



TRAINING OF EXPERTS TO ASSESS SOILS DAMAGED DUE TO HOSTILITIES

Фізичні та хімічні показники ґрунту, що
можуть змінюватися внаслідок ведення
бойових дій

*Захарченко Еліна Анатоліївна, доцент кафедри агротехнологій та
грунтознавства, Сумський НАУ
elionapolis@gmail.com*



Sumy National
Agrarian University



Royal
Agricultural
University

Порушення ґрунту, спричинені бойовими діями, в основному бувають трьох типів:

фізичні, хімічні та біологічні – спрямовані на створення прямих проблем ворогам або, частіше, є непрямими, небажаними розгалуженнями.

- Фізичні порушення ґрунту включають ущільнення внаслідок будівництва оборонної інфраструктури, риття траншей або тунелів, ущільнення через рух техніки та військ або утворення кратерів бомбами.
- Хімічні порушення складаються з надходження забруднюючих речовин, таких як нафта, важкі метали, нітроароматичні вибухові речовини, фосфорорганічні нервово-паралітичні речовини, діоксини з гербіцидів або радіоактивні елементи.
- Біологічні порушення виникають як ненавмисні наслідки впливу на фізичні та хімічні властивості ґрунту або навмисного введення мікроорганізмів, смертельних для вищих тварин і людини, таких як ботулін або сибірська виразка. Ґрунт являє собою безпечну нішу, де такі патогени можуть зберігати свою вірулентність десятиліттями.



На які фізичні показники впливають бойові дії?

1. Структура ґрунту.
2. Щільність / твердість ґрунту.
3. Шпаруватість.
4. Водопроникність=інфільтрація.

До чого приводять бойові дії?

- До зміни ґрунтового профілю = перемішування ґрунтових шарів; розкидання ґрунтових часточок;
- До зміни в інтенсивності мікробіологічних процесів;
- До інтенсивного розвитку водної та вітрової ерозії;
- До створення мілітаризованого рельєфу, водоупорів;
- До забруднення важкими металами, хімічними сполуками і т.д.

Приклад застосування вирв у В'єтнамі. За великих площ пониження і достатньої кількості опадів використовувалися як стави, де розводили рибу



https://www.reddit.com/r/Images/comments/5740q1/vietnamese_man_fishing_in_bomb_crater_pond/?rdt=38092

Bomb craters are favored sites for houses, with a replenishable source of protein at the doorstep. These relics have become part of the agrarian landscape, transformed from a symbol of death into one of life.



IMAGE: Mr. Mee's bomb crater fish hatchery "in the uplands near the Ho Chi Minh Trail," photo from *Rural Aquaculture*, via *Pruned*.

<https://www.ediblegeography.com/the-harvests-of-war/>

Пенетрометри Datafield та Лан Про





Кількість зразків для аналізу ґрунту та вимірювання щільності / твердості ґрунту можна варіювати залежно від мети дослідження, але обов'язково враховувати потрібно розмір вирви та вид боєприпасу



У вирвах можуть знаходитися сторонні предмети, навіть після проходження саперів, МЧС. Вони можуть заважати при визначенні щільності ґрунту. Якщо ви відчули при першому зануренні пенетрометра велике ущільнення, перестрахуйтеся, зробіть укол трохи далі.





За скидання великого тонуажу бомб відбувається значна зміни структура ґрунту та відповідно і фізичних показників





Якщо у вирві стоїть вода, аналізуйте місцину без неї, як наприклад, тут, на слайді, де стоїть людина



