

[illegible]

ЗАМОВНИК: ТОВ «XXXXXXXXXX»

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

ВИКОНАВЕЦЬ: ТОВ «МАГІЯ КОМФОРТУ»

вулиця Покровська, буд. 63,

м. Житомир

Директор Покляченко В.В.

Інженер з якості Садовський В.А.

1. Вступ

Легкий дефлектометр ZFG 3.0 - це сучасне покоління точних вимірювачів ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності)) ґрунту (далі - вимірювач) у відповідності з директивою TP BF-StB Teil B 8.3 (Німеччина) та нормативно-технічних документів та нормативно-правових актів України (далі НТД, НПА) з використанням сучасної методики та обладнання представленого компанією ZORN INSTRUMENTS (Німеччина) на початку 1990-х років. Технічна специфікація виміру ґрунту дозволяє швидко, якісно та надійно оцінити стан скелету ґрунту, ступінь та якість ущільнення (пошарового ущільнення) ґрунту на ділянках будівельних майданчиків обстежуваних об'єктів при виконанні гірських, земляних, будівельних, дорожньо-будівельних робіт у тому числі з благоустрою, культивації, планування ґрунту із забезпеченням надання відповідного висновку у вигляді Звіту вимірювання ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності)) ґрунту (далі - Звіт) встановленого зразка і отримати достовірну інформацію в доступній і візуально зрозумілій формі.

Проводити виміри можливо в обмежених умовах (наприклад, будівництво колії, засипка траншеї, зворотні засипки фундаментів, котловани, інші важкодоступні місця). Також перевагою даного вимірювача є мала площа місця та мала маса випробувального пристрою, малий час вимірів (приблизно 2-3 хвилини на кожну точку) тощо.

Даний інструмент діагностики при будівництві об'єктів будівель останні кілька років дуже затребуваний в Європі і поступово набуває популярності в Україні де знаходить досить широке застосування.

2. Характеристики вимірювача ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності) ґрунту) та системи формування результатів

Вимірювач використовується для визначення модуля динамічної деформації E_{vd} [MN/m^2] за допомогою динамічних випробувань на пластину. Це дає висновки щодо несучої здатності та якості ущільнення ґрунтів.

Вимірювач особливо підходить для тестування:

- грубих та змішаних ґрунтів з максимальним розміром зерна до 63 мм;
- дрібнозернистих ґрунтів або будівельних матеріалів з жорсткою до твердої консистенції;
- ґрунтів після проведення заходів з поліпшення ґрунту.

Вимірювач ZFG 3.0 - це стандартна версія з завантажувальним пристроєм 10 кг та навантажувальною пластиною 300 мм має верхню межу вимірювання $E = 70 \text{ MN}/\text{m}^2$ (МПа). Це відповідає осіданню ґрунту приблизно на 0,3 мм. Виміри на більш сильно ущільнених ґрунтах слід проводити за допомогою завантажувального пристрою вагою 15 кг з ударним навантаженням у 1,5 рази. Це розширює діапазон вимірювання до $105 \text{ MN}/\text{m}^2$. Вимірювач може використовуватися як доповнення або альтернатива статичному навантаженню на пластину.

Вимірювач автоматично розраховує розрахункові значення навантажувальної пластини та модуля деформації E_{vd} . Крім того, він зберігає дані вимірів на SD -карті. Базове обладнання ZFG 3.0 розширене додатковими технічними можливостями: доступні функції включають вбудований приймач GPS для локалізації вимірювань, передавач WiFi для передачі вимірювальних даних на ПК з ОС Windows або на планшети та смартфони (iOS та Android). Крім того, доступний термопринтер для миттєвого експрес-друку результатів вимірів.

Виміри проводилися вимірювачем ZFG 3.0, серійний номер 11426. Остання дата калібрування вимірювача - 18.11.2025.





Характеристики вимірювача:

Вага падаючого вантажа	10 кг
Загальна вага	15 кг
Максимальна сила дії	7,07 кН
Час дії	17 мсек $\pm$ 1,5 мсек
Максимальний тиск на ґрунт	0,1 MN/м ²
Діаметр навантажувальної пластини	300 мм
Вага навантажувальної пластини	15 кг
Діапазон вимірювання усадки	від 0,3 мм до 5 мм
Діапазон температур вимірів згідно Керівництва з експлуатації	від +10 до +40° С
Діапазон температур виміру згідно НТД	від 0 до +40° С

Додатково під час вимірів використані інші наявні прилади: лазерний далекомір, електронний контактний термометр, компас, рулетка тощо.

ПОСЛУГА: ПЕРЕВІРКА ЯКОСТІ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ

(визначення опорної здатності та якості ущільнення ґрунтів)



СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ

- ґрунтова основа
- дорожнє покриття
- залізничне будівництво
- будівництво траншей і каналів
- будівництво трубопроводів
- приватне будівництво
- засипка мостів

МЕТА УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ

- зменшення загального обсягу пор (повітряних порожнин) всередині ґрунту
- збільшення взаємного зчеплення мінеральних часток для підвищення механічної стабільності



ПЕРЕВАГИ

- миттєва оцінка результатів вимірювань, їх друк на місці виконання робіт
- прив'язка локації до GPS координат, Google-maps інтерфейс
- безпроблемне тестування важкодоступних ділянок
- випробування не заважають процесу виконання будівельних робіт
- відсутність впливу "людського фактору"



СТАНДАРТИ

- ДСТУ Б В.2.3-42:2016 (Україна)
- TP BF-StB Teil B 8.3, ZTVE-StB 09 (Німеччина)
- RiL-DB 836 (Німеччина), UNE 103807-2 (Іспанія)
- RVS 08.03.04 März 2008 (Австрія), KMF (Швейцарія)
- ASTM E2835-11 (Північна Америка)

- **ШВИДКО**
- **ЯКІСНО**
- **БЕЗПЕЧНО**

ЗАМОВИТИ ПОСЛУГУ

(050) 490-60-63

(067) 378-09-41

quality@magic-comfort.com.ua
magic-comfort.com.ua

Атестат (сертифікат) KPI-ES № 000118, KPI-ES № 000120
від 09.04.2021



3. Завдання робіт з виміру на об'єкті та опис об'єкту

Провести роботи з виміру ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності) ґрунту) благоустрою, культивації, планування ґрунту (дрібнозернистий пісок, щебінь фракції 2х5 та 5х10мм) зони розминки на якість їх ущільнення в порівнянні з проектними даними та вимогами чинних в Україні нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів, оцінити стан скелету ґрунту та надати Звіт з проведеної роботи із внесенням даних до виконавчої схеми проекту та записів про проведену роботу в документацію згідно вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

Виміри проводилися на майданчику за Робочого проекту «Будівництво зони розминки за адресою: Житомирська область, Житомирський район, Глибочицька сільська рада, Станишівське лісництво, квартал 25, відділ 13». Організація виконання робіт з вимірів здійснена згідно проектно-технологічної документації, складу і змісту, визначеними відповідними нормативними документами, будівельними нормами і правилами України.

