіт симуляції та експортувати зони небезпек для інших програм.

Короткі теоретичні відомості

Отримані зони загроз можна нанести на карту за допомогою програми Google Earth.

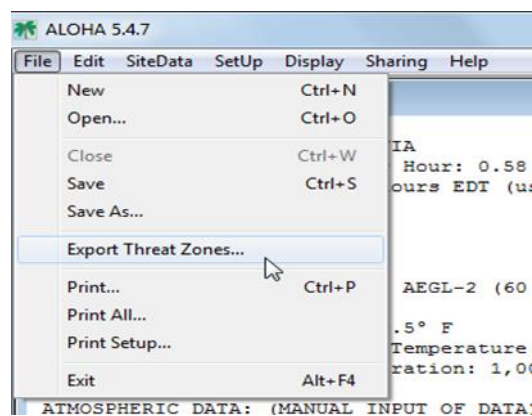


Рисунок 4.1 – Експорт даних про зони забруднення

За допомогою команди меню File/Файл – Експорт зон загрози викликається діалогове вікно «Export Threat Zones/Експорт зон загроз». Необхідно вказати координати джерела небезпеки.

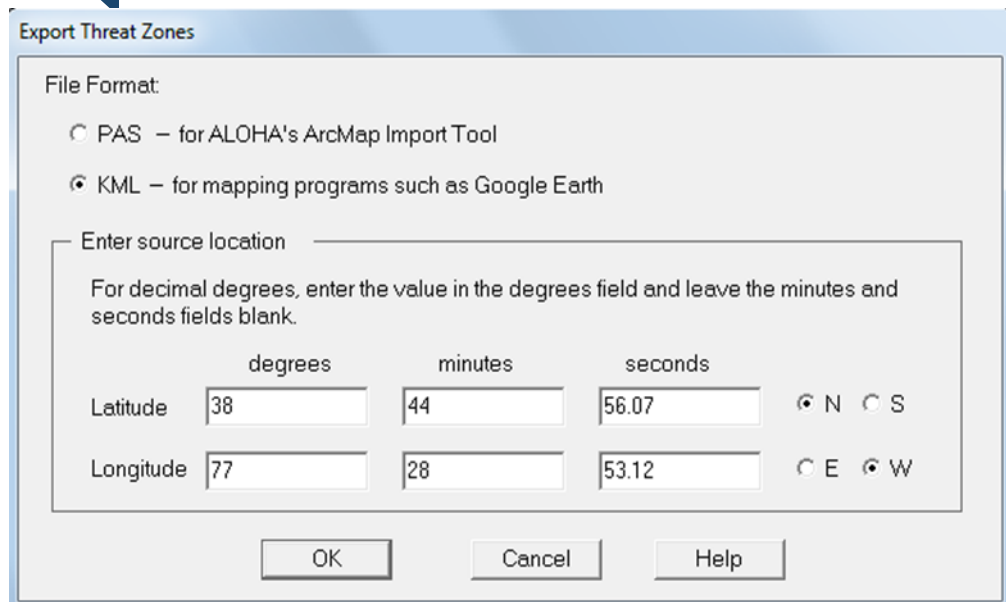


Рисунок 4.2 – налаштування параметрів експорту

Зберігаємо файл з необхідними зонами на комп'ютер.
Відкриваємо програму Google Earth.

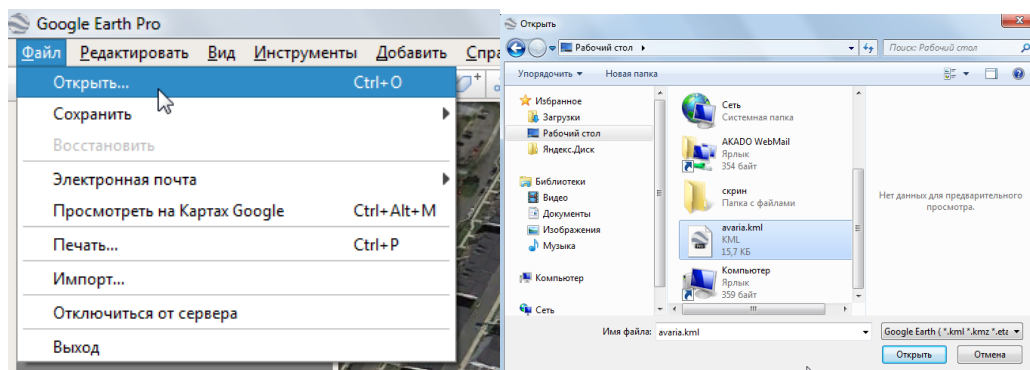


Рисунок 4.3 Імпорт даних в програмі Google Earth.

За допомогою команди меню File/Файл – Open/Відчинити завантажуюємо зони в програму.

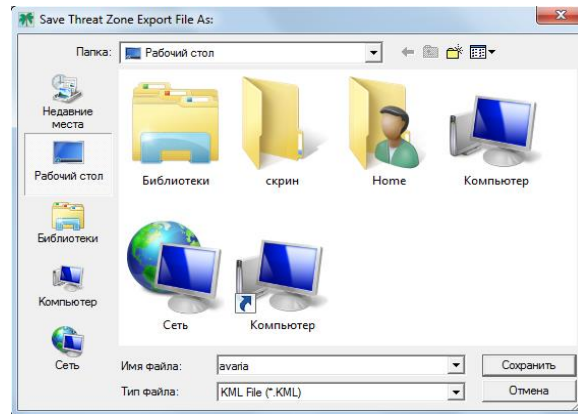


Рисунок 4.4 – Збереження комбінованого зображення в Google Earth.

