



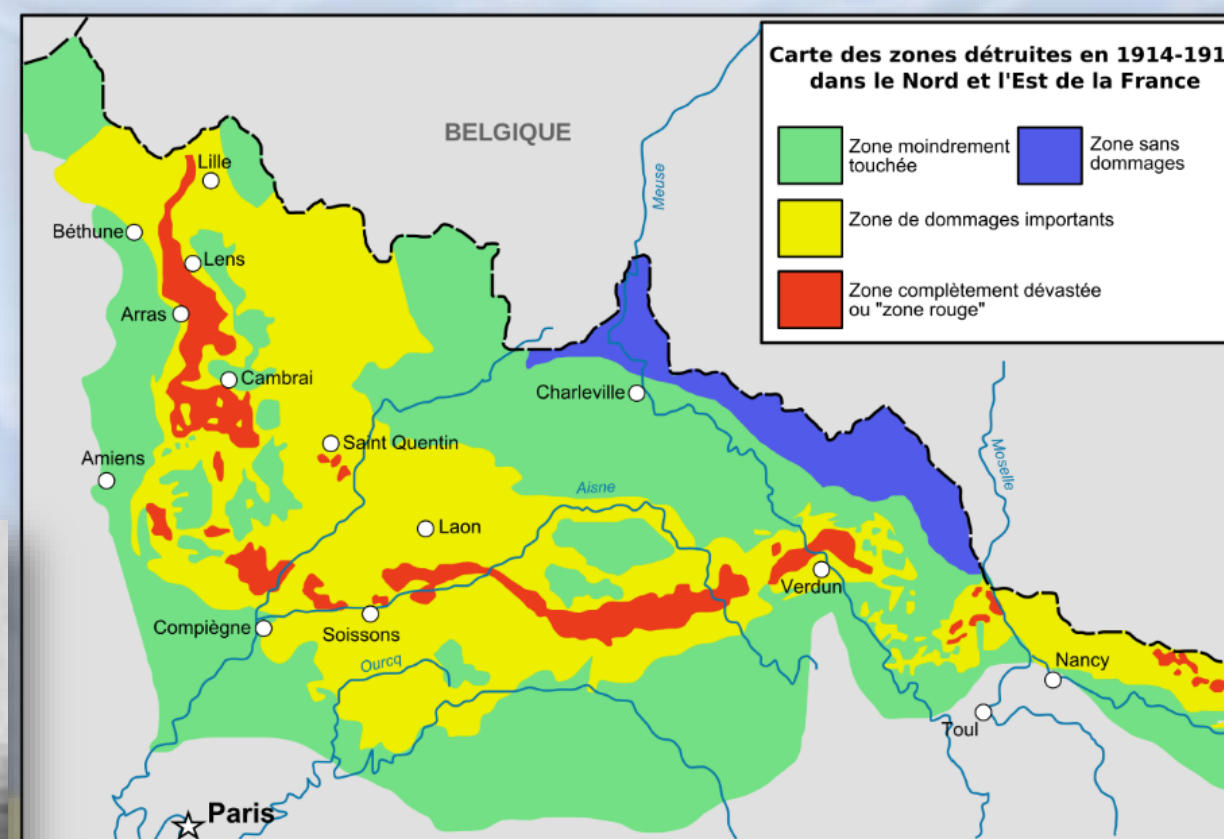
# **ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНІ ЗАЛИШКИ ВІЙНИ І ЙОГО ВПЛИВ НА ДОКІЛЛЯ**

# ВСТУП



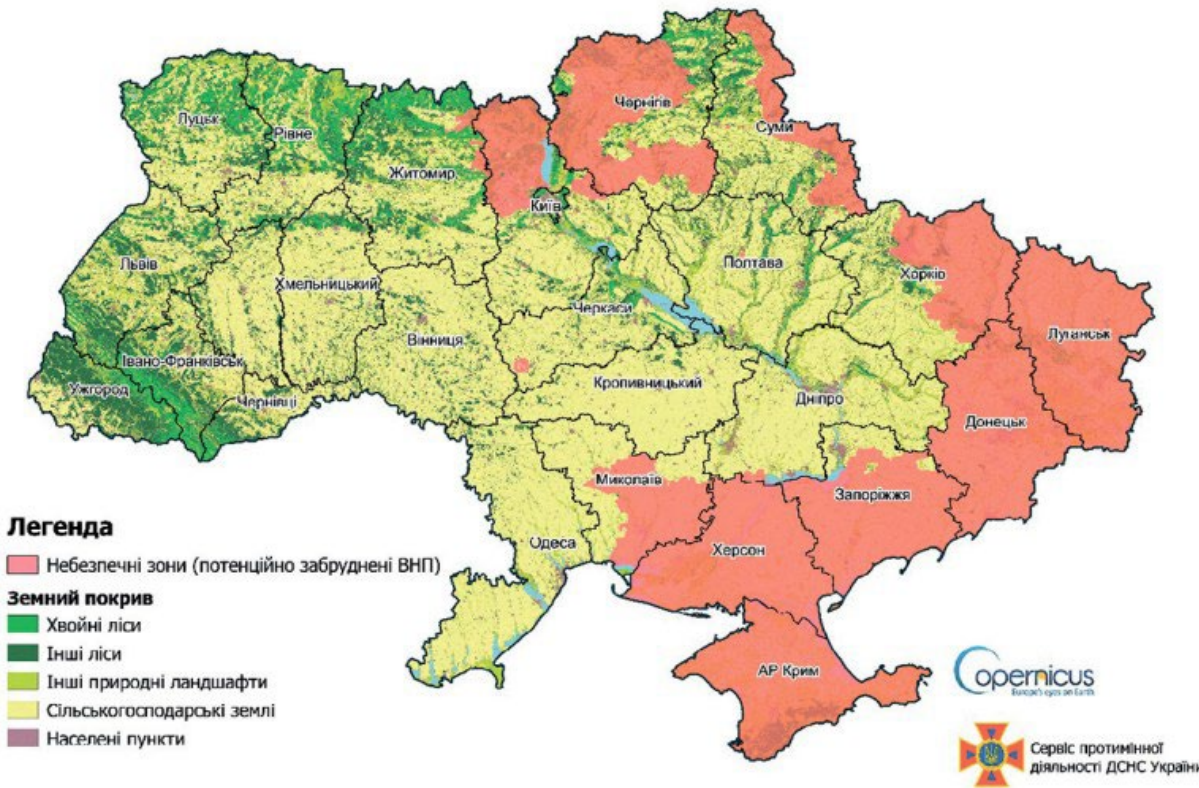


Відразу після I світової війни «Червону Зону» визнаний як «Повністю спустошений. Пошкодження властивостей: 100%. Шкода сільському господарству: 100%. Неможливо очистити. Життя людини неможливо». В 1919 загальна площа становила 490 км<sup>2</sup>. В 2020 площа становить приблизно 100 км<sup>2</sup>.



Гільзи від відстріляних боєприпасів під час битви за Верден 1916 році. Тільки по Вердену було випущено до 14 мільйонів снарядів. Експерименти, проведені в 2005 році, виявили до 300 снарядів на 1 км<sup>2</sup>.





За інформацією ДСНС України, до 40% території України заміновано та/або забруднено вибухонебезпечними залишками війни. Джерело: Сервіс протимінної діяльності ДСНС України.