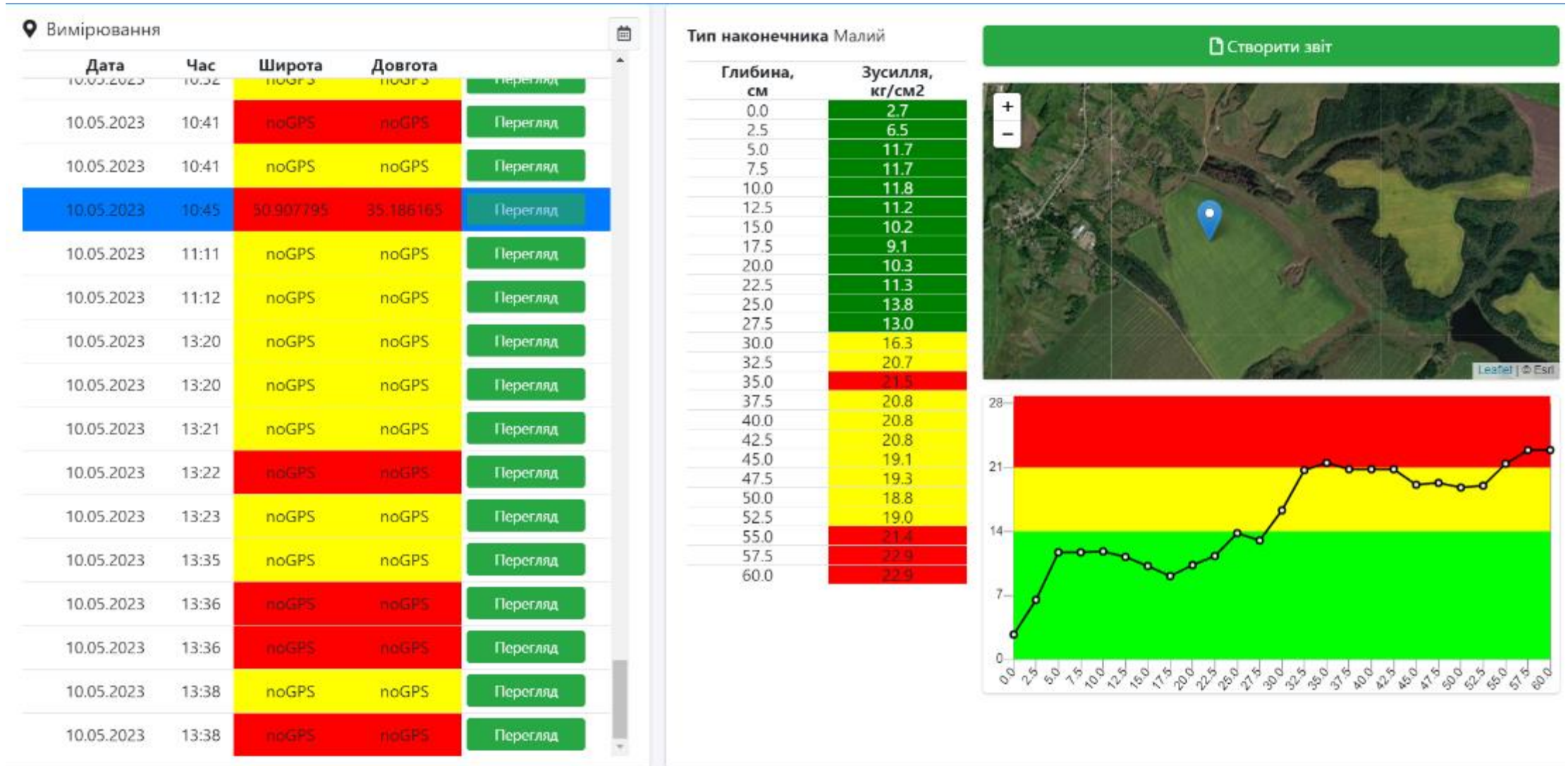
У більшості господарств не чекають приходу працівників МЧС і якщо при першому огляді не бачать нічого небезпечного, продовжують польові роботи



На деяких полях є багато хвостів від касетних боєприпасів, їх краще не чіпати.
У вирвах також з часом можуть робити ходи дикі тварини, не працюйте саме на цих місцях, бо тут змінено фізико-механічні властивості і фізичні параметри.




Дані з пенетрометра «Лан Про». За наявності «глушилки» на прикордонні та поганого інтернет-зв'язку, GPS прив'язка може бути не точна або взагалі не висвічується на екрані пенетрометра



Пенетрометри можуть показувати дані у кілопаскалях чи $\text{кг}/\text{см}^2$, їх можна конвертувати


Заміна $\text{кг}/\text{см}^2$ на кілопаскалі онлайн
(kg/cm^2 на кПа)

конвертувати:

<input type="text" value="2.5"/>	<input type="text" value="kg/cm<sup>2</sup>"/>	
<small>кг/см²</small>		
<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="кПа"/>	
<small>кілопаскалі</small>		

Заміна кілопаскалів на $\text{кг}/\text{см}^2$ онлайн
(кПа на kg/cm^2)

конвертувати:

<input type="text" value="101"/>	<input type="text" value="кПа"/>	
<small>кілопаскалів</small>		
<input type="text" value="1.01"/>	<input type="text" value="kg/cm<sup>2</sup>"/>	
<small>кг/см²</small>		