Виконавцем дотримані санітарні норми в зоні проведення робіт, після завершення робіт сміття видалено у спеціально відведену зону, обладнання, що використовувалося під час виміру, вивезено з майданчика.



На об'єкті у Чернівецькій області

4. Перелік нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів з дотриманням яких проводилися виміри

1. Директива Інституту по будівельним матеріалам і інженерії ґрунту м. Ветцлар (Німеччина) «Технічна директива по проведенню випробувань ґрунтів і скального ґрунту в дорожньому будівництві ТР BF-StB частина В 8.3».

2. ДСТУ-Н Б В.2.1.-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.2.01-87, MOD).

3. ДСТУ Б В.2.1.-2-96 (ГОСТ 25100-95) «Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація».

4. ДСТУ Б В.2.1-9-2016 «Ґрунти. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням».

5. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд».

6. ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016 «Настанова щодо інженерної підготовки ґрунтової основи будівель і споруд».

7. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

8. ДСТУ Б В.2.7-32-95 «Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт».

9. ДСТУ Б В.2.7-29-96 «Будівельні матеріали. Дрібні заповнюючі природні, із відходів промисловості, штучні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Класифікація».

10. «Руководство по устройству обратных засыпок котлованов с подготовкой оснований под технологическое оборудование и полы на просадочных грунтах» (дата введення та актуалізація нормативного документу - 01.01.2021).

11. СП 45.13330.2012 «Свод Правил. Земляные сооружения, основания и фундаменты» (актуалізаційна редакція СНиП 3.02.01-87).



5. Виміри ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності) ґрунту) благоустрою, культивуації, планування зони розминки на якість їх ущільнення у порівнянні з проєктними даними

Виміри проведено 06.12.2024 у період з 14:42 до 15:11 год. Перед проведенням вимірів проведено ознайомлення з Робочим проєктом, виконавчою схемою, оглянуто стан ґрунтів на майданчику об'єкту, а також здійснено моніторинг та фіксацію інформації про якість атмосферного повітря (постанова Кабінету Міністрів від 14.08.2019 №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря»), які зафіксовані: швидкість вітру – 2,2 м/с, напрямок вітру – північно-західний, температура на початок вимірювання +0,5 °С (відчуття як -1,0 °С), температура на кінець вимірювання +0,5 °С, відносна вологість – 76%, атмосферний тиск – 746мм. Інші погодні умови: опади – відсутні, переважно хмарно, видимість 10 км.

Всього проведено один вимір на 5 (п'яти) точках (тестах) та на одній додатковій точці (тесту) на відносних відмітках поверхні ґрунту, зазначених у розділі 6 даного Звіту, біля визначених точок зони розминки, на якому проводилися виміри. **Місцезаположення точок (тестів) з відповідними координатами зазначена у таблиці нижче.**

№ п/п	№ тесту	Місцезаположення точок (координати)
-------	---------	-------------------------------------

1	7075	N 50° 281673, E 28° 880938
2	7076	N 50° 281555, E 28° 881027
3	7077	N 50° 281673, E 28° 880938
4	7078	N 50° 281555, E 28° 881027
5	7079	N 50° 281673, E 28° 880938
6	7080	N 50° 281555, E 28° 881027



На об'єкті у Брусилівській ТГ

6. Результати тестів виміру

Загальні результати тестів виміру на 6 точкам сформовані у програмному комплексі (програмного забезпечення) Microsoft Windows без впливу «людського фактору» та відображені на 12 аркушах додатку 1 даного Звіту (включно із фотоматеріалами). **При автоматичному формування у програмному комплексі загальних та повних результатів виміру (тестів) можливе округлення значень та їх відмінність не більше ніж на $\pm 0,01$ однієї і тієї ж точки виміру (тесту).**

Рядки та колонки в таблицях загальних та повних результатів виміру (тестів) мають такі значення:

- 1) Номер тесту;
- 2) Дата та час виміру;
- 3) Модуль динамічної деформації, E_{vd} в MN/м² (МПа);
- 4) Ступінь ущільнення, s/v ;
- 5) Зміщення (усадка ґрунту) S , мм
- 6) Оператор (фахівець);
- 7) Коментар.

У повному опису результатів виміру (тестів) точок додатково зазначається тип та група ґрунту, товщина шару ґрунту, на яку діє вимірювач, погода та температура навколишнього середовища, графік кривих зміщення (усадки) ґрунту, географічні (GPS) координати та фото точки (місця) тесту, висновок, підпис оператора (фахівця) скріплена печаткою Виконавця тощо.

За результатами виміру узагальнені усі зібрані дані та складено таблицю об'ємного стану ґрунту, які відображена в даному розділі Звіту.

№ п / п	№ те ст у	Дата та час тесту	Ди на міч ни й мо дуль Ev d, М N/ m ²	Ст упі нь ущ іль не ння s\ν, мс к	Змі ще ння S, мм	Кое фіці єнт ущі льне ння, Ku	Коефіцієнт щільність ґрунту після трамбуван ня (максимал ьний)	Вол огіс ть ґрун ту, W	Відно сна відмі тка повер хні ґрунт у Н, м
1	707 5	06.12.2024 14:42:26	40,25	3,689	0,559	> 1,00	> 1,87	0,12	193,730
2	707 6	06.12.2024 14:47:58	38,33	3,967	0,587	> 0,987	= 1,87	0,12	193,930
3	707 7	06.12.2024 14:51:31	22,88	3,621	0,983	> 0,991	> 1,27	0,08	193,470
4	707 8	06.12.2024 15:00:42	27,56	3,182	0,816	> 1,00	> 1,27	0,08	193,670
5	707 9	06.12.2024 15:06:56	23,32	3,496	0,965	> 0,991	> 1,27	0,08	193,420
6	708 0	06.12.2024 14:10:55	26,80	3,066	0,839	> 1,00	> 1,27	0,08	193,620

7. Аналіз і обробка результатів тестів виміру

Оператором (фахівцем) за результатами отриманих даних тестів виміру, насамперед - значень визначеного динамічного модуля деформації (пружності ґрунту)), зміщення (усадки) ґрунту, степеню ущільнення, а також виміру певної класифікації (тип, група, класифікація тощо) ґрунту, посилаючись на вимоги чинних в Україні нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів та використовуючи *Таблицю кореляції динамічного модуля пружності, статичного модуля пружності і коефіцієнта ущільнення ґрунту* [1], яка додається, та можливо

класифікувати статичний модуль пружності (деформації), коефіцієнт ущільнення ґрунту, щільність (густину) ґрунту.