Звалище вибухонебезпечних залишків війни біля м. Харків. Фото К. та В. Ліберови, 04 грудня 2022. За інформацією аналітиків, при інтенсивних бойових діях росія здійснює до 1,5 млн. пострілів на місяць. (інформація з неофіційних джерел станом на вересень 2022 року).







Bois d'Elville (Девільський Ліс) біля Лонгеваллю, Франція, після битви при Девіль-Вуді в серії битв за Сомме, фото 1916 року і станом на 2016 рік. Джерело: National Geographic.



«La Place à Gaz» Spincourt Forest у Франції, фото 2014, де артилерійські боєприпаси були утилізовані шляхом відкритого спалювання. Грунт залишається нездатним підтримувати зростання рослинності в епіцентрі горіння (ділянки від 70 м у діаметрі), де є високі концентрації свинцю (до 17% від маси ґрунту). Навіть у районах меншої концентрації рослинний покрив обмежується лише мохами. Фото BRGM – Daniel Hube.





Скин-шот з відео  
Є.Шевченка на  
лінії зіткнення  
Соледар-Бахмут  
Донецька область,  
жовтень 2022.



Фото В. Боринця.  
Вид із позицій Сил  
оборони України  
біля м. Бахмут  
Донецька область,  
листопад 2022.



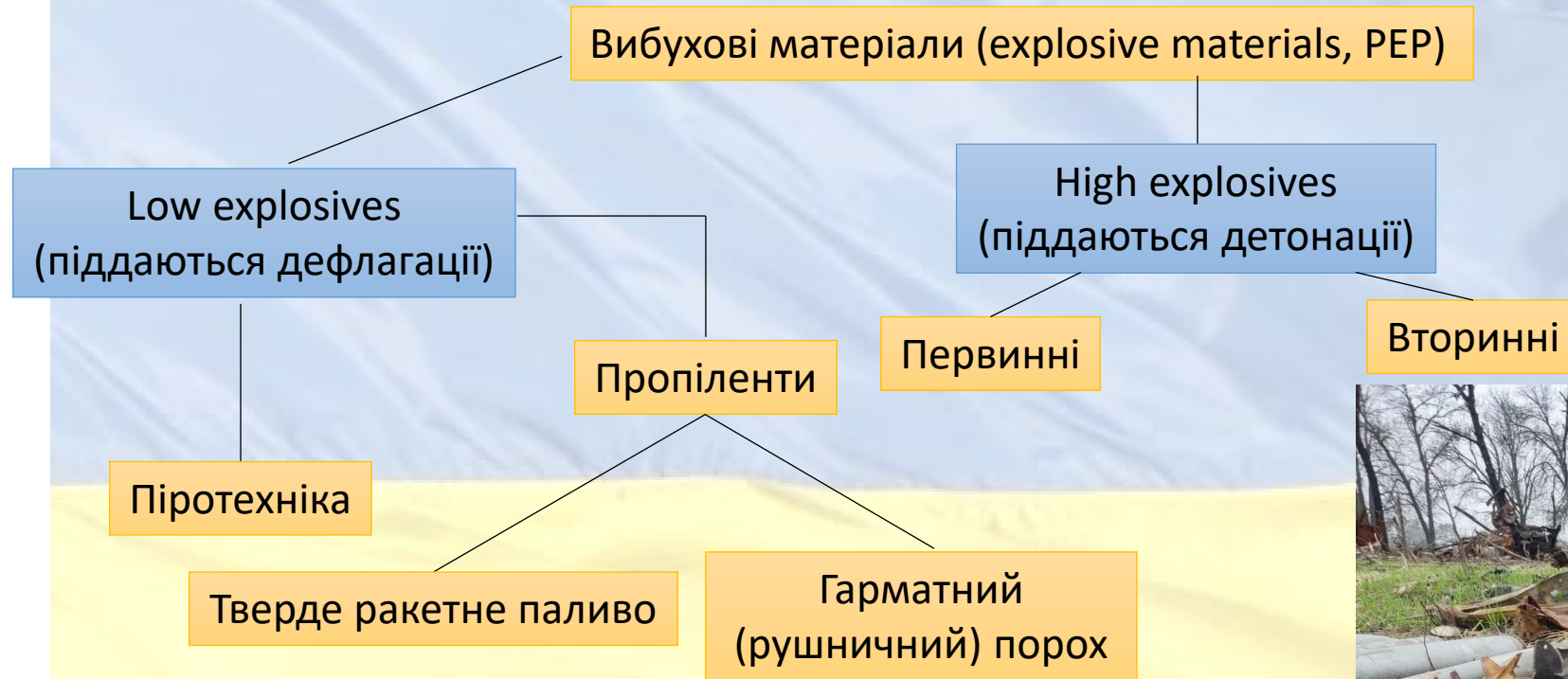
**ОСНОВНІ ВИДИ  
ЗАБРУДНЕННЯ  
ДОВКІЛЛЯ ВІД ВМП**







Вибухонебезпечні предмети (ВНП) є потенційним джерелом хімічного забруднення довкілля через вивільнення вибухових речовин, які також називають енергетичними матеріалам. Традиційні енергетичні матеріали можна згрупувати в категорії залежно від способу їх використання у вибухових пристроях.



Проведення розмінування  
в Київській області,  
травень 2022. Фото  
Київської ОВА





Термін «low explosive» використовується для вибухових речовин (пропіленти), які розкладаються шляхом дефлаграції. Вони призначені для швидкого горіння (порядку мілісекунд) для утворення та максимізації об'єму вироблених гарячих газів. Зазвичай це потрібно для забезпечення тяги, тим самим проектуючи вибухову речовину чи інший подібний матеріал у певну точку.



Фото  
ілюстративне.  
Момент пострілу  
із АК-74

Постріл танку Т-72,  
Донецька область. Фото  
24 омбр, січень 2023  
року.





Більшість пропелентів є або композитами класу небезпеки 1.3 GHS ООН (Вибухові речовини, які мають небезпеку пожежі та або незначну небезпеку вибуху, або незначну небезпеку розкидання, або обидва, але не небезпеку масового вибуху), які створені на основі зв'язувальної речовини, окислювача перхлорату амонію і порошкоподібного алюмінієвого палива.



Пуски ракет "Вільха" під час випробувань у квітні 2020. Фото: Defence Express

Та композити класу небезпеки 1.1 GHS ООН (Вибухові речовини, які мають небезпеку масового вибуху), які створені на основі нітратного ефіру, як правило, нітрогліцерину, нітроцелюлози, октоген, або зв'язаного полімером низького нітроцелюлози. Якщо використовується зв'язуюча речовина, то це, як правило, ізоціанатний поліефір або поліефір. Деякі палива містять модифікатори горіння, наприклад оксид свинцю.



Постріл із PzH 2000 в Донецькій області, січень 2023. Фото: Reuters.



Пропеленти можна умовно розділити на три хімічні класи, кожен з яких по-різному поводитися в навколишньому середовищі.

Найпоширенішим компонентом палива, який використовується як у гарматному, так і в ракетному паливі, є волокниста полімерна нітроцелюлоза. Завдяки своїй структурі він має низьку розчинність, і хоча він може розкладатися через втрату атомів азоту, волокниста структура залишається недоторканою. Крім того, нітроцелюлоза є одним із найменш токсичних енергетичних матеріалів і часто не вважається серйозною проблемою для довкілля.