Результати з пенетрометру Data field. Бажано в одній точці робити не менше 5-и уколів. Якщо прилад Datafield показує число «25» серед інших великих цифр, це є помилка, потрібно переробити визначення, бо будуть некоретні дані у середньому по визначеннях і унеможливить порівняння результатів досліджень на різних локаціях

2	Центр поля	Глибина, См	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50	52,5	55	57,5	
3	1/2"	Серед, кПа	153,2	5,1	69,3	217,4	391,5	687,1	1296	1669	2160	2376	2725	3100	3360	3079	3683	4523	4570	4155	5054	5120	4068	4386	4069	3561	
4	1/2"	Макс, кПа	192	51	228	508	621	1471	2529	3031	3559	4239	5215	5360	6033	5926	5705	5910	6076	7070	5968	5983	5500	5826	5596	4786	
5	1/2"	Мін, кПа	25	0	0	29	219	25	132	25	745	722	761	1213	1945	25	25	2318	561	25	2794	3490	25	2812	2860	2836	
6																											
7	Дата виміру	30.06.2023	Напорівське вирва №2																								
8	ID пенетр.	700000171																									
9	Конус	ID виміру	№ виміру	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40	42,5	45	47,5	50	52,5	55	57,5
10	1/2"		1 днище	192	0	101	364	456	972	1808	2135	2442	2970	3026	5360	6033	5926	4581	5139	4234	4158	4035	4256	4146	3637	3244	3122
11	1/2"	94984	2 ухил	142	0	63	181	229	25	132	368	1072	1774	1975	1777	1945	2222	25	2318	561	2951	4380	4776	4431	4605	3863	3645
12	1/2"	94985	3 ухил	190	0	228	508	621	1471	2529	3031	3310	3370	3258	3377	3048	2846	2933	3357	4298	5470	5651	5526	5018	4689	4128	3496
13	1/2"	94986	4 ухил	171	0	0	55	409	653	1837	2804	3532	3976	3026	3935	3492	3494	3359	3118	4297	5774	5913	5570	3372	2812	2860	2836
14	1/2"		5 ухил	180	51	0	111	219	233	288	1566	2611	826	3689	3539	3422	3279	3338	4069	4758	5232	5503	5046	4533	4543	3672	3439
15	1/2"	94988	6 25 см від б	25	0	18	138	593	951	1225	25	1149	2461	2766	2908	2727	686	3229	4443	4437	25	2794	3490	3686	3850	3733	3408
16	1/2"	94989	7 - 0,5 м	104	0	0	115	292	662	1831	2808	3559	4239	5215	5330	5203	5706	5705	5820	5752	25	5968	5844	5090	5007	5069	4445
17	1/2"	94990	8 - 1 м	176	0	0	29	270	636	1413	1908	1924	1793	1762	2191	2573	3429	5061	5550	5452	5130	4878	4814	4877	5071	4895	4786
18	1/2"	94991	9 - 2 м	181	0	57	192	367	608	1025	1222	1257	1630	1776	1213	3044	25	4085	5507	5836	5713	5629	5893	5500	5826	5596	2979
19	1/2"	94992	10 - 5 м від	171	0	226	481	459	660	870	818	745	722	761	1374	2111	3172	4514	5910	6076	7070	5789	5983	25	3815	3629	3454

АФ Лан, Кіндратівка, Сумський район, Сумська область, результати з пенетрометру Лан Pro. Червоним показується переуцільнення, жовтим – менша ступінь ущільнення, зеленим – усе в порядку

<u>Центр вирви</u>		<u>Периметр вирви</u>		<u>5 м від брівки вирви</u>	
<u>Глибина, см</u>	<u>Зусилля, кг/см2</u>	<u>Глибина, см</u>	<u>Зусилля, кг/см2</u>	<u>Глибина, см</u>	<u>Зусилля, кг/см2</u>
0.0	5.4	0.0	3.2	0.0	7.0
2.5	7.8	2.5	9.7	2.5	7.6
5.0	8.5	5.0	9.8	5.0	7.8
7.5	25.4	7.5	17.2	7.5	8.8
10.0	24.9	10.0	18.7	10.0	8.2
12.5	22.5	12.5	21.7	12.5	5.7
15.0	23.3	15.0	22.6	15.0	1.4
17.5	24.2	17.5	25.4	17.5	0.7
20.0	26.1	20.0	27.4	20.0	1.9
22.5	26.0	22.5	21.1	22.5	1.7
25.0		25.0	16.6	25.0	6.2
27.5		27.5	11.2	27.5	8.4
30.0		30.0	11.9	30.0	12.7
32.5		32.5	11.7	32.5	18.2
35.0		35.0	11.4	35.0	20.5
37.5		37.5	12.8	37.5	21.4
40.0		40.0	10.8	40.0	22.6
42.5		42.5	7.3	42.5	21.5
45.0		45.0	8.5	45.0	19.4
47.5		47.5	9.9	47.5	17.9