Таблиця кореляції динамічного модуля пружності, статичного модуля пружності і коефіцієнта ущільнення ґрунту інституту по будівельним матеріалам і інженерії ґрунту м. Ветцлар (Німеччина)

згідно Німецької директиви: «Технічна директива по проведенню випробувань ґрунтів і скального ґрунту в дорожньому будівництві TP BF-StB частина B 8.3»

- Коефіцієнт ущільнення D_{pr}
- Динамічний модуль деформації E_{vd}
- Будівельний стандарт DIN 18196

Тип та група (згідно стандарту DIN) ґрунту	Динамічний модуль деформації E_{vd} , MN/m ²	Статичний модуль деформації E_{v2} , MN/m ²	Коефіцієнт ущільнення ґрунту, K_u
Каменисті ґрунти (GW, GI - група 1 незв'язні ґрунти); Піщано-гравійна суміш; Щебінь (5-20, 20-40, 40-63); Гравій і піски з ≤ 7 об'ємом -%<0,063 мм (GW, GI - група 1 незв'язні ґрунти; GT, GU - група 2 слабозв'язні ґрунти)	≥ 60	≥ 120	$\geq 1,03$
	≥ 57	≥ 110	$\geq 1,02$
	≥ 50	≥ 100	$\geq 1,00$
	≥ 48	≥ 97	$\geq 0,988$
	≥ 46	≥ 94	$\geq 0,987$
	≥ 44	≥ 89	$\geq 0,984$
	≥ 42	≥ 84	$\geq 0,982$
	≥ 40	≥ 80	$\geq 0,980$
	≥ 38	≥ 76	$\geq 0,976$
	≥ 37	≥ 74	$\geq 0,973$
Піщані ґрунти (GE, SE, SW, SI - група 1 незв'язні ґрунти); Крупнозернистий пісок; Дрібнозернистий пісок; Вузько-класифікаційні гравій і піски і неоднорідно-класифікаційні піски	≥ 40	≥ 80	$\geq 1,00$
	≥ 39	≥ 78	$\geq 0,988$
	≥ 38	≥ 76	$\geq 0,987$
	≥ 37	≥ 74	$\geq 0,984$
	≥ 36	≥ 72	$\geq 0,982$
	≥ 35	≥ 70	$\geq 0,980$
	≥ 34	≥ 68	$\geq 0,976$
	≥ 33	≥ 65	$\geq 0,973$
	≥ 32	≥ 60	$\geq 0,970$
Ґрунти змішані дрібної фракції; Різнозернисті гравій і піски з 7-15 об'ємом -%< 0,063мм (GU, GT, SU, ST - група 2 слабозв'язні ґрунти та група 3 зв'язні змішані ґрунти, мул (зв'язний пісок і гравій, зв'язні	≥ 25	≥ 45	$\geq 1,00$
	≥ 24	≥ 44	$\geq 0,997$
	≥ 23	≥ 43	$\geq 0,994$
	≥ 22	≥ 42	$\geq 0,991$
	≥ 21	≥ 41	$\geq 0,988$
	≥ 20	≥ 39	$\geq 0,985$
	≥ 19	≥ 37	$\geq 0,982$
	≥ 18	≥ 35	$\geq 0,979$
	≥ 17	≥ 33	$\geq 0,976$

каменисті, вивітрені ґрунти). Ґрунти, що відповідають зустрінутим на будівельному майданчику в зоні вимірювань.	≥ 16	≥ 31	$\geq 0,973$
	≥ 15	≥ 30	$\geq 0,970$
	≥ 14	≥ 28	$\geq 0,966$
	≥ 13	≥ 26	$\geq 0,962$
	≥ 12	≥ 24	$\geq 0,958$
	≥ 11	≥ 22	$\geq 0,954$
	≥ 10	≥ 20	$\geq 0,950$

Характеристики піщаного ґрунту

За результатами проведених робіт з виміру ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності) ґрунту) благоустрою, культивації, планування піщаного ґрунту на майданчику зони розминки, дані якості його ущільнення, у порівнянні з проєктними даними та вимогами чинних в Україні НПА та НТД, їх аналізу, встановлено наступне.

Класифікація піщаного ґрунту на місці вимірювання проведена згідно пунктів 3.1 - 3.5, 3.7 та таблиць 1, 2, 4, 7 [9], а вміст органічних домішок піщаного ґрунту визначено за допомогою проведеного дослідження згідно п. 3.6 та таблиці 6 [9] та наведені у Висновку.

Враховано, що показник щільності насипної породи піщаного ґрунту набагато менше, ніж ті ж характеристики утрамбованого ґрунту. **Так, виходячи з пунктів 4.4.2 [8] насипна щільність (густина), $\rho_{\text{нас}}$ - для піщаного ґрунту складає $1,1 \text{ г/см}^3$ ($1,1 \text{ т/м}^3$ або 1110 кг/м^3), а при оптимальній вологості $0,08 - 0,12 \text{ г/см}^3$ та якісному пошаровому трамбуванню віброплитою та/або катком максимальна щільність (густина) ρ_{max} - вже становитиме від $1,8$ до $1,88 \text{ г/см}^3$ (від $1,8$ до $1,88 \text{ т/м}^3$ або від 1800 до 1880 кг/м^3). Ця залежність зазначена у таблиці нижче.**

Ґрунти	Оптимальная влаж- ность	Максимальная плот- ность т/м^3
Песчаные	0,08—0,12	1,80—1,88
Супесчаные	0,09—0,15	1,85—2,08
Супесчаные пылеватые	0,16—0,22	1,61—1,80
Суглинистые	0,12—0,15	1,65—1,95
Суглинистые тяжелые	0,16—0,20	1,67—1,79
Суглинистые пылеватые	0,18—0,21	1,65—1,74
Глины	0,19—0,23	1,58—1,80

У 1 та 2 тестів у точці виміру №7075 та 7076 коефіцієнт ущільнення ґрунту досягнув значення $K_u > 1,00$ та $K_u > 0,987$ відповідно як для групи 1 піщаних ґрунтів GE, SE, SW, SI - незв'язні ґрунти, для яких коефіцієнт ущільнення K_u min повинен бути не менше 32 MN/м^2 , а при максимальному якісному трамбуванню $K_u \text{ max}$ може сягати до 40 MN/м^2 і більше.

При результатах тестів у точках 1 та 2 виміру 06.12.2024, K_u має значення 38 MN/м^2 і більше, тому коефіцієнт щільності ґрунту (максимальний), на якому

проводилися виміри динамічного модуля деформації (пружності) ґрунту) - становить **1,87 г/см³ (1,87 т/м³ або 1870 кг/м³)**.

Найвищі показники щільності ґрунту відзначаються у порід з вологістю трохи вище норми. Ця залежність зображена на графіку нижче.



На майданчику зони розминки, де проводилися виміри, згідно діючого Робочого проекту, впроваджено дренажну систему, яка підтримує оптимальну вологість ґрунту необхідну для підтримки функціональних (робочих та експлуатаційних) характеристик покриття даного майданчику (зони розминки).



Характеристики щебеню.

За результатами проведених робіт з виміру ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності) ґрунту) благоустрою, культивування, планування щебеню фракцій 2х5мм та 5х10мм на майданчику зони розминки, дані

якості його ущільнення, у порівнянні з проєктними даними та вимогами чинних в Україні НПА та НТД, їх аналізу, встановлено наступне.