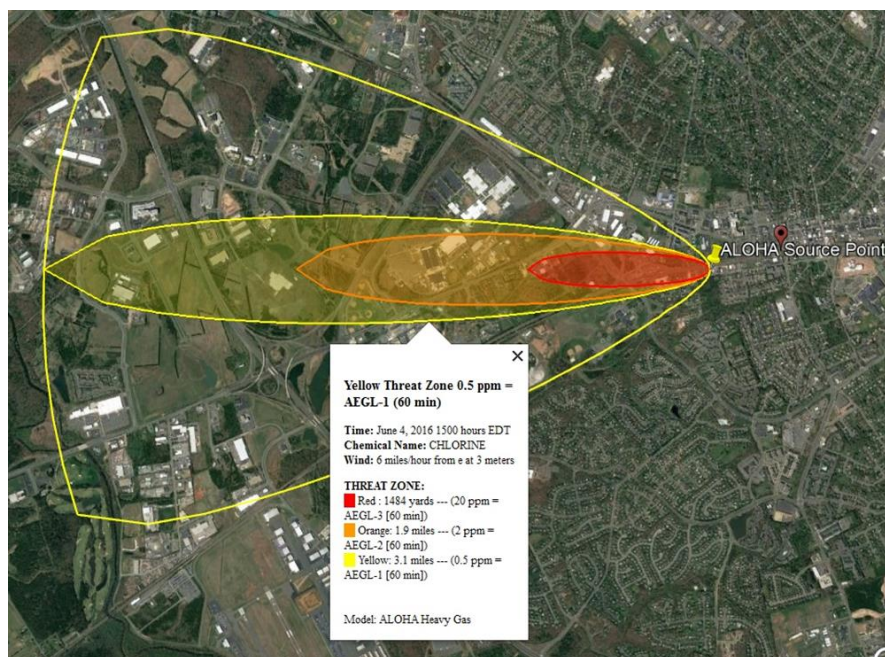


Рисунок 4.5 – Результат накладання зон загрози в програмі Google Earth.



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ALOHA Software : веб-сайт. URL: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software> (дата звернення: 30.09.2025).
2. Wireless Information System for Emergency Responders : веб-сайт. URL: <https://wiser.nlm.nih.gov> (дата звернення: 30.09.2025).
3. Інформаційно-комунікаційні технології моніторингу ризиків природних небезпек : навч. посіб. / В. І. Козарь та ін. Кременчук : Новабук, 2024. 186 с.
3. Waste Management Trends & Innovation : Startus : веб-сайт. URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/waste-management-trendsinnovation/> (дата звернення: 30.09.2025).
4. About Environmental Performance Index (EPI) : EPI.YALE : веб-сайт. URL: <https://epi.yale.edu> (дата звернення: 30.09.2025).
5. Станція моніторингу якості повітря SaveEcoSensor 3.0 : SaveDnipro : веб-сайт. URL: <https://www.savednipro.org/product/stanciya-monitoringu-yakosti-povitrya/> (дата звернення: 30.09.2025).
6. Як цифрові технології можуть допомогти досягти екологічних цілей : Офіс сталих рішень : веб-сайт. URL: <https://ukraine-oss.com/yak-cyfrovi-tehnologiyi-mozhut-dopomogtydosyagty-ekologichnyh-czilej/> (дата звернення: 30.09.2025).
7. Володченкова Н. В., Чеберячко Ю. І., Кружилко О. Є., Репін М. В. Дослідження техногенних загроз на підприємствах гірничо-металургійного комплексу та обґрунтування заходів безпеки. *Проблеми охорони праці в Україні*. 2024. Т. 40, № 3–4. С. 18–23.
8. Repin M. V., Cheberiyachko Y. I., Alekseeva M. M. Features of the practical application of the OSHA visual inspection training game play tool for identification of hazards. *Miningmetaltech 2024 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education*. 2024. Vol. 2. P. 157–158. DOI: 10.30525/978-9934-26-506-8-168.



9. Геревенко А. М. Технологія створення інтерактивно-практичного простору для здобувачів освіти з професії «Електрогазозварник». *Актуальні проблеми освітнього процесу в контексті європейського вибору України* : матеріали V Міжнародної конференції, м. Київ, 17 листопада 2022 р. Київ : КНУБА, 2022. С. 58-63.

10. Risks to Job Quality from Digital Technologies: Are Industrial Relations in Europe Ready for the Challenge? / J. Berg et al. *European Journal of Industrial Relations*. 2023. Vol. 29, No. 4. P. 347–365.

11. Security & Safety Challenges in a Globalized World : Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/learn/security-safety-globalized-world> (дата звернення: 30.09.2025).

12. Digital Technologies and the Future of Manufacturing Specialization : Coursera : веб-сайт. URL: <https://www.coursera.org/specializations/digital-technologies-future-of-manufacturing> (дата звернення: 30.09.2025).



Навчально-методичне видання

Каракай Максим Сергійович

Чеберячко Сергі Іванович

Чеберячко Юрій Іванович

Сукач Сергій Володимирович

**Методичні рекомендації
до виконання практичних робіт
«Моделювання розсіювання
хімічної речовини в
програмному забезпеченні Aloha»**

з навчальних дисциплін

«Рішення з диджиталізації в сфері
безпеки праці»

«Диджиталізація
у природозахисній діяльності»

Самостійне електронне мережеве видання

Публікується в авторській редакції