Результати рхгф. При аналізі ґрунтових зразків потрібно виставляти географічні координати, розміри вирв і вид ушкодження. Дані на ушкоджених ділянках порівнюємо з даними, що взяті на неушкоджених

SAMPLE	LOCATION	SIZE OF CRATER	DAMAGED BY	Ba	Ba Error	Sb	Sb Error	Sn	Sn Error	Cd	Cd Error	Ag	Ag Error	Pd	Pd Error	Zr	Zr Error	Sr	Sr Error	Rb	Rb Error	Pb	Pb Error	Au	Au Error
ґрофирма Lan 1 crater	51.133380, 34.761758,	diameter 5 m, depth 2 m	aerial bomb	373,68	62,09	<LOD	24,75	<LOD	21,07	<LOD	16,87	<LOD	11,89	<LOD	8,91	545,29	16,66	97,41	5,46	70,34	4,5	<LOD	10,73	<LOD	10,77
ґрофирма Lan 1 crater				380,87	62,1	<LOD	24,79	<LOD	21,23	<LOD	16,91	<LOD	12,05	<LOD	8,92	539,6	16,6	97,43	5,46	74,94	4,61	<LOD	10,77	<LOD	9,92
ґрофирма Lan 1 crater				410,71	62,6	<LOD	24,82	<LOD	21,22	<LOD	17,19	<LOD	12,08	<LOD	9,11	556,17	16,81	96,15	5,45	69,79	4,5	12,03	7,35	<LOD	10,21
ґрофирма Lan 1 slope				401,64	62,19	<LOD	24,49	<LOD	21,03	<LOD	16,78	<LOD	11,88	<LOD	8,87	584,23	16,98	96,12	5,43	71,57	4,52	<LOD	10,66	<LOD	9,94
ґрофирма Lan 1 slope				431,76	62,02	<LOD	24,55	<LOD	20,88	<LOD	16,97	<LOD	11,8	<LOD	9,05	558,76	16,63	92,04	5,31	72	4,51	<LOD	10,61	<LOD	10,54
ґрофирма Lan 1 slope				432,37	62,43	<LOD	24,71	<LOD	21,15	<LOD	16,96	<LOD	11,99	<LOD	8,97	570,65	16,84	90,63	5,31	71,84	4,53	<LOD	10,15	<LOD	10,57
ґрофирма Lan 1intact				343,04	60,78	<LOD	24,01	<LOD	20,56	<LOD	16,47	<LOD	11,86	<LOD	8,82	535,36	16,27	91,46	5,25	70	4,42	<LOD	10,42	<LOD	10,08
ґрофирма Lan 1intact				310,29	61,1	<LOD	24,5	<LOD	20,87	<LOD	16,9	<LOD	11,9	<LOD	8,72	536,66	16,46	101,07	5,49	68,98	4,43	<LOD	10,41	<LOD	9,3
ґрофирма Lan 1intact				388,49	61,79	<LOD	24,56	<LOD	21,13	<LOD	16,92	<LOD	11,89	<LOD	8,85	528,9	16,42	105,04	5,58	72,52	4,53	<LOD	10,58	<LOD	10
ґрофирма Lan 3 crater	51.120327, 34.786823,	3*6, depth 1,3-1,4	aerial bomb	447,43	62,78	<LOD	24,98	<LOD	21,27	<LOD	16,95	<LOD	11,96	<LOD	8,93	555,46	16,8	103,85	5,6	72,35	4,56	<LOD	10,66	<LOD	9,95
ґрофирма Lan 3 crater				423,78	62,87	<LOD	24,76	<LOD	21,25	<LOD	17,09	<LOD	12,05	<LOD	8,98	568,09	16,98	101,11	5,57	66,12	4,42	<LOD	10,55	<LOD	9,86
ґрофирма Lan 3 crater				399,72	62,67	<LOD	24,7	<LOD	21,14	<LOD	16,97	<LOD	12,12	<LOD	8,97	582,47	17,11	101,43	5,58	70	4,52	<LOD	10,52	<LOD	10,56
ґрофирма Lan 3 slope				460,98	63,2	<LOD	25,13	<LOD	21,43	<LOD	17,22	<LOD	12,06	<LOD	9,15	558,1	16,88	95,13	5,45	75,05	4,65	<LOD	10,45	<LOD	10,15
ґрофирма Lan 3 slope				403,29	62,5	<LOD	24,73	<LOD	21,2	<LOD	16,86	<LOD	11,96	<LOD	9,01	540,07	16,65	91,39	5,35	69,31	4,49	<LOD	10,89	<LOD	11,38