Другий хімічний клас пропелентів складається з нітрогліцерину та нітрогуанідину. Обидва є органічними сполуками та схожі на вторинні вибухові речовини за своєю поведінкою в довкіллі. Обидва є більш розчинними, ніж тротил або гексоген, і можуть швидко переходити в ґрунт і потенційно впливати на довкілля енергетичних матеріалів на ґрунтові води.

Однак обидва значно менш токсичні, ніж TNT або RDX, особливо в низьких концентраціях. Однак нітрогуанідин не особливо сприйнятливий до біологічного розкладання і може зберігатися в довкіллі, швидко переміщаючись через ґрунт до ґрунтових вод. Якщо нітрогуанідин знаходиться на поверхні, він може розкладатися під дією світла на аміак і подібні сполуки, що може сприяти іншим впливам на довкілля.





Третій хімічний клас пропелентів складається з солей, таких як перхлорат амонію, які є стійкими в довкіллі. Перхлорат амонію є легко розчинний у воді, не розкладається і не адсорбується, а отже має тенденцію залишатися десятиліттями. Завдяки цьому в районах, де був великий вплив перхлорату амонію є значне забруднення ґрунтів. Хоча це не призводить до негайного летального результату, вплив перхлорату може спричинити негативний вплив на здоров'я, 11 мкг/л.



Запуск ракет із ОТРК 9K79M «Точка-У» в Гомельській області білорусі під час російсько-білоруських навчаннях, 15.02.2022.  
Фото: Reuters



Ракетний удар по м. Житомир, запуск проводився із території білорусі засобами ОТРК, 27.02.2022. Фото із Facebook сторінки А. Геращенко.





Піротехнічні засоби — це спеціальні суміші палива та окислювачів, призначені для горіння, а не для дефлаграції чи детонації.

Піротехнічні засоби включають освітлювальні ракети, сигнальні ракети, генератори кольорового та білого диму, трасуючі сигнали, запалювальні боєприпаси тощо. Піротехнічні засоби зазвичай складаються з неорганічного окислювача та металевого порошку в сполучній речовині. Освітлювальні ракети містять нітрат натрію, магній і сполучну речовину. Сигнальні ракети містять нітрати барію, стронцію або інших металів.



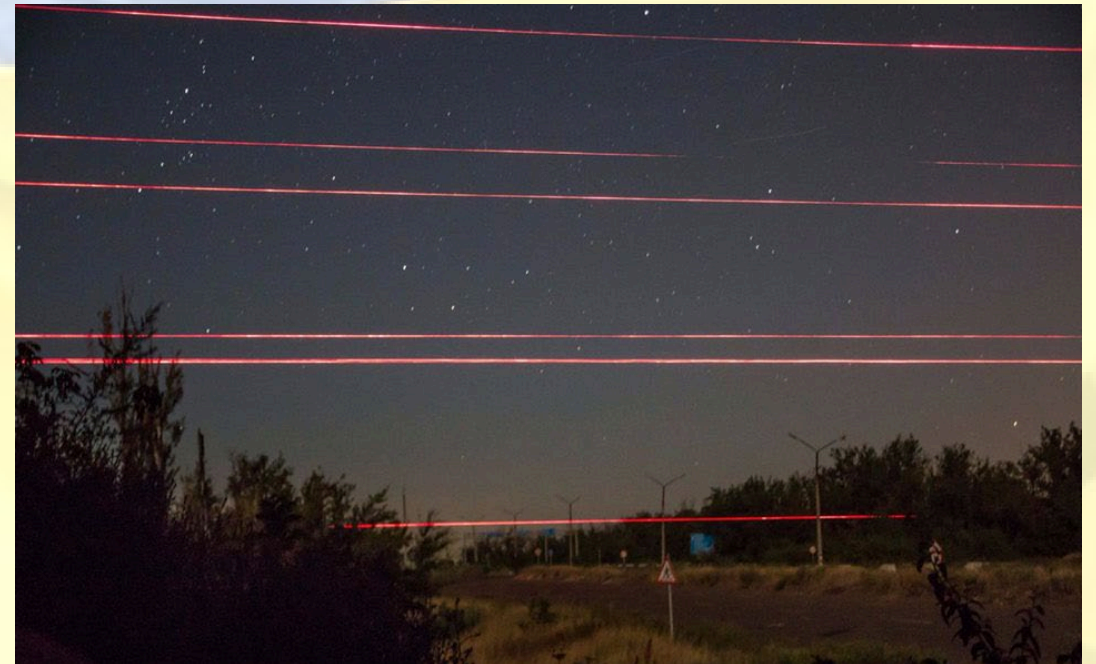
Застосування росією фосфорних боєприпасів в с. Мала Рогань Харківської області, 05.04.2022. Фото з інтернет джерел



Піротехнічні пристрої використовують для отримання бажаних ефектів, таких як випромінювання світла, диму, шуму або тепла, шляхом оптимізації хімічної суміші в наповнювачі. Як правило, бажаний ефект досягається використанням металів і солей металів, тому основний вплив на навколишнє середовище виникає через осадження залишків металів або залишків перхлорату з окислювача.



Застосування трасуючих боєприпасів у боях під  
Авдіївкою Донецька область, серпень 2017 року.  
Фото: Апостроф.







Значні залишки металу осідають під час використання за призначенням, а також під час утилізації шляхом спалювання, що може спричинити респіраторний дистрес у короткостроковій перспективі, а також довготерміновий вплив на ріст і розвиток на ґрунтах і рослинах. У піротехнічних пристроях часто використовуються солі металів (наприклад, хромат барію), які потенційно можуть призвести до відкладення високотоксичних іонів металів у навколишньому середовищі.



Фото 1. Залишки запалювальної ракети 9M22C РСЗО БМ-21 «Град», фото датоване жовтнем 2014 року біля Іловайську, Донецька область. Фото: Mark Hiznay.



Фото 2. Обстріл російською армією запалювальними ракетами 9M22C РСЗО БМ-21 «Град», Іловайськ серпень 2014 року та Попасна березень 2022 року, Донецька область. Фото: Мілітарний



Термін «high explosives» використовується для речовин, які підтримують детонацію під час ініціювання. Енергія рухається через вибухівку зі швидкістю, що дорівнює або перевищує швидкість звуку від вибуху вибухової речовини.



Знищений російський склад у населеному пункті  
Воскресенка в Запорізькій області, 07.06.2022.  
Скрин-шот з відео від вікритих джерел



Момент підриву залишків ВВП у Харківській області,  
жовтень 2022





Первинні вибухові речовини (ініціюючі речовини) — чутлива вибухова речовина, яка майже завжди детонує шляхом одноразового запалювання від таких засобів, як іскра, полум'я, удар та інші первинні джерела тепла відповідної потужності. Як правило, основними вибуховими речовинами вважаються сполуки, які є більш чутливими, ніж PETN (ПЕНТА, Тетранітропентаеритрит). З практичної точки зору первинні вибухові речовини є достатньо чутливими, щоб їх можна було надійно ініціювати ударом молотка. Первинні вибухові речовини використовуються в детонаторах або для запуску більших зарядів менш чутливих вторинних вибухових речовин.