Щебінь використовується в різних сферах, застосовується на різних роботах, без цього матеріалу не зможе обійтися ремонт, жодне будівництво. Він потрібен для будівництва доріг, для зведення фундаменту, в бетонних конструкціях. Має значення характеристика, щільність і величина будматеріалу. Щебінь при однаковому обсязі володіє різною вагою. Цей будівельний матеріал створений природою, видобувається він у кар'єрах. Величезні камені спочатку дроблять, потім фільтрують по розмірним сіткам і очищають від непотрібного баласту. Розглянемо цей будматеріал, який ділиться на три головних сорти (види) - гравійний; гранітний; доломітовий (вапняний). Також є ще один вид щебеню – вторинний. Ці види мають підпорядкованість від щільності і виникнення даного будматеріалу.

Для виготовлення **гранітного щебеню** використовується відповідна порода. Це нерудний матеріал, який отримують з твердої породи. Граніт - застигла магма, що володіє великою твердістю, обробка його скрутна. Щебінь даного виду виготовляється згідно ГОСТу 8267-93. Найпопулярнішим є щебінь, який має фракцію 5х20 (5-10)мм, так як його можна застосовувати для різноманітних робіт, включаючи виготовлення фундаментів, доріг, майданчиків та іншого.

Гравійний щебінь є будівельний сипучий матеріал, який виходить при дробленні каменистої скелі або породи в кар'єрах. Міцність матеріалу не така висока, як у гранітного щебеню, але вартість його нижче, як і радіаційний фон. Сьогодні прийнято розрізняти два типи гравію:

- дроблений різновид щебеню;
- гравій річкового і морського походження.

За фракції щебінь класифікується на 4 великі групи: 3х10 (2х5), 5х40, 5х20, 20х40мм. Використовується матеріал для приготування різних будівельних сумішей в якості наповнювача, він вважається незамінним при замішуванні бетону, будівництві фундаментів, доріжок.

Доломітовий або вапняковий щебінь виготовляється з гірської осадової породи. Як зрозуміло з назви, сировиною виступає вапняк. Основна складова - карбонат кальцію, вартість матеріалу одна з найнижчих. Фракції цього щебеню поділяються на 3 великі групи: 20х40, 5х20, 40х70мм. Застосуємо він для скляної промисловості, при виготовленні невеликих залізобетонних конструкцій, в приготуванні цементу.

Вторинний щебінь має найнижчу вартість. Роблять його з будівельного сміття, наприклад, асфальту, бетону, цегли.

Основні фракції щебеню:

5х8 мм; 5х20 мм; 20х40 мм; 40х70 мм; 0,63х2 мм; гравій.

Застосування цього фракційного матеріалу та основні показники:

- 0-5 мм – йде на відсіпання доріжок, при декоруванні на присадибних ділянках;
- 2х5 мм – використовується при замішуванні бетону, будівництві фундаментів, доріжок.
- 5х10 мм – знаходить вживання в будівництві доріг (майданчиків), в ремонтних роботах;
- 5х20 мм – застосовують для покриття на аеродромах;
- 20х40 мм – застосовують для заливання фундаментів, для відсіпання трамвайних колій;
- 40х70 мм – застосовують у виробництві бетону, для покриття доріг;
- 70х120 мм – використовується при зведенні клумб, в ландшафтних роботах.

Основні показники щебеню - це питома вага і щільність даного матеріалу. Якщо фракція дрібна - насипна щільність щебеню висока, велика фракція - насипна щільність щебеню менша, однак виходить міцний і якісний бетон. Також щільність цього матеріалу має залежність від форми каменю, наприклад, він буває плоским, голчастим, кубовидним. Кубовидний камінь має високу щільність, як висновок – бетон буде надміцним.

Скільки кубів в тонні щебеню (насипна щільність щебеню):

Розрахунок по фракціях: 0х5мм – 1,50 т/м³; 2х5мм митий – 1,33 т/м³; 5х10мм – 1,36 т/м³; 5х20мм – 1,37 т/м³; 20х40мм – 1,41 т/м³; 40х70мм – 1,47 т/м³; 70х120мм – 1,48 т/м³.

Наименование материала	Вес куба (кубометра), кг	Вес ведра (12л), кг
Щебень гранитный	1470	17,5
Щебень песчаник	1300	15,5
Щебень терриконовый	1150	14
Щебень туфовый	800	9,5
Щебень мраморный	1500	18
Щебень известняковый	1300	15,5
Щебень шлаковый	1500	18

Що враховується в розрахунках.

Перед тим, як порахувати обсяг щебеню, потрібний для Ваших будівельних робіт, слід врахувати кілька важливих зовнішніх факторів: товщину шару засипки; загальну площу робіт; питому вага щебеню; коефіцієнт ущільнення та інші.

Питома вага вказується в сертифікатах на товар, а насипна щільність зазвичай вважається з коефіцієнтом 0,2-0,3 від істинної щільності в меншу сторону. Це відбувається тому, що в ній враховуються зазори і ущільнення при відвантаженні і транспортуванні. Коефіцієнт ущільнення вимірюється за допомогою приладу.

Розрахунок об'ємів щебеню.

У 3 та 4 тестах у точках виміру №7077 та 7078 коефіцієнт ущільнення ґрунту досягнув значення $K_u > 0,991$ та $K_u > 1,00$ відповідно як для групи 2 гравійних незв'язних ґрунтів, для яких коефіцієнт ущільнення K_u min повинен бути не менше 10 MN/m^2 , а при максимальному якісному трамбуванні K_u max може сягати до 25 MN/m^2 і більше.

При замовленні зі складу фактичного об'єму щебеню 2х5мм (митий) та його списанню слід врахувати: необхідний об'єм планування на майданчику, насипну щільність щебеню, коефіцієнт щільності після трамбування та коефіцієнт ущільнення. Тоді необхідно насипну щільність $1,33 \text{ т/м}^3$ (щебінь фракції 2х5мм, митий) помножити на 1,27. **Таким чином ми отримуємо $1,33 \times 1,27 = 1,6891$.**

Далі даний результат множимо на K_u , що отримали при вимірах:

У 3 тесті у точці виміру №7077 фактичний використаний обсяг щебеню в 1 м^3 становитиме: $1,6891 \times 0,991 = 1,6738 \text{ т/м}^3$.

У 4 тесті у точці виміру №7078 фактичний використаний обсяг щебеню в 1 м^3 становитиме: $1,6891 \times 1,00 = 1,6891 \text{ т/м}^3$.

У 5 та 6 тестах у точках виміру №7079 та 7080 коефіцієнт ущільнення ґрунту досягнув значення $K_u > 0,991$ та $K_u > 1,00$ відповідно як для групи 2 гравійних незв'язних ґрунтів, для яких коефіцієнт ущільнення K_u min повинен бути не менше 10 MN/m^2 , а при максимальному якісному трамбуванні K_u max може сягати до 25 MN/m^2 і більше.

При замовленні зі складу фактичного об'єму щебеню (5х10мм) та його списанню слід врахувати: необхідний об'єм планування на майданчику, насипну щільність щебеню, коефіцієнт щільності після трамбування та коефіцієнт ущільнення. Тоді необхідно насипну щільність $1,36 \text{ т/м}^3$ (щебінь 5х10мм) помножити на 1,27. **Таким чином ми отримуємо: $1,36 \times 1,27 = 1,7272$.**

Далі даний результат множимо на K_u , що отримали при вимірах:

У 5 тесті у точці виміру №7079 фактичний використаний обсяг щебеню в 1 м^3 становитиме: $1,7272 \times 0,991 = 1,7116 \text{ т/м}^3$.