ґрофирма Lan 3 slope				468,26	63,51	<LOD	25,13	<LOD	21,49	<LOD	16,97	<LOD	12,49	<LOD	9,1	571,7	17,09	100,01	5,57	71,05	4,57	<LOD	10,63	<LOD	10,09
ґрофирма Lan 3 intact				321,19	61,47	<LOD	24,41	<LOD	20,83	<LOD	16,89	<LOD	11,9	<LOD	9,08	528,57	16,47	104,94	5,6	71,92	4,53	<LOD	10,56	<LOD	10,83
ґрофирма Lan 3 intact				363,99	62,26	<LOD	24,58	<LOD	21,07	<LOD	16,83	<LOD	12,06	<LOD	8,97	542,54	16,74	113,04	5,8	72,37	4,57	<LOD	10,43	<LOD	9,95
ґрофирма Lan 3 intact				234,69	60,75	<LOD	24,33	<LOD	20,64	<LOD	16,62	<LOD	11,91	<LOD	8,94	533,56	16,52	112,75	5,74	68,64	4,44	<LOD	10,32	<LOD	10,08
ґрофирма Lan 4 crater	51.115338, 34.793519	3,8*2,5*1,1	self-propelled guns	312,32	63,26	<LOD	25,13	<LOD	21,56	<LOD	17,29	<LOD	12,23	<LOD	9,21	526,03	16,95	111,51	5,89	64,02	4,45	<LOD	10,6	<LOD	10,42
ґрофирма Lan 4 crater				321,19	63,68	<LOD	25,42	<LOD	21,79	<LOD	17,46	<LOD	12,34	<LOD	9,11	522,36	17	107,8	5,85	65,3	4,51	<LOD	11,02	<LOD	9,72
ґрофирма Lan 4 crater				295,67	63,13	<LOD	25,12	<LOD	21,37	<LOD	17,25	<LOD	12,28	<LOD	8,98	517,15	16,86	108,64	5,83	66,39	4,52	<LOD	10,71	<LOD	11,1
ґрофирма Lan 4 slope				342,15	61,55	<LOD	24,49	<LOD	21,14	<LOD	16,84	<LOD	11,87	<LOD	8,86	554,89	16,7	111,89	5,72	73,39	4,56	<LOD	10,27	<LOD	10,33
ґрофирма Lan 4 slope				411,22	62,71	<LOD	24,72	<LOD	21,22	<LOD	17,01	<LOD	11,97	<LOD	8,88	576,69	17,07	112,36	5,79	69,98	4,52	<LOD	10,9	<LOD	10,33
ґрофирма Lan 4 slope				344,17	61,83	<LOD	24,5	<LOD	20,81	<LOD	17,01	<LOD	12,02	<LOD	8,88	542,49	16,67	116,79	5,84	71,14	4,52	<LOD	10,67	<LOD	10,76
ґрофирма Lan 4 intact				278,56	60,69	<LOD	24,22	<LOD	20,74	<LOD	16,74	<LOD	11,68	<LOD	8,77	532,44	16,4	113,1	5,72	71,59	4,48	11,63	7,27	<LOD	9,14
ґрофирма Lan 4 intact				276,82	61,14	<LOD	24,37	<LOD	20,95	<LOD	16,93	<LOD	11,92	<LOD	8,82	534,71	16,55	114,9	5,79	69,22	4,46	<LOD	10,63	<LOD	9,88
ґрофирма Lan 4 intact				213,83	60,36	<LOD	24,14	<LOD	20,91	<LOD	16,59	<LOD	11,92	<LOD	8,78	524,99	16,37	108,44	5,64	69,4	4,45	<LOD	10,57	<LOD	10,43
ґривля 1 crater				483,79	63,25	<LOD	25,08	<LOD	21,41	<LOD	17,12	<LOD	12,11	<LOD	9,01	533,89	16,63	97,31	5,49	73,82	4,61	<LOD	10,63	<LOD	10,18
ґривля 1 crater				456,88	63,22	<LOD	24,86	<LOD	21,29	<LOD	17,12	<LOD	12,17	<LOD	8,98	542,67	16,74	88,08	5,31	71,69	4,57	<LOD	10,34	<LOD	10,77

Table 1. Reference/limit values (mg kg^{-1}) used for evaluating concentrations of potentially toxic elements (PTEs) in soil samples in reviewed studies.