Проведення розмінування протитанкових мін ТМ-62М

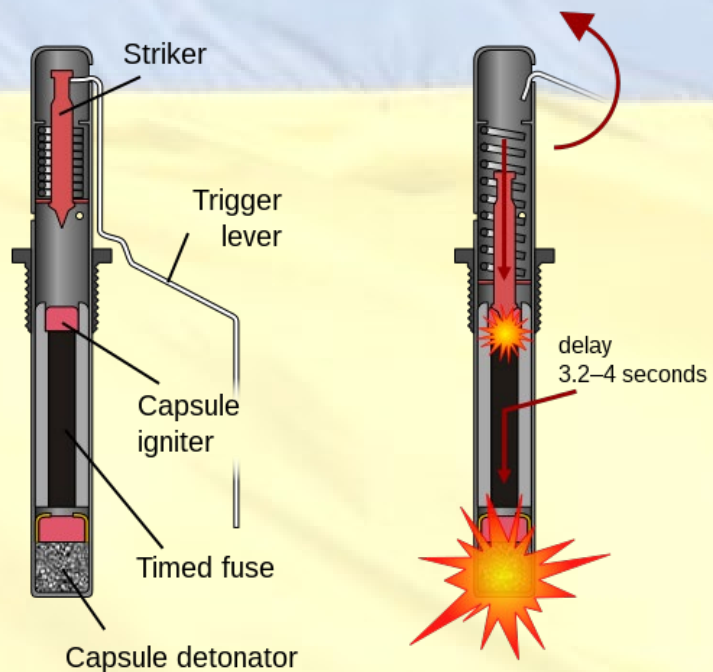


Підрильники артилерійських боєприпасів в м. Лебедин  
Сумської області, фото місцевих ЗМІ, 10.05.2022





Найпоширенішими первинними вибуховими речовинами є фульмінат ртуті, азид свинцю, тринітрорезорцинат свинцю, азид срібла, діазодінітрофенол і тетразен, тощо. Первинні вибухові речовини реагують на різні матеріали, тому слід бути обережним під час поводження з первинними вибуховими речовинами, які знаходяться у ВНП. Зустріти у чистому вигляді майже неможливо.



Уніфікований Запал Ручної Гранати Модернізований (УЗРГМ) гранати Ф-1. Фото СБУ під час вилучення нелегальної зброї, м. Київ 24.08.2022





Вторинні вибухові речовини потужніші, ніж первинні, але менш чутливі до подразників, і тому часто використовуються як основний вибуховий заряд для. Вторинні вибухові речовини не можуть бути надійно підірвані самостійно без зовнішньої вибухової сили. Зазвичай є органічними сполуками такі як тротил, цикло-1,3,5-триметилен-2,4,6-тринітрамін (RDX або циклоніт), високоплавкі вибухові речовини (HMX) і тетрил тощо.

Таблиця вторинних вибухових речовин з їх CAS номерами

| Explosives Compound                              | Abbreviation or Acronym | CAS Number |
|--------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| Aliphatic Nitrate Esters                         |                         |            |
| 1,2,4-Butanetriol trinitrate                     | BTN                     | 6659-60-5  |
| Diethyleneglycol dinitrate                       | DEGN                    | 693-21-0   |
| Nitrocellulose <sup>a</sup>                      | NC                      | 9004-70-0  |
| Nitroglycerin <sup>a</sup>                       | NG                      | 55-63-0    |
| Nitrostarch                                      | NS                      | 9056-38-6  |
| Pentaerythritol tetranitrate                     | PETN                    | 78-11-5    |
| Triethylene glycoldinitrate                      | TEGN                    | 111-22-8   |
| 1,1,1-Trimethylolethane trinitrate               | TMETN                   | 3032-55-1  |
| Nitramines                                       |                         |            |
| Octahydro-1,3,5,7-tetranitro 1,3,5,7-tetrazocine | HMX                     | 2691-41-0  |
| Hexahydro-1,3,5 trinitro-1,3,5-triazine          | RDX                     | 121-82-4   |
| Ethylenediamine dinitrate                        | EDDN                    | 20829-66-7 |
| Ethylenedinitramine                              | Haleite                 | 505-71-5   |
| Nitroguanidine <sup>a</sup>                      | NQ                      | 556-88-7   |
| 2,4,6-Trinitrophenylmethylnitramine              | Tetryl                  | 479-45-8   |
| Nitroaromatics                                   |                         |            |
| Ammonium picrate                                 | AP                      | 131-74-8   |
| 1,3-Diamino-2,4,6-trinitrobenzene                | DATB                    | 1630-08-6  |
| 2,2',4,4',6,6'-Hexanitroazobenzene               | HNAB                    | 19159-68-3 |
| 1,3,5-Triamino-2,4,6-trinitrobenzene             | TATB                    | 3058-38-6  |
| 2,4,6-Trinitrotoluene                            | TNT                     | 118-96-7   |
| Other                                            |                         |            |
| Ammonium nitrate                                 |                         | 6484-52-2  |





Хоча вторинні вибухові речовини є менш чутливими, ніж їхні первинні аналоги, це не означає, що вторинні вибухові речовини автоматично безпечні для поводження або менше впливають на них через зовнішні впливи. Наявність домішок, ефектів старіння та змішування первинних і вторинних композицій в одному основному заряді вибухової речовини робить їх роботу непередбачуваною.



Фото із проведення слідчих дій після того, як підірвався мешканець м. Часів Яр Донецької області, коли розбирав постріл від протитанкового гранатомету (не вказано який саме) на металобрухт, 29.03.2017. Місцевий мешканець загину на місці. Фото Бахмутського районного відділу поліції





Найбільш часто використовуваною вторинною вибуховою речовиною є нітроароматичний 2,4,6-тринітротолуол (тротил), який швидко розчиняється під впливом води (200 мг/л) або опадів. Вплив цих енергетичних матеріалів на довкілля характеризується рожевим відтінком. Такі як пікринова кислота, і продукти розпаду тротилу, такі як 2,4-динітротолуол (ДНТ), утворюють кольорові розчини у воді, які іноді можна побачити в місцях вибухового забруднення



Дослідження, яке проведено MuniRem Environmental. 1. Досліджувана вода до забруднення; 2. та 3. Забруднення води динітротолуолом





Тротил і подібні сполуки токсичні для людини, тварин і рослин, при вищих концентраціях 2,2 мкг/л у питній воді матиме токсичний ефект. Тротил швидше деградує в ґрунтах з високим вмістом органічних речовин. Ризики потрапляння в трофічні ланцюги тротилу вищі при наявності ґрунтових вод.



Залишки від ракетного обстрілу в Житомирській області, грудень 2022. Фото надано ПРООН

Високий ризик токсичності у піщаному ґрунті, який не містить значної кількості органічних матеріалів, оскільки тротил не розкладається так швидко та може потрапити до ґрунтових або змиватися у поверхневі води. Тротил зазвичай біологічно розкладається до ДНТ. ДНТ є дуже токсичним для людини, оскільки він може перетворювати гемоглобін на метгемоглобін за відносно низького значення 0,13 мг/л.



Сліди після детонації 200 г тротилової шашки, яку вилучили у жителя в н.п. Березань Миколаївська область, 25.09.2018. Фото Національної поліції України





Гексоген (RDX) є ще одним поширеним вторинною вибуховою речовиною, яка часто використовується в поєднанні з тротилом та має інші екологічні властивості. Наприклад, RDX є значно менш розчинним (30 мг/л), ніж тротил, але також набагато менш сприйнятливий до вимивання. RDX представляє певний ступінь токсичності для людей, зокрема, у людей, було пов'язано з підвищеним ризиком раку; ліміт питної води становить 0,61 мкг/л. RDX менш сприйнятливий до деградації, тому може залишатися в навколишньому середовищі протягом тривалого періоду часу.