У 6 тесті у точці виміру №7080 фактичний використаний обсяг щебеню в 1 м^3 становитиме: $1,7272 \times 1,00 = 1,7272 \text{ т/м}^3$.

Також важлива марка лещадністю, яка може перебувати в межах 10-30%. Найбільш якісний щебінь з лещадністю 10% практично не стискається. Якщо ж ви застосовуєте щебінь з лещадністю 25-30%, його слід замовити на 10-15% більше від розрахункового обсягу. Від того, наскільки чистий щебінь і скільки в ній пилу залежить не дуже значна частина обсягу. Зазвичай похибка в більшу сторону знаходиться в межах 3-5%.

8. Висновок оператора (фахівця) за результатами тестів вимірів.

I. Значення виміру 06.12.2024 модулю деформації на верхньому шару ґрунту (дрібнозернистий пісок, за класифікацією: щільний, середній, природній, дрібний, з низьким вмістом пиловидних і глинистих часток, з низьким вмістом органічних домішок, за формою зерен - обкочені) на абсолютних відмітка 193,73м та 193,93м відповідно з кроком пошарового ущільнення 80мм (всього шар 260мм) відповідають у 2 точках тестів виміру $> 38 \text{ MN/m}^2$, коефіцієнту ущільнення ґрунту $K_u > 0,987$ як для групи 1 піщаних ґрунтів GE, SE, SW, SI - незв'язні ґрунти, а саме:

1. Точка №7075, $E_{vd} = 40,25 \text{ MN/m}^2$, $K_u > 1,00$, при вологості $W = 0,12$ (12%) відповідають коефіцієнту щільності після трамбування 1,87 та НПА, НТД України, зокрема ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Тест пройдено. Згідно розрахунку фактичний використаний обсяг піщаних ґрунтів в 1м^3 становитиме: **1,870 т/м³**.

2. Точка №7076, $E_{vd} = 38,33 \text{ MN/m}^2$, $K_u > 0,987$, при вологості $W = 0,12$ (12%) відповідають коефіцієнту щільності після трамбування 1,87 та НПА, НТД України, зокрема ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Тест пройдено. Згідно розрахунку фактичний використаний обсяг піщаних ґрунтів в 1м^3 становитиме: **1,870 т/м³**.

II. Значення виміру модулю деформації на верхньому шару ґрунту (щебінь фракцією 2х5мм, митий) на абсолютних відмітка 193,47м та 193,67м відповідно з шаровим ущільненням 50мм (всього шар 50мм) відповідають у 2 точках тестів виміру 22 MN/m^2 та більше, коефіцієнту ущільнення ґрунту $K_u > 0,991$ як для групи 2 гравійних незв'язних ґрунтів та решти шару (250мм) - ґрунтів змішаних дрібної фракції (суглинок), а саме:

Точка №7077, $E_{vd} = 22,88 \text{ MN/m}^2$, $K_u > 0,991$, при вологості $W = 0,08$ (8%) відповідають коефіцієнту щільності після трамбування 1,27 та НПА, НТД України, зокрема ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Тест пройдено. Згідно розрахунку фактичний використаний обсяг щебеню в 1м^3 становитиме: **1,6891 x 0,991 = 1,6738 т/м³**.

Точка №7078, $E_{vd} = 27,56 \text{ MN/m}^2$, $K_u > 1,00$, при вологості $W = 0,08$ (8%) відповідають коефіцієнту щільності після трамбування 1,27 та НПА, НТД України, зокрема ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Тест пройдено. Згідно розрахунку фактичний використаний обсяг щебеню в 1м^3 становитиме: **1,6891 x 1,00 = 1,6891 т/м³**.

III. Значення виміру модулю деформації на верхньому шару ґрунту (щебінь фракцією 5х10мм) на абсолютних відмітка 193,42м та 193,62м відповідно з шаровим ущільненням 100мм (всього шар 100мм) відповідають у 2 точках тестів виміру 23 MN/m^2 та більше, коефіцієнту ущільнення ґрунту $K_u > 0,991$ як для групи 2 гравійних незв'язних ґрунтів та решти шару (300мм) - ґрунтів змішаних дрібної фракції (суглинок), а саме:

Точка №7079, $E_{vd} = 23,32 \text{ MN/m}^2$, $K_u > 0,991$, при вологості $W = 0,08$ (8%) відповідають коефіцієнту щільності після трамбування 1,27 та НПА, НТД України, зокрема ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Тест пройдено. Згідно розрахунку фактичний використаний обсяг щебеню в 1м^3 становитиме: **1,7272 x 0,991 = 1,7116 т/м³**.

Точка №7080, $E_{vd} = 26,80 \text{ MN/m}^2$, $K_u > 1,00$, при вологості $W = 0,08$ (8%) відповідають коефіцієнту щільності після трамбування 1,27 та НПА, НТД України, зокрема ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Тест пройдено. Згідно розрахунку фактичний використаний обсяг щебеню в 1м^3 становитиме: **1,7272 x 1,00 = 1,7272 т/м³**.

9. Розробка вказівок та рекомендації оператора (фахівця)

У всіх 6 точках тестів виміру коефіцієнт ущільнення ґрунту досягнув значення відповідають НПА, НТД України, зокрема ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Необхідності виконання додаткового ущільнення при проведенні наступних етапів земляних робіт не вимагається.

При ущільненні важливо пам'ятати, що будь-які зовнішні механічні дії під час вимірів впливають не тільки на верхні шари, а й на нижні та середні, тому для отримання значень ущільнення ґрунту з необхідною якістю їх також необхідно пошарово ущільнювати та вимірювати.

Не допускати використання в одному шарі виїмки або насипу ґрунти різних типів. Якщо насип складається з декількох шарів ґрунту різних типів, то поверхні шарів з меншою проникністю, що розташовуються під шарами з більшою проникністю, повинні мати ухил від осі насипу до країв.

Потрібного ступеня ущільнення ґрунту з найменшими витратами досягають, коли вологість ґрунту оптимальна, тому сухі ґрунти підлягають зволоженню, а перезволожені - осушенню.









10. Документи на організацію, прилади та оператора (фахівця)

Декларація

виробника про відповідність продукції вимогам директив Європейського Союзу



Декларация о соответствии Директивам ЕС
согласно Директиве ЕС по низкому напряжению 2006/95/EC
в соответствии с приложением III Б от 12.12.2006



Настоящим мы заявляем, что перечисленные ниже продукты отвечают в поставленном варианте в своём проектировании и конструкции основным требованиям безопасности и охраны здоровья согласно директиве ЕС по низкому напряжению. В случае несанкционированного нами изменения продукта эта декларация теряет силу.