Studies	Country	Ag	As	Be	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sb	V	Zn	Comments
[9]	Bosnia and Herzegovina	-*	-	-	1	-	-	65	-	40	80	-	-	150	Maximum allowed values for silty loam soil
[24]	U.S.	4	-	-	0.36	-	26	28	0.1 ^a	38	11	-	-	46	U.S.EPA eco-screening levels for most sensitive receptors
[24]	Spain	78	-	-	14	-	1100 ^b	630	4.7 ^c	760	400	-	-	1000	Soil screening level for unrestricted land use on shallow soils overlying usable groundwater resources
[22]	Croatia ^d	-	-	-	0–0.5	-	0–40	0–60	0–0.5	0–30	0–50	-	-	0–60	Maximum allowed concentrations for silty loamy soils (for agricultural use)
	Croatia ^e	-	-	-	0.5–1	-	40–80	60–90	0.5–1	30–50	50–100	-	-	60–150	
	Croatia ^f	-	-	-	1–2	-	80–120	90–120	1–1.5	50–75	100–150	-	-	150–200	
[17,21]	Korea	-	-	-	4	-	-	150	-	-	200	40 g	-	300	Korean regulation for agricultural soils [32]
[17,18]	Norway	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	40	-	-	Background levels [33]
[19]	Spain	-	-	-	-	-	80	45	-	65	55	-	-	100	Background levels
	Spain	-	-	-	-	-	100	100	-	100	100	-	-	500	Generic reference level for urban and recreational soils [25]
[16,29]	Korea	-	-	-	-	-	-	2000	-	-	700	5	-	-	Korean regulation for shooting range soils [34]
[28]	Czech Republic	-	30	7	1	50	200	100	-	-	140	-	-	200	Maximum permissible limits [35]
[26,27]	Canada	-	-	-	-	-	-	100 ^h	-	-	500 ^h	-	-	500 ^h	Threshold values for commercial or industrial use & for residential use [36–38]
	Canada	-	-	-	-	-	-	63 ⁱ	-	-	140 ⁱ	20 ⁱ	-	-	
	Canada	-	-	-	-	-	-	500 ^h	-	-	1000 ^h	-	-	1500 ^h	
	Canada	-	-	-	-	-	-	91 ⁱ	-	-	600 ⁱ	40 ⁱ	-	-	

https://www.researchgate.net/publication/344757711_Soil_Contamination_in_Areas_Impacted_by_Military_Activities_A_Critical_Review/figures?lo=1

Table 3. Concentrations of common PTEs (mg kg⁻¹) in military-impacted soils in reviewed studies conducted on military base areas (MBA) and war-impacted areas (WIA).