Перезарядка танка Т-72 на Донеччині осколочно-фугасними снарядами. Фото Радіо Свобода, датоване 14.08.2022



1,3,5,7-тетранітро-1,3,5,7-тетразоктан (НМХ або октоген) має дуже схожі властивості з гексогеном, хоча він менш розчинний і менше токсичний



Фото з РПГ-18 (Муха) у руках військовослужбовця ЗСУ, Київська область березень 2022. Скрин-шот з відео YouTube

Часто тротил і гексоген використовуються як суміші в таких композиціях. При такому поєднанні це може вплинути на тривалість вилугування тротилу та гексогену з вибухового пристрою в ґрунт. Опинившись у ґрунті, він поводитиметься, як описано вище, оскільки до цього моменту дві вибухові речовини зазвичай не взаємодіють.



Ручна кумулятивна граната РКГ-3





Багато вторинних вибухових речовин складаються з органічних сполук, які можуть трансформуватися (деградувати) у навколишньому середовищі.

Трансформація вибухових сполук може відбуватися через абіотичні процеси (наприклад, фотоліз) або біотичну трансформацію (наприклад, аеробне або анаеробне біодеградація).

| Compound                                            | Description <sup>a</sup>                                    | Abbreviation | CAS Number  |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|-------------|
| Octahydro-1, 3, 5, 7-tetranitro-1,3,5,7-tetrazocine | Nitramine explosive; also RDX co-contaminant                | HMX          | 2691-41-0   |
| Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine             | Nitramine explosive; also HMX co-contaminant                | RDX          | 121-82-4    |
| 1,3,5-Trinitrobenzene                               | TNT co-contaminant and breakdown product                    | 1,3,5-TNB    | 99-35-4     |
| 1,3-Dinitrobenzene                                  | DNT breakdown product and TNT co-contaminant                | 1,3-DNB      | 99-65-0     |
| Nitrobenzene                                        | DNT co-contaminant                                          | NB           | 98-95-3     |
| 4-Amino-2,6-dinitrotoluene                          | TNT breakdown product                                       | 4-Am-DNT     | 1946-51-0   |
| 2-Amino-4,6-dinitrotoluene                          | TNT breakdown product                                       | 2-Am-DNT     | 355-72-78-2 |
| 2,4-Diamino-6-nitrotoluene                          | TNT breakdown product                                       | 2,4-DANT     | 6629-29-4   |
| 2,6-Diamino-4-nitrotoluene                          | TNT breakdown product                                       | 2,6-DANT     | 59229-75-3  |
| 2,4-Dinitrotoluene                                  | Nitroaromatic explosive/propellant; also TNT co-contaminant | 2,4-DNT      | 121-14-2    |
| 2,6-Dinitrotoluene                                  | Nitroaromatic explosive/propellant; also TNT co-contaminant | 2,6-DNT      | 606-20-2    |
| 2-Nitrotoluene (o-Nitrotoluene)                     | DNT co-contaminant                                          | 2-NT         | 88-72-2     |
| 3-Nitrotoluene (m-Nitrotoluene)                     | DNT co-contaminant                                          | 3-NT         | 99-08-1     |
| 4-Nitrotoluene (p-Nitrotoluene)                     | DNT co-contaminant                                          | 4-NT         | 99-99-0     |
| Hexahydro-1-nitroso-3,5-dinitro-1,3,5-triazine      | RDX breakdown product                                       | MNX          | 5755-27-1   |
| Hexahydro-1,3-dinitroso-5-nitro-1,3,5-triazine      | RDX breakdown product                                       | DNX          | 80251-29-2  |
| Hexahydro-1,3,5-trinitroso-1,3,5-triazine           | RDX breakdown product                                       | TNX          | 13980-04-6  |
| 3,5-Dinitroaniline                                  | TNB breakdown product                                       | 3,5-DNA      | 618-87-1    |

Продукти розпаду та супутні забруднення звичайних вторинних вибухових речовин, Engineer Research and Development Center (ERDC) United States Army Corps of Engineers



Відповідно до протоколів USAEC (DOD 6055.09-M, Volume 7), ґрунти з 12% або більше відсотків концентрації вторинних вибухових речовин на масу ґрунту, таких як тротил і гексоген, здатні поширення (передачі) детонації, якщо вона ініційована полум'ям. Ґрунти, що містять більше 15% вторинних вибухових речовин за вагою чутливі до ініціації ударом. Крім того, вибухові речовини в ґрунті вибухне або згорить, якщо її ініціювати, але детонація не пройде через ґрунт без мінімальної вибухонебезпечної концентрації 12 відсотків. Екологічний центр армії США розглядає всі ґрунти, що містять 10 відсотків або більше вторинних вибухових речовин або суміші вторинних вибухових речовин реактивним або легкозаймистим ґрунтом.



Тротил, розсіяний із т.н. «бочкової бомби», скинутої в Грейтан, Сирія, 15 березня 2015 р.  
Джерело: Білі шоломи.





Вплив на довкілля часто обговорюється та досліджується з точки зору загальної концентрації металу від ВВП, оскільки можна припустити, що після корозії та розчинення метал, швидше за все, перебуває у формі, яка є більш токсичною для рецепторів навколишнього середовища – ґрунтових мікроорганізмів, флори та фауни.



Залишки гранат Ф-1 та РГД-5 після бойових дій біля м. Ізюм Харківської області, 08.11.2022

Знешкодження гранат РГД-33 та РПГ-40 чотирчасів II Світової війни біля с. Бестлівка Харківської області, 18.12.2019





Забруднення свинцем, як правило, є дуже локалізованим через обмежену рухливість свинцю у ґрунті (особливо у глинистих та лесових). Він сорбується в органічний вміст та іммобілізується в ґрунтах з низькою кислотністю ( $> \text{pH } 5$ ) із вмістом органіки понад 5%.



Свинець має тенденцію накопичуватися у верхніх шарах ґрунту, де його можуть утримувати рослини із зниженням просочування в ґрунтові води, якщо не буде значної зміни  $\text{pH}$  ґрунту.







«La Place à Gaz» Spincourt Forest у Франції - це ділянки 70 м у діаметрі, де ріст рослинності обмежені або взагалі без рослинності, де концентрація свинцю в ґрунті 12 690 мг/кг (10-17% маси ґрунту). Через кислі поверхневі ґрунти, свинець знерухомлений на глибині 1,8 м (36 мг/кг), де рН стає нейтральним (рН 7,1).

«La Place à Gaz» Spincourt Forest у Франції, фото 2014. Фото BRGM – Daniel Hube.







Часто концентрації сурми на військових навчальних полігонах коливається в діапазоні 100–1000 мг/кг, що значно вище, ніж очікувані (можливі) концентрації в зонах конфлікту. Наприклад, концентрації до 517 мг/кг були зареєстровані на стрільбищі в штаті Техас, США, а максимальні 17 500 мг/кг були зареєстровані на стрільбищі в швейцарському стрільбищі Quartino. Ці концентрації значно перевищують рекомендовані рівні сурми в ґрунті в Україні (4,5 мг/кг), в Німеччині (3,5 мг/кг) чи Нідерланди (5 мг/кг).