Производитель / представитель:

Zorn Instruments e. K.
Benzstraße 1
D-39590 Stendal

Описание электрооборудования:

- **Функция:** измерительный прибор для определения несущей способности грунта
- **Тип / модель:** ZFG 3.0, ZFG 3.0 GPS
- **Серийный номер:** от 5595
- **Год производства:** 2012

Настоящим заявляется соответствие следующим действительным для продукта предписаниям и директивам:

Директивы ЕС / предписания:	Примененные согласованные стандарты
Электромагнитная совместимость (2004/108/EG), от 15 декабря 2004	Измерительный прибор₁₁: EN 61326-1:2006 EN 55011:2009 + A1:2010 EN 61000-4-2:2006 + A2:2009 EN 61000-4-3:2008 GPS Модуль₂₁: EN 55022:2006, Klasse B EN 61000-3-2:2006 EN 61000-3-3:1995 + A1:2001 + A2:2005 EN 55024:1998 + A1:2001 + A2:2003 IEC 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2000 IEC 61000-4-3:2006 IEC 61000-4-4:2004 IEC 61000-4-5:2005 IEC 61000-4-6:2007 IEC 61000-4-8:1993 + A1:2000 IEC 61000-4-11:2004
Электрическое оборудование для применения в определённых пределах напряжения (2006/95/EC), от 12.12.2006	EN 60950-1:2006/AC:2011

¹¹Stockmann Prüf- und Qualitätszentrum GmbH, Gewerbepark, Kölledaer Straße, 99610 Leubingen

²¹Compliance Certification Services Inc., Sindian BU., No. 163-1, Jhongsheng Rd., Sindian City, Taipei County 23151, Taiwan

Дата присуждения знака CE:

10

Место / дата:

Стендаль, 30.11.2012

Данные подписавшего:

дипл. инж. Бернд Цорн (Bernd Zorn), владелец

Подпись:

ŚWIADECTWO KALIBRACJI

Nr świadectwa: 496/KZ/2025
Data wydania: 2025-11-18

PRZEDMIOT KALIBRACJI	Płyta obciążana dynamicznie firmy Zorn
	Nr seryjny: ZGF 3.0 GPS 11426
ZGŁASZAJĄCY	Magic of Comfort Żytomierz, Ukraina
METODA KALIBRACJI	W oparciu o procedurę producenta zgodnie z wytycznymi zawartymi w dokumencie TP BF-StB część B 8.3.
WARUNKI ŚRODOWISKOWE	Temperatura 21°C
DATA WYKONANIA KALIBRACJI	wtorek, 18 listopad 2025
WYNIKI KALIBRACJI	Pozytywny

Wykonał:

Ireneusz Reczko

MERAZET Spółka Akcyjna
ul. Krauthofera 36, 60-203 Poznań
tel. 61 8 644 600, fax 61 8 651 933
NIP 7770001387, REGON 000034996
(2)

Niniejsze świadectwo może być okazywane lub kopiowane tylko w całości.

device number: 11426
manufacturer: Zorn Instruments GmbH & Co. KG

date: 18.11.2025
operator: Ireneusz Reczko
device type: ZFG 3.0 10kg



Drop height of 10 kg - drop weight = 74,8 cm

calibration factor for deflection amplitude = 0,975

1. Calibration of loading device (pulse force):						
measurements of pulse force and pulse length of the loading device						
no	1. series		2. series		3. series	
	force [N]	pulse length [ms]	force [N]	pulse length [ms]	force [N]	pulse length [ms]
1	7070	15,78	7066	15,78	7046	15,70
2	7050	15,72	7061	15,80	7049	15,70
3	7059	15,75	7038	15,72	7047	15,72
4	7064	15,75	7027	15,75	7025	15,68
5	7044	15,70	7037	15,75	7055	15,75
6	7065	15,75	7028	15,72	7030	15,72
7	7072	15,80	7048	15,72	7041	15,72
8	7036	15,75	7064	15,72	7020	15,72
9	7043	15,75	7045	15,72	7036	15,68
10	7052	15,78	7055	15,78	7011	15,65
mean	7055,5	15,753	7046,9	15,747	7036,0	15,705
σ	12,33	0,0275	14,36	0,0275	14,20	0,0307
T10	1,338	1,726	1,330	1,908	1,338	1,484
T1	1,581	1,908	1,385	0,818	1,761	1,790
Δ	-0,2	-1,247	-0,3	-1,253	-0,5	-1,295
Criteria						
T10<2,41	yes	yes	yes	yes	yes	yes
T1<2,41	yes	yes	yes	yes	yes	yes
σ F<20N	yes	yes	yes	yes	yes	yes
σ t<0,1ms		yes		yes		yes
$ \Delta F $ <1%	yes		yes		yes	
$ \Delta t $ <1,5ms		yes		yes		yes
σ F: 9,773						
σ F<10N: yes						
all criterions are meet: yes						

2.1. Calibration of deflection measurements:						
Comparing displacement (deflection) measurements [mm] between inductive transducer (ref.) and electronic device (tester) :						
deflection range 0,3 mm (0,25 mm .. 0,4 mm)						
ref. 1 [mm]	ref. 2 [mm]	ref. 3 [mm]	ref. mean [mm]	tester [mm]	differ. [mm]	
0,331	0,342	0,330	0,334	0,330	-0,005	
0,331	0,337	0,347	0,338	0,331	-0,008	
0,327	0,338	0,343	0,336	0,329	-0,007	
0,330	0,332	0,347	0,336	0,332	-0,004	
0,327	0,335	0,346	0,336	0,338	0,002	
0,327	0,338	0,347	0,337	0,338	0,001	
0,323	0,340	0,352	0,338	0,337	-0,001	
0,323	0,345	0,350	0,339	0,337	-0,002	
0,321	0,344	0,347	0,337	0,334	-0,003	
0,330	0,338	0,353	0,340	0,337	-0,003	
mean			0,3374	0,3344	-0,0029	
σ			0,0018	0,0038	0,0033	
T10			1,666	1,014	1,613	
T1			1,703	1,521	1,490	
Δ					-6,835	
Tvar				0,011		
Criteria						
T10<2,41	yes	yes	yes	yes	yes	
T1<2,41	yes	yes	yes	yes	yes	
Δ <2,26					yes	
σ <0,01	yes	yes	yes	yes	yes	
Tv<0,021				yes		
$ \Delta s $ <0,01: yes						
all criterions are meet: yes						

2.2. Calibration of deflection measurements:						
Comparing displacement (deflection) measurements [mm] between inductive transducer (ref.) and electronic device (tester) :						
deflection range 0,5 mm (0,4 mm .. 0,6mm)						
ref. 1 [mm]	ref. 2 [mm]	ref. 3 [mm]	ref. mean [mm]	tester [mm]	differ. [mm]	
0,510	0,512	0,506	0,509	0,504	-0,005	
0,513	0,517	0,515	0,515	0,508	-0,007	
0,514	0,511	0,514	0,513	0,505	-0,008	
0,509	0,511	0,523	0,514	0,509	-0,005	
0,500	0,510	0,521	0,510	0,513	0,003	
0,510	0,497	0,523	0,510	0,513	0,003	
0,511	0,502	0,520	0,511	0,511	0,000	
0,506	0,502	0,522	0,510	0,508	-0,002	
0,509	0,507	0,523	0,513	0,512	-0,001	
0,504	0,509	0,518	0,510	0,512	0,002	
mean			0,5116	0,5094	-0,0022	
σ			0,0020	0,0032	0,0040	
T10			1,666	1,080	1,265	
T1			1,138	1,697	1,443	
Δ					-6,187	
Criteria						
T10<2,41	yes	yes	yes	yes	yes	
T1<2,41	yes	yes	yes	yes	yes	
Δ <2,26					yes	
σ <0,01	yes	yes	yes	yes	yes	
$ \Delta s $ <0,01: yes						
all criterions are meet: yes						