Reference	Site	Activity	Soil pH	Ag	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Ti	V	Zn	Zr
[9]	Bosnia Herzegovina	MBA	9.2-9.9	-	-	-	0.8-6.1	-	-	23.6-443	-	-	40.4-73.6	27.7-40.9	-	-	-	91.7-238	-
[69]	Switzerland	MBA	6.1-8.2	-	-	-	-	-	-	63-66	-	480-860	55-61	500-620	17-21	-	-	100-110	-
[21]	Korea	MBA	6-6.8	-	-	-	7.45-8.11	-	-	318-562	-	-	-*	3918-18,609	26-108	-	-	104-123	-
[17]	Norway	MBA	4.8-6.5	-	-	-	-	-	-	41-88	-	-	-	356-1112	40-123	-	-	-	-
[19]	Spain	MBA	3.72-6.75	-	-	-	-	-	40-79	19-98	-	-	11-33	55-6309	-	-	-	34-264	-
[29]	Korea	MBA	8	-	-	-	-	-	-	1168	-	-	-	17,468	164	-	-	-	-
[28]	Czech Republic	MBA	5.6-7.7	-	5.33	-	0.235	3.81	18.4	6.91	-	-	10.7	15.5	3.33	-	-	34.3	-
[27]	Canada	MBA	-	-	-	-	-	-	-	245	-	-	-	3368	73	-	-	177	-
[65]	U.S.	MBA	4.9	-	2.47-2.67	-	-	-	36.27-38.4	65.67-118.77	-	91.57-107.33	33.777-57.33	17.85-19.30	0.08-0.12	-	-	54.8-58.27	-
[26]	Canada	MBA	5.9-8.1	-	-	-	-	-	-	1760	-	-	-	43,300	780	-	-	355	-
[68]	Australia	MBA	5.3-6.4	-	0.25-9.55	-	-	-	-	0.43-1250	-	-	0.48-8.97	1.18-10,403	1-252	-	-	0.99-179	-
[67]	U.S.	MBA	6.11-6.72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,068-70,350	-	-	-	-	-
[66]	Canada	MBA	-	-	-	-	-	-	-	1830-7720	-	-	-	14,400-27,100	150-570	-	-	260-1080	-
[63]	U.S.	MBA	4.4-8.19	-	2.8-27.9	-	-	-	-	223-2936	-	83-930	3-33	4549-24,484	7-91	-	-	102-284	-
[13]	Canada	MBA	-	-	0.8-10	24.2-75	0.1-15.2	-	4-24.1	2.5-154	-	-	3-21	5-53.8	-	-	6.9-35.5	11.9-120	-
[6]	Korea	MBA	-	-	-	-	0.0735-0.22	-	-	3.12- 83	-	-	-	3.48-16.9	-	-	-	-	-
[15]	Switzerland	MBA	3.2-3.6	-	-	-	-	-	-	32-552.3	-	-	21.3-114.7	429-80,935	6.2-4022.4	-	-	60.3-128.3	-
[64]	Iran (Iran-Iraq War, 1980-1988)	WIA	8	-	3.9	93	-	13	156	40	2.25	443	110	36	8	3000	63	4420	100
[24]	Spain (WWII, 1939-1945)	WIA	-	1.4-42	-	-	15-23	-	60-115	1403-11,860	0.142-0.624	960-2492	19-96	1555-2000	-	-	-	2805-9019	-
[7]	Poland (WWI, 1914-1918; WWII, 1939-1945)	WIA	5.3-5.9	-	-	-	-	-	-	-	0.4162	-	-	-	-	-	-	-	-
[22]	Croatia, (War of Independence, 1991-1995)	WIA	4.8-7.2	-	-	-	0.13	-	32	13	0.07	506	19	17	-	-	-	53	-
[70]	France (WWI, 1914-1918)	WIA	5.3-5.9	-	1937-72,820	-	-	-	-	1451-9113	-	-	-	968-5777	-	-	-	10,660-90,190	-
[16]	Belgium, (WWI, 1914-1918)	WIA	-	-	-	-	-	-	-	23.3	-	-	-	47.6	-	-	-	-	-

https://www.researchgate.net/publication/344757711_Soil_Contamination_in_Areas_Impacted_by_Military_Activities_A_Critical_Review/figures?lo=1

Сподіваємося, що спільними зусиллями ми зможемо зробити свій вклад з обчислення індексу забруднення ґрунту, як на графіку з публікації колег:
https://www.researchgate.net/publication/344757711_Soil_Contamination_in_Areas_Impacted_by_Military_Activities_A_Critical_Review/figures?lo=1