Фото доповідача.  
Гільзи на позиціях  
після бою біля  
Дмитрівки  
Київська область,  
березень 2022





Під час удару по твердій мішені (метал) або під час пожежі зовнішня поверхня снаряда зі збідненого урану (DU) та вольфрамовими (НТМА) запалюється, виробляючи дуже малі ( $< 20$  мкм) аерозольні частинки  $UO_2$  та  $U_3O_8$ , які можуть утворювати більші частинки (200–500 мкм) з матеріалами з мішені, що осідають на транспортних засобах або на поверхні ґрунту. Забруднення важкими металевими вольфрамовими сплавами та збідненим ураном, де вони можуть бути змиті дощем у місцеві поверхневі води або стати нерухомими у ґрунті. Крім того, при попаданні в м'яку ціль, тобто ґрунт, снаряд може бути занурений на глибину до 50 см під поверхню ґрунту, де вивітрювання руйнуватиме та роз'їдає DU, головним чином утворюючи комплекси ( $> 500$  мкм) з водою та мінералами ґрунту.



Постріли 3БМ 42 «Манго» із вольфрамовим сердечником з 3БМ60 «Свинець-2» (знизу). Трофейні снаряди, лютий 2023 рік. Фото: Мілітарний.

У СРСР у 80-ті прийняті на озброєння постріли із урановою серцевиною 125-мм снаряд 3БМ-29 «Надфиль-2», 3БМ-32 «Вант», 3БМ-46 «Свинець»



**ОЦІНКА  
СТУПЕНЮ  
ЗАБРУДНЕННЯ  
ДОВКІЛЛЯ**







Війська росії застосовують тактику «огненного вала» або «свинцеву стіну», при якому на знищення однієї цілі застосовують 300-350 артилерійських пострілів різного калібру, на «складних» ділянках застосовують до 500 пострілів. За інформацією так званих «російських аналітиків», станом на серпень 2022 року росією було витрачено 4 млн. артилерійських боєприпасів

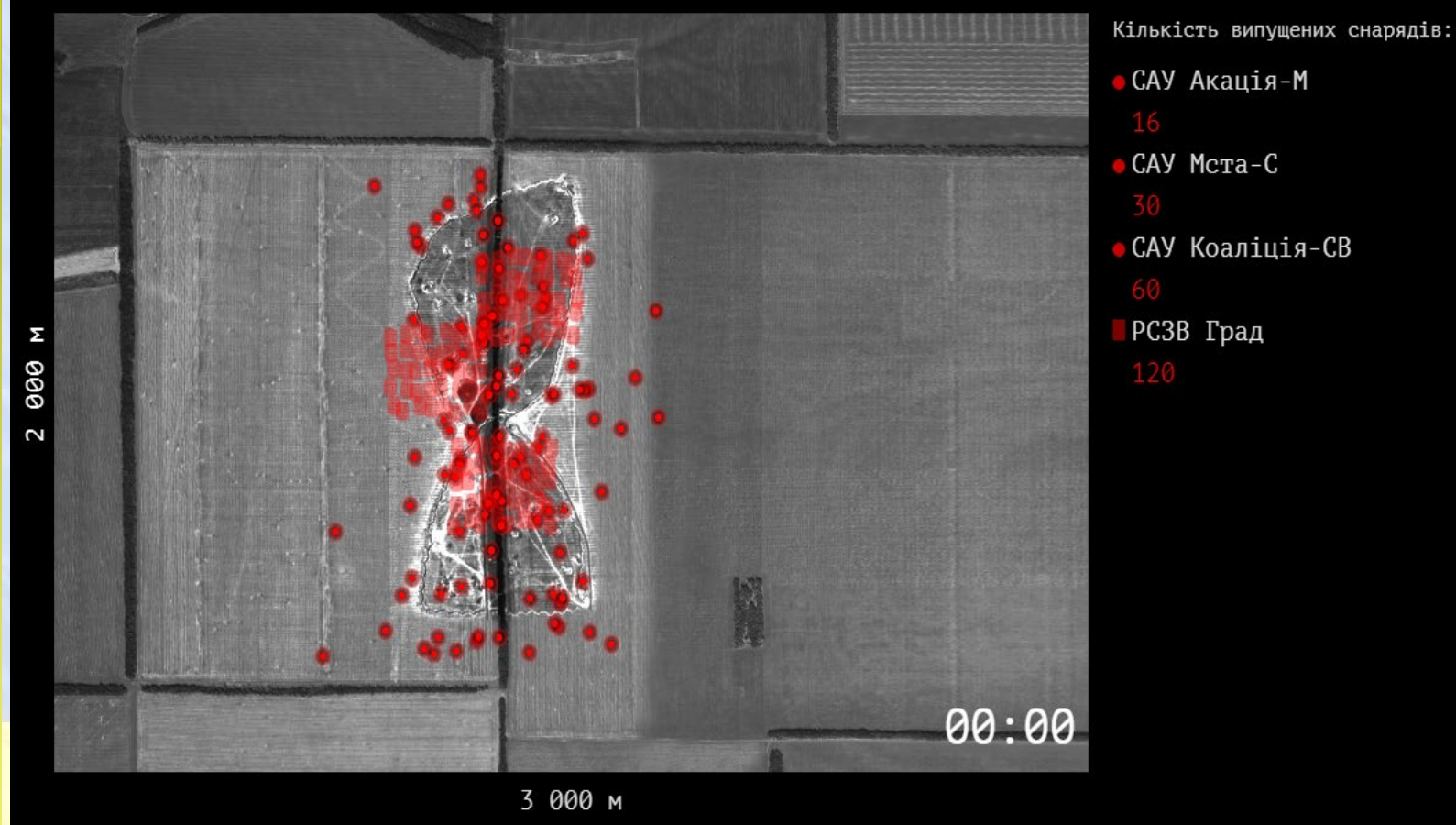


Скрин-шот сервісу Махаг, в якій показано сліди від обстрілів позицій Сил оборони України біля м. Бахмут Донецької області, травень 2022



Скрин-шот з відео, знятого з квадрокоптеру моменту обстрілу із РСЗО БМ-21 «Град», Запорізька область, травень 2022





*Для знищення цілі типу  
взводно-опорного пункту  
російським військам зазвичай  
потрібно десь 60-65 снарядів  
калібру 122 мм – це артилерія  
типу Д-30 або самохідна  
«Гвоздика». ЗС України  
завдання розв'язують з  
розрахунку 10-12 снарядів  
завдяки якісній розвідці й  
точності ударів*

*Масштаб зображення — близько 3 км в ширину і 2 км у висоту. По цій позиції “працюють” САУ “Акація”, САУ “Мста-С”, САУ “Коаліція-СВ”, а також РСЗВ “Град”. На цьому прикладі САУ працюють батареями по чотири одиниці, “Град” — по три.*

Графіка обстрілу росією позицій Сил оборони України при стандартному типі використання боєприпасів, яку створено на платформі [texty.org.ua](https://texty.org.ua).





Скрин-шот з відео доповідача, застосування  
Силами оборони України РСЗО БМ-21 «Град»,  
Донецька область, листопад 2022

Використано на ділянці 120 од. 122 мм осколково-фугасний реактивний снаряд 9М22, який є найрозповсюдженим типом.