2.3. Calibration of deflection measurements:						
Comparing displacement (deflection) measurements [mm] between inductive transducer (ref.) and electronic device (tester) :						
deflection range >0,9 mm						
ref. 1 [mm]	ref. 2 [mm]	ref. 3 [mm]	ref. mean [mm]	tester [mm]	differ. [mm]	
1,228	1,258	1,260	1,249	1,260	0,011	
1,231	1,269	1,269	1,256	1,271	0,015	
1,228	1,268	1,270	1,255	1,258	0,002	
1,225	1,277	1,277	1,260	1,257	-0,003	
1,238	1,269	1,271	1,259	1,261	0,001	
1,249	1,275	1,269	1,264	1,269	0,005	
1,235	1,267	1,264	1,255	1,265	0,009	
1,241	1,270	1,268	1,260	1,264	0,004	
1,225	1,265	1,264	1,251	1,251	0,000	
1,240	1,265	1,269	1,258	1,267	0,009	
mean			1,2568	1,2621	0,0053	
σ			0,0045	0,0062	0,0056	
T10			1,677	1,489	1,745	
T1			1,811	1,802	1,476	
Δ					-5,481	
Criteria						
T10<2,41	yes	yes	yes	yes	yes	
T1<2,41	yes	yes	yes	yes	yes	
Δ <2,26					yes	
σ <0,02	yes	yes	yes	yes	yes	
$ \Delta s $ <0,015: yes						
all criterions are meet: yes						

A "yes" was obtained for all decisions. This means that the device is properly calibrated and ready for use. The calibration must be after one year.

laboratory director : Kamil Matczynski

Kamil Matczynski
18.11.2025

MERAZET Spółka Akcyjna
ul. Krauthofera 36, 60-203 Poznań
tel. 61 8 644 600, fax 61 8 651 933
NIP 7770001387, REGON 1400034996
(2)



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Ministry of Education and Science of Ukraine

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

ІНСТИТУТ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ
Institute of Energy Saving and Energy Management

ЦЕНТР ПІДГОТОВКИ ЕНЕРГОМЕНЕДЖЕРІВ
Training Center for Energy Management



IEE

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ АТЕСТАТ QUALIFICATION CERTIFICATE

серія KPI-ES № 000118

Цей кваліфікаційний атестат засвідчує, що
This is to certify that

Садовський Віталій Августович
Vitalii Sadovskyi

на підставі рішення атестаційної комісії КПІ ім. Ігоря Сікорського
від «09» квітня 2021 № 29-2-10
має право провадити діяльність з

according to the decision of the Attestation Commission of the Igor Sikorsky
Kyiv Polytechnic Institute dated April 09, 2021 № 29-2-10
has got the right on conducting

обстеження інженерних систем будівель
inspection of engineering systems of buildings

Строк дії кваліфікаційного атестата до «08» квітня 2026 р.
The qualification certificate is valid until April 08, 2026

Голова атестаційної комісії
Head of the Attestation Commission



С. Денисюк
S. Denysiuk

Certificate of Achievement

ZORN INSTRUMENTS GmbH & Co. KG, Germany hereby confirm that

Vitalii Sadovskyi

has qualified as a senior technical expert for

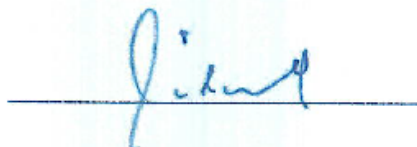
**use of the ZORN Light Weight Deflectometer (ZFG)
in performance testing for quality control of compacted soil**

By completion of minimum 5.000 (five thousand) measurements

This includes proven knowledge and skills of:

- Fundamentals of performance testing-based QA/QC for soil compaction.
- Soil compaction control terminology (density - bearing capacity - stiffness).
- Working principles and use of the German Lightweight Deflectometer (LWD) for compaction quality control.
- Correlations for E_{vd} dynamic deformation modulus values with data from the static plate loading test (E_{v2}) and Proctor dry density test (D_{pr})
- Interpretation of LWD test results
- Technical standards and performance criteria for the use of the ZORN Light Weight Deflectometer (e.g. German Federal Standard TP BF StB 8.3, US ASTM E2835-11, Ukrainian DSTU B W.2.3-42:2016)

Stendal (Germany), November 2025



Thorsten Hildebrand
(Head of International Business)
ZORN INSTRUMENTS



СЕРТИФІКАТ ДОСЯГНЕНЬ

Компанія ZORN INSTRUMENTS GmbH & Co. KG /Цорн Інструментс ГмбХ енд
Ко. КГ/, Німеччина,
цим підтверджує, що

Віталій Садовський

отримав кваліфікацію старшого технічного експерта з

**використання легкого дефлектометра ZORN (ZFG) для перевірки
характеристик та контролю якості ущільненого ґрунту**

шляхом проведення щонайменше 5 000 (п'яти тисяч) вимірювань.

Кваліфікація включає підтверджені знання та навички з:

- Основ перевірки характеристик на підставі контролю / гарантії якості ущільненого ґрунту.
- Термінології контролю ущільнення ґрунту (щільність – несуча здатність – жорсткість).
- Принципів роботи та застосування німецького легкого дефлектометра (LWD) для контролю якості ущільнення.
- Кореляції значень динамічного модуля деформації E_{vd} із даними штампових випробувань (E_{v2}) та визначення стандартної максимальної щільності ґрунту (D_{pr}).
- Інтерпретації результатів випробувань із застосуванням німецького легкого дефлектометра LWD.
- Технічних стандартів і критеріїв використання легкого дефлектометра ZORN (як-от, Німецький федеральний стандарт TP BF StB 8.3, американський стандарт ASTM E2835-11, український ДСТУ В В.2.3-42:2016).

м. Штендаль (Німеччина), листопад 2025 року
Торстен Хільдебранд
(Керівник міжнародного бізнесу)
ZORN INSTRUMENTS



Зміст

1. Вступ	2
2. Характеристики вимірювача ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності) ґрунту) та системи формування результатів	3
3. Завдання робіт з виміру на об'єкті та опис об'єкту	6
4. Перелік нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів з дотриманням яких проводилися виміри	7
5. Виміри ущільнення ґрунту (визначення динамічного модуля деформації (пружності) ґрунту) благоустрою, культивуації, планування зони розминки на якість їх ущільнення в порівнянні з проєктними даними	8
6. Результати тестів виміру	9
7. Аналіз і обробка результатів тестів виміру	10
8. Висновок оператора (фахівця) за результатами тестів виміру	16
9. Розробка вказівок та рекомендації оператора (фахівця)	17
10. Документи на організацію, прилади та оператора (фахівця)	18
Додаток 1. Загальні результати виміру та фотоматеріали на 12 аркушах	23
Зміст	36

09.10.2024

Інженер з якості ТОВ «Магія Комфарту» _____ Садовський В.А.