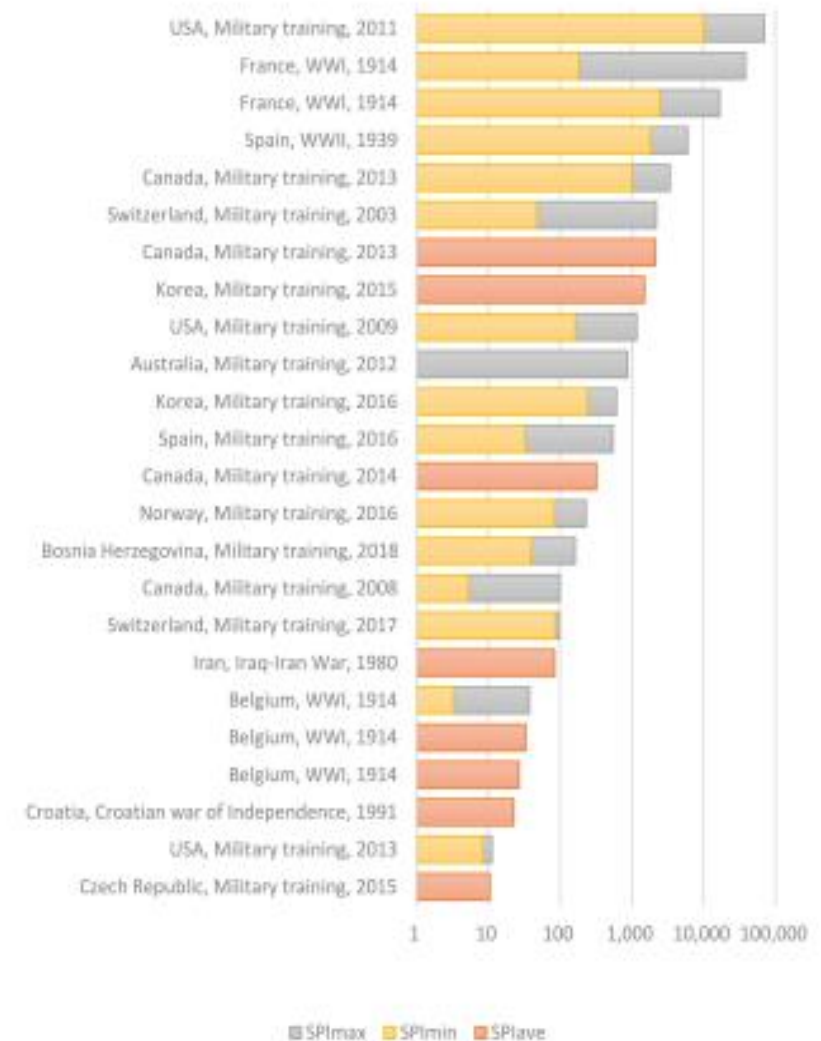


Figure 2. Soil Pollution Index (SPI); maximum, minimum, and average values calculated for reviewed studies.

Висновки

1. Фізичні порушення ґрунту через риття тунелів або траншей, ущільнення через рух військ і техніки, а також утворення кратерів бомби (бомбардування) іноді різко впливають на ґрунт, наприклад його рельєф і гідравлічні властивості, що може призвести до зсувів та ерозії. Хімічні порушення через введення широкого переліку потенційно токсичних елементів, енергетичних сполук і бойових хімічних речовин можуть негативно вплинути на екосистеми, а також на здоров'я людини. Спроби контролювати ці речовини схожі на спроби контролювати промислове забруднення, наприклад, шляхом визначення та забезпечення виконання максимально допустимих концентрацій у навколишньому середовищі. ГДК забруднювачів в різних країнах не завжди включають усі забруднювачі, що викликають занепокоєння, не збігаються за змістом, а їхнє наукове обґрунтування не завжди є зрозумілим. Тому необхідна уніфікована та комплексна наукова основа, яка б належним чином охоплювала низку забруднюючих речовин.
2. У зонах військового впливу знайдено численні РТЕ. Багато таких як Pb (який є дуже токсичним, поширеним і стійким), Hg, As, Cd, Cu та Ni зазвичай зустрічаються у підвищених концентраціях у зонах військового впливу. Хоча їх концентрації були надзвичайно високими в деяких випадках, їх рухливість, а не загальна концентрація, повинна бути головною проблемою при характеристиці місця. Хоча деякі елементи природним чином мають тенденцію бути здебільшого нерухомими (наприклад, Pb), слід підкреслити, що зміна умов навколишнього середовища (наприклад, рН ґрунту через кислотні дощі або окислювально-відновний потенціал через повені) може збільшити мобільність деяких елементів.
3. Місце дослідження має бути належним чином охарактеризовано на основі адекватного просторового і вертикального профілювання. З даних вчених, видоутворення, фракціонування та рухливість забруднюючих речовин не були належним чином розглянуті в більшості досліджень. Оцінка ризику для здоров'я людини на об'єктах, які постраждали від військових, в основному дотримувалася добре узгодженої системи оцінки хімічних ризиків. Забруднювач хімічні види та біодоступність, які безпосередньо впливають на результати для характеристики ризику, в основному не враховувалися, тому їх слід належним чином інтегрувати в процес оцінки для більшої точні результати в майбутньому.



Training of experts to assess soils
damaged due to hostilities



Sumy National
Agrarian University



Royal
Agricultural
University

Дякую за увагу!