Фото з  
інтернет-  
джерел.  
Зищена  
Мар'їнка  
Донецької  
області, січень  
2023



Фото з  
інтернет-  
джерел.  
Застосування  
фосфорних  
боєприпасів  
по Мар'їнці,  
січень 2023



Фото з  
інтернет-  
джерел.  
Обстріл  
Мар'їнку  
важкими  
вогнеметними  
системами  
ТОС-1А,  
січень 2023



Фото з  
інтернет-  
джерел.  
Ведення  
танкового  
бою в  
Мар'їнці,  
січень 2023





# Munitions and Explosives of Concern Hazard Assessment (MEC HA)

Технічна робоча група для оцінки небезпеки:

- Department of Defense;
- U.S. Department of the Interior;
- State PgMs from Association of State and Territorial Solid Waste Management Officials;
- Tribal Association for Solid Waste and Emergency Response
- U.S. Environmental Protection Agency.



ACQUISITION  
TECHNOLOGY  
AND LOGISTICS

OFFICE OF THE UNDER SECRETARY OF DEFENSE  
3000 DEFENSE PENTAGON  
WASHINGTON, DC 20301-3000

JAN 26 2009

MEMORANDUM FOR ASSISTANT SECRETARY OF THE ARMY  
(INSTALLATIONS & ENVIRONMENT)  
ASSISTANT SECRETARY OF THE NAVY  
(INSTALLATIONS & ENVIRONMENT)  
ASSISTANT SECRETARY OF THE AIR FORCE  
(INSTALLATIONS, ENVIRONMENT & LOGISTICS)

SUBJECT: Trial Use of the Interim Munitions and Explosives of Concern Hazard  
Assessment (MEC HA) Methodology

Approximately four years ago, the Environmental Protection Agency (EPA) convened a Technical Working Group (TWG) to develop a technical framework and application methodology for assessing potential explosive hazards to human receptors at munitions response sites (MRSs). The TWG consists of representatives from EPA, DoD, the Department of Interior, the Association of State and Territorial Solid Waste Management Officials (ASTSWMO), and the Tribal Association for Solid Waste and Emergency Response. The product of the TWG is the attached Interim Munitions and Explosives of Concern Hazard Assessment (MEC HA).

I encourage the use of the Interim MEC HA as a tool that can be used to evaluate relative reductions in explosive hazards, and thus protection of human health, when comparing response alternatives. While I believe the Interim MEC HA is a valuable tool for evaluating potential response alternatives, DoD does have some concerns. By agreement with the TWG, I recommend the trial use and evaluation of the Interim MEC HA for a two year period. DoD's concurrent signature on the Interim MEC HA is in conjunction with this two-year trial basis. We believe that the trial use will provide a basis for resolving DoD concerns. At the end of the trial period, I ask that each DoD Component report back to me with their overall evaluations and specific recommendations on the use of the methodology. During this trial period, we will continue to work with the appropriate offices to resolve lingering concerns with the Interim MEC HA methodology.

If additional information is needed my staff contact is Mr. Vic Wieszek, available at (703) 571-9061 and [victor.wieszek@osd.mil](mailto:victor.wieszek@osd.mil).

Wayne Army  
Deputy Under Secretary of Defense  
(Installations and Environment)

Attachment:  
As stated







Результат – рівні небезпеки (від 1 до 4)

Рівень небезпеки 1: найвищий потенціал небезпеки: **840-1000**

Рівень небезпеки 2: високий потенціал небезпеки: **725-835**

Рівень небезпеки 3: середній потенціал небезпеки: **530-720**

Рівень небезпеки 4: низький потенціал небезпеки: **125-525**

Ці базові оцінки є основою для оцінки та реалізація ефективних альтернатив реагування керівництва в техніко-економічному обґрунтуванні (ТЕО) для цієї власності.

Table 2-5. Scores for Input Factor Categories

| Input Factor                           | Input Factor Category                                           | Score              |                 |                    |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                                        |                                                                 | Baseline Condition | Surface Cleanup | Subsurface Cleanup |
| Energetic Material Type                | High Explosives and Low Explosive Fillers in Fragmenting Rounds | 100                | 100             | 100                |
|                                        | White Phosphorus                                                | 70                 | 70              | 70                 |
|                                        | Pyrotechnic                                                     | 60                 | 60              | 60                 |
|                                        | Propellant                                                      | 50                 | 50              | 50                 |
|                                        | Spotting Charge                                                 | 40                 | 40              | 40                 |
|                                        | Incendiary                                                      | 30                 | 30              | 30                 |
| Location of Additional Human Receptors | Inside the MRS or inside the ESQD arc surrounding the MRS       | 30                 | 30              | 30                 |
|                                        | Outside of the ESQD arc                                         | 0                  | 0               | 0                  |
| Site Accessibility                     | Full Accessibility                                              | 80                 | 80              | 80                 |
|                                        | Moderate Accessibility                                          | 55                 | 55              | 55                 |
|                                        | Limited Accessibility                                           | 15                 | 15              | 15                 |
|                                        | Very Limited Accessibility                                      | 5                  | 5               | 5                  |
| Potential Contact Hours                | Many Hours                                                      | 120                | 90              | 30                 |
|                                        | Some Hours                                                      | 70                 | 50              | 20                 |
|                                        | Few Hours                                                       | 40                 | 20              | 10                 |
|                                        | Very Few Hours                                                  | 15                 | 10              | 5                  |
| Amount of MEC                          | Target Area                                                     | 180                | 120             | 30                 |
|                                        | Open Burning/Open Detonation (OB/OD) Area                       | 180                | 110             | 30                 |
|                                        | Function Test Range                                             | 165                | 90              | 25                 |
|                                        | Burial Pit                                                      | 140                | 140             | 10                 |
|                                        | Maneuver Areas                                                  | 115                | 15              | 5                  |
|                                        | Firing Points                                                   | 75                 | 10              | 5                  |
|                                        | Safety Buffer Areas                                             | 30                 | 10              | 5                  |
|                                        | Storage                                                         | 25                 | 10              | 5                  |
|                                        | Explosive-Related Industrial Facility                           | 20                 | 10              | 5                  |
|                                        |                                                                 |                    |                 |                    |

Table 2-5. Scores for Input Factor Categories

| Input Factor                                                       | Input Factor Category                                                                                                                         | Score              |                 |                    |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|
|                                                                    |                                                                                                                                               | Baseline Condition | Surface Cleanup | Subsurface Cleanup |
| Minimum MEC Depth Relative to the Maximum Receptor Intrusive Depth | Baseline Condition: MEC located surface and subsurface; After Cleanup: Intrusive depth overlaps with subsurface MEC                           | 240                | 150             | 95                 |
|                                                                    | Baseline Condition: MEC located surface and subsurface; After Cleanup: Intrusive depth does not overlap with subsurface MEC                   | 240                | 50              | 25                 |
|                                                                    | Baseline Condition: MEC located only subsurface; Baseline Condition or After Cleanup: Intrusive depth overlaps with minimum MEC depth         | 150                | N/A*            | 95                 |
|                                                                    | Baseline Condition: MEC located only subsurface; Baseline Condition or After Cleanup: Intrusive depth does not overlap with minimum MEC depth | 50                 | N/A*            | 25                 |
| Migration Potential                                                | Possible                                                                                                                                      | 30                 | 30              | 10                 |
|                                                                    | Unlikely                                                                                                                                      | 10                 | 10              | 10                 |
| MEC Classification                                                 | Sensitive UXO                                                                                                                                 | 180                | 180             | 180                |
|                                                                    | UXO                                                                                                                                           | 110                | 110             | 110                |
|                                                                    | Fuzed Sensitive DMM                                                                                                                           | 105                | 105             | 105                |
|                                                                    | Fuzed DMM                                                                                                                                     | 55                 | 55              | 55                 |
|                                                                    | Unfuzed DMM                                                                                                                                   | 45                 | 45              | 45                 |
|                                                                    | Bulk Explosives                                                                                                                               | 45                 | 45              | 45                 |
| MEC Size                                                           | Small                                                                                                                                         | 40                 | 40              | 40                 |
|                                                                    | Large                                                                                                                                         | 0                  | 0               | 0                  |

\*N/A – Not Applicable: Surface cleanups for MEC would not be appropriate for site conditions where MEC is all in the subsurface.