МП

підпис

ПАМ'ЯТКА 1

 Щебеневі основи застосовуються під асфальтобетонні покриття на магістральних вулицях усіх категорій, а гравійні - на вулицях і дорогах місцевого значення, внутрішніх квартальних проїздах, автостоянках.

 Розрізняють наступні методи ущільнювання - вібрування, укочування та трамбування. Ущільнювальний (вібрувальний) вплив на ґрунт надається за рахунок віброплити або віброштампа. Для досягнення подібного ефекту укочуванням використовують катки, а при відсутності такого обладнання - ущільнення ґрунту проводять ручним інструментом методом трамбування.

 Визначити якість (параметри) ущільнення при візуальному огляді ґрунту неможливо. Для цього використовують спеціальний прилад, принцип якого заснований на динамічному зондуванні. Кілька ударів, що наносяться приладом, дозволяють зафіксувати ступінь усадки. Якщо вона відповідає заявленим вимогам - щебінь утрамбований якісно і можна продовжувати укладання та ущільнення наступного шару або завершувати роботи.

 Засипку траншей на ділянках, на яких передбачається відновлення (влаштування) земляного полотна автомобільних доріг і інших покриттів аналогічного типу, належить виконувати відповідно до вимог ДБН В.2.3-4 і інших чинних нормативних документів на проектування цих споруд.

 У проєктній документації мають бути вказані типи і фізико-механічні характеристики ґрунтів, призначені для влаштування зворотних засипок, їх ступінь ущільнення (щільність сухого ґрунту і коефіцієнт ущільнення), межі частин насипу тощо. Якщо такої інформації нема або вона не вказана - рекомендується використовувати для додаткової основи піщані ґрунти, а для основи - щебінь, який може бути гранітним, гравійним, доломітовим (вапняковим) або вторинним.

 Основні фракції щебеню: 5-20, 20-40, 40-70, 3-10, 5-40 мм. Найбільш популярним є гравійний щебінь фракції 5-20 мм, який використовується для ведення різних робіт.

 Після укладання додаткової основи – піщаної подушки, середній шар ґрунту, як правило, засипається фракцією щебеню 20-40 (40-70) мм, кількість шарів висотою від 250-400 мм залежить від глибини траншеї, на верхній шар основи укладається щебінь фракцією 5-20 (20-40) мм висотою 200 мм.

 На ділянці траншей з підземними комунікаціями трубопроводів водопостачання, водовідведення, газопостачання або кабелів тощо має бути виконана підсипка немерзлим піском по всьому перетину траншеї на висоту до половини діаметра трубопроводів (кабелю) або його захисної оболонки з пошаровим

ущільненням ґрунту, висота підсіпки по верху має бути 100-300 мм, а ширина підсіпки на 500 мм більше з кожного боку таких трубопроводів (кабелю).

🌐 У процесі проведення ущільнення ґрунту (піску, щебеню, гравію) їх насипна щільність збільшується, а об'ємна площа неминує зменшується. Це обов'язково враховується при розрахунку кількості закупуваного матеріалу.

🌐 При ущільненні важливо пам'ятати, що будь-які зовнішні механічні дії впливають не тільки на верхні шари, а й на нижні та середні, тому для отримання покриття з необхідною якістю їх також необхідно ретельно ущільнювати та пошарово вимірювати.

🌐 Використовувати в одному шарі насипу ґрунти різних типів не допускається. Якщо насип складається з декількох шарів ґрунту різних типів, то поверхні шарів з меншою проникністю, що розташовуються під шарами з більшою проникністю, повинні мати ухил від осі насипу до країв.

🌐 Потрібного ступеня ущільнення ґрунту з найменшими витратами досягають, коли вологість ґрунту оптимальна, тому сухі ґрунти підлягають зволоженню, а перезволожені - осушенню.

ПАМ'ЯТКА 2

При будівництві дорожнього полотна з високою пропускнуою здатністю, що витримує великі навантаження або при зведенні фундаментів для висотних будівель та деяких інших робіт необхідно проводити розклинцювання щебеню, що забезпечує щільність і відсутність простору між «зернами». Оскільки щебінь має різну фракцію і відноситься до сипучих матеріалів звичайне укладання не дозволяє виключити порожнечі. Ця технологія полягає в перерозподілі щебеню так, щоб між окремими елементами не залишилося ніяких пустот. Порожнечі неможливо заповнити щебенем однакової фракції, розміри «зерен» повинні бути різними. Така утрамбовка каменів дозволяє отримати цілісну подушку, яка забезпечує максимально можливу міцність всього дорожнього полотна. Домогтися максимальної щільності і рівності закладеного каміння дозволяє задіяння дорожніх катків.

Для забезпечення високої якості розклинцювання необхідно провести підготовчі роботи:

1. Зрізати верхній шар ґрунту. Якщо існує така необхідність, то виконують риття котловану. Проводять ущільнення ґрунту.
2. Щоб захистити основу ґрунту від згубного впливу вологи, облаштовують гідроізоляцію. Найчастіше застосовують геотекстиль. Крім того, він також захищає гідроізоляційні матеріали від механічних проколів щебеню та зберігає їх герметичність, запобігає змішуванню шарів ґрунту, зміцнює основу. Його викладають по всій площі майбутнього дорожнього полотна.

3. Укладають піщану подушку, яка покращує дренажні властивості дорожньої основи. Товщину цього шару визначають на етапі проєктування. Вона варіюється в межах від 200 мм до 500 мм. Коли підготовка завершена, переходять до основних робіт, які здійснюється в кілька послідовних етапів:

- Укладання щебеню з фракцією 20-70 мм. Великі камені в 70-120 мм застосовуються під час виконання дорожніх робіт. Викладений шар насипного матеріалу утрамбовують, а зверху «застеляють» сіткою або бетоном, відходами цегли.
- Укладення фракції 20-40 мм. Шар повинен мати товщину 200 мм, утрамбовуватися віброплитой вагою, відповідної до шару, або катком як мінімум 5 разів. Щоб виключити перегрів при виникненні тертя «зерен», щебінь кожен раз поливають водою.
- Поверх основи робиться розклинцювання: на утрамбовану підставу укладають дрібну фракцію - щебінь 5-20 мм і теж ретельно укочується. Таким чином, найменші «зерна» щебеню знаходяться нагорі. Заключний шар робиться досить тонким.

Щоб захистити отриману підставу з щебеневого матеріалу від можливих забруднень, його засипають піском. Це особливо актуально в тих ситуаціях, коли між проведенням розклинцювання і подальшим укладанням дорожнього полотна вичікують якийсь певний проміжок часу.