Інженерний корпус армії США (USACE) округу Хантінгтон з 2012 року проводив рекультивацію земель на оборонному заводі (FUDS), розташований у Сандаскі, штат Огайо, земля якого забруднена нітроароматичними сполуками.

Фаза I проекту включала розкопки 18 проблемних ділянок (AOCs), де було розкопано приблизно 17 000 кубічних ярдів ґрунту з характеристикою викопаного матеріалу, щоб визначити, чи був ґрунт небезпечним. Із 18 6 характеризувалися як надзвичайно забруднені

Етап II, який розпочався у травні 2013 року, передбачав розширення шести АОС для визначення ступеня забруднення, визначення меж чистого ґрунту та рекультивації забрудненого ґрунту.

Увесь небезпечний ґрунт, забруднений нітроароматичними речовинами, очищався за допомогою процесу лужного гідролізу (АН) - процес додавання каустичної речовини до небезпечного ґрунту для розкладання забруднень. Після завершення процесу АН чистий ґрунт повернено в зону очищення і використано для засипки шести відкритих котлованів. Ці території засіяні місцевими прерійними травами, такими як індіанграс і маленький синій стебель.



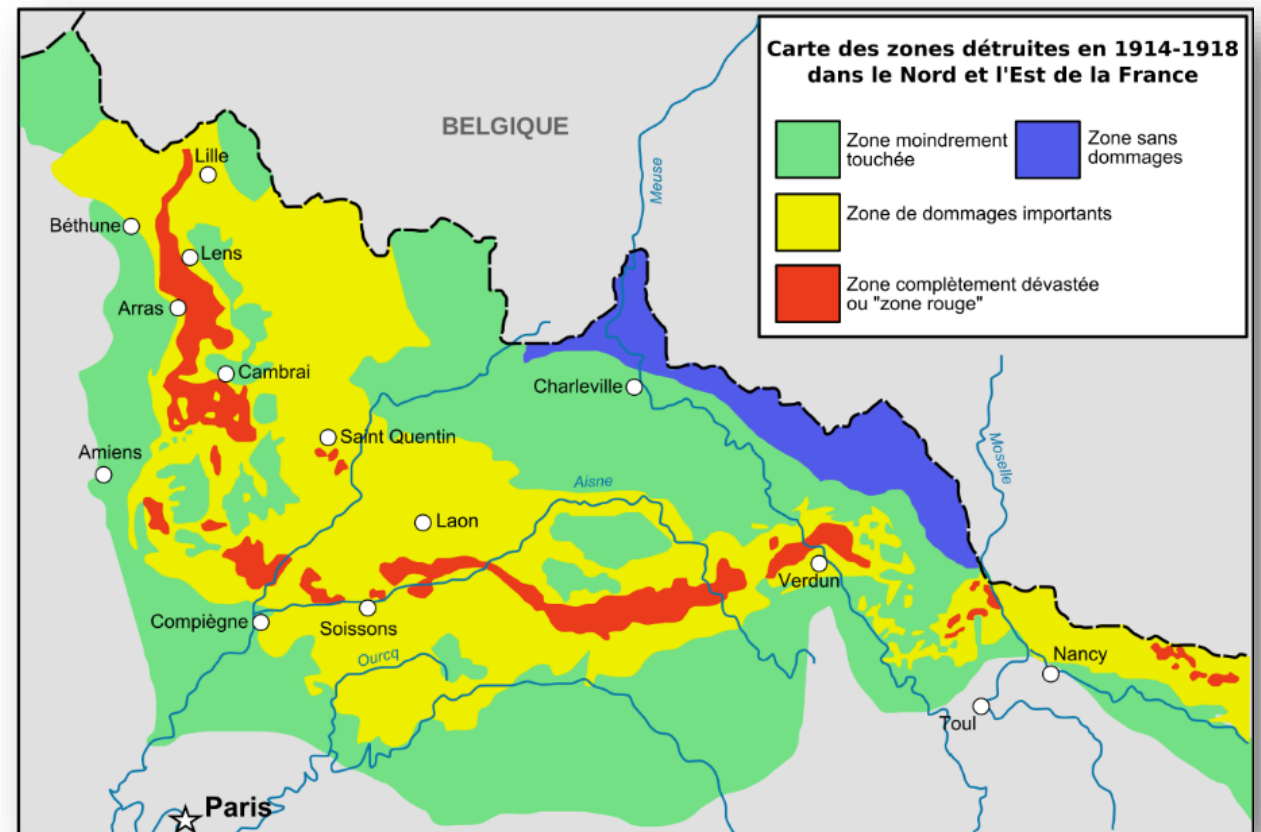




Зелені зони : характеризуються середніми пошкодженнями, де армії проходили або дислокувалися, з можливими залишками складів боєприпасів, обладнання, казематів або різних відходів.

Жовті зони: це райони, короткочасно або час від часу уражені бойовими діями, як правило, за лінією фронту або далеко, де дорожня інфраструктура більш-менш функціонує після перемир'я, незважаючи на окопи, ями від снарядів або ґрунт та боєприпасів, що не розірвалися.

Червоні зони : це зони, що відповідають лінії фронту армій, де зосереджені основні пошкодження. Ґрунти там зруйновані, а дорожня, залізнична та промислова інфраструктура, а також мости, порти та канали повністю зруйновані.



Генеральні плани вказують території, які будуть відновлені (зелений відтінок), ті, які можуть бути відновлені до введення сільського господарства звичайними засобами та потужними механічними засобами (жовтий та синій відтінок) і території, які будуть збережені як залишки війни (червоний відтінок) .



У червоній зоні дозволено лише кілька видів діяльності:

землі, передані управлінню лісового господарства під лісовідновлення (т.зв. «військові ліси») .

Землі, які будуть зберігатися як залишки війни

військова діяльність

Меморіальний комплекс і культурний туризм

Сільське господарство там як було, так і залишається під заборною.



Ландшафти біля м. Верден, Франція, листопад 2016 рік,  
Фото Крейг Брезетт





Військовий ліс (Forêt de guerre) — це ліс, відновлений або пересаджений у старому лісі та на місцевостях, яке було пошкоджено Першою світовою війною у Франції, переважно в червоній зоні .

У більш широкому сенсі поняття військового лісу також вказує на знецінену деревину, яку було вилучено під час реставраційного періоду 1918-1930 рр., і «кулеметну деревину», яку все яку можна знайти в інших лісах «жовтої зони».



Соснові насадження на Вімі, Франція, 2008 р. Джерело: Wikipedia

Наслідки від введення бойових дій біля м. Чернігів, квітень 2022 року. Джерело: Associated Press



**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ**

