



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ДСТУ EN 1990:20__

(EN 1990:2023, IDT)

ЄВРОКОД
ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОГО ТА ГЕОТЕХНІЧНОГО
ПРОЄКТУВАННЯ

(Проект, остаточна редакція)

Київ

ДП «УкрНДНЦ»

20__

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	VIII
Передмова до EN 1990:2023	X
0 Вступ	XIII
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	3
3 Терміни, визначення понять та позначки	5
3.1 Терміни та визначення понять	5
3.1.1 Загальні терміни, використовувані в Єврокодах	5
3.1.2 Терміни, що стосуються проєктування	7
3.1.3 Терміни, що стосуються дій	13
3.1.4 Терміни, що стосуються властивостей матеріалу та виробу	19
3.1.5 Терміни, що стосуються геометричних характеристик	20
3.1.6 Терміни, що стосуються конструкційного та геотехнічного розрахунку	20
3.1.7 Терміни, що стосуються мостів	22
3.2 Позначки та скорочення	24
3.2.1 Латинські літери верхнього регістру	24
3.2.2 Латинські літери нижнього регістру	30
3.2.3 Грецькі літери верхнього регістру	34
3.2.4 Грецькі літери нижнього регістру	35
4 Загальні правила	40
4.1 Основні вимоги	40
4.2 Конструкційна надійність	41
4.3 Наслідки відмови	42
4.4 Живучість	44
4.5 Розрахунковий строк експлуатації	45
4.6 Довговічність	45
4.7 Сталість	47
4.8 Управління якістю	47
5 Принципи розрахунку за граничними станами	48

5.1 Загальні положення.....	48
5.2 Розрахункові ситуації.....	48
5.3 Граничні стани за несною здатністю (ULS).....	49
5.4 Граничні стани експлуатаційної придатності (SLS).....	51
5.5 Конструкційні моделі, геотехнічні моделі та моделі навантажень.....	52
6 Базові змінні	53
6.1 Дії та впливи довкілля.....	53
6.1.1 Класифікація дій	53
6.1.2 Репрезентативні значення дій	54
6.1.3 Конкретні типи дії.....	58
6.1.4 Впливи довкілля	62
6.2 Властивості матеріалу та виробу	62
6.3 Геометричні характеристики.....	63
7 Конструкційний розрахунок та розрахунок, заснований на результатах випробування	64
7.1 Конструкційне моделювання	64
7.1.1 Загальні положення	64
7.1.2 Статичні дії.....	65
7.1.3 Динамічні дії.....	65
7.1.4 Дії, що спричиняють втому.....	66
7.1.5 Розрахунок на вогнестійкість	67
7.2 Конструкційний розрахунок.....	68
7.2.1 Лінійний розрахунок	68
7.2.2 Нелінійний розрахунок.....	68
7.3 Розрахунок за результатами випробування	69
8 Перевіряння методом часткових коефіцієнтів.....	70
8.1 Загальні положення	70
8.2 Граничні значення.....	71
8.3 Перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю (ULS)	72
8.3.1 Загальні положення	72
8.3.2 Розрахункові значення ефектів дій	73
8.3.3 Розрахункові значення дій	77

8.3.4 Комбінація дій	81
8.3.5 Розрахункові значення опору	86
8.3.6 Розрахункові значення властивостей матеріалу.....	90
8.3.7 Розрахункові значення геометричних характеристик.....	91
8.4 Перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів експлуатаційної придатності (SLS).....	92
8.4.1 Загальні положення	92
8.4.2 Розрахункові значення ефектів дій	93
8.4.3 Комбінації дій	93
8.4.4 Розрахункові критерії.....	96
8.4.5 Розрахункові значення властивостей матеріалу.....	96
8.4.6 Розрахункові значення геометричних характеристик.....	96
Додаток А (обов'язковий) Правила застосування.....	97
A.1 Застосування загальне та для будівель	97
A.2 Застосування для мостів	123
A.3 Застосування для башт, щогл і димових труб.....	194
A.4 Застосування для силосів і резервуарів	194
A.5 Застосування для підкранових конструкцій.....	194
A.6 Застосування для морських берегових споруд.....	194
Додаток В (довідковий) Заходи технічного управління проєктуванням та виконанням конструкцій.....	195
V.1 Використання цього додатка	195
V.2 Сфера застосування та область застосовних значень.....	195
V.3 Обрання заходів із технічного управління	196
V.4 Якість проєкту.....	196
V.5 Перевіряння проєкту	197
V.6 Якість виконання конструкцій	199
V.7 Нагляд у процесі виконання конструкцій.....	199
V.8 Заходи з технічного управління	201
Додаток С (довідковий) Розрахунковий аналіз надійності та нормувальне калібрування.....	202
C.1 Використання цього додатка.....	202

C.2 Сфера застосування та область застосовних значень.....	202
C.3 Основи розрахункового аналізу надійності та проєктування за допомогою методу часткових коефіцієнтів.....	203
C.4 Метод калібрування розрахункових величин.....	215
Додаток D (довідковий) Розрахунок за результатами випробувань.....	226
D.1 Використання цього додатка.....	226
D.2 Сфера застосування та область застосовних значень.....	226
D.3 Типи випробувань.....	227
D.4 Планування випробувань.....	229
D.5 Отримання характеристичних чи розрахункових значень.....	234
D.6 Загальні принципи статистичного оцінювання.....	235
D.7 Статистичне визначення окремої характеристики.....	236
D.8 Статистичне визначення моделей опору.....	241
Додаток E (довідковий) Додаткові рекомендації щодо підвищення живучості будівель та мостів.....	252
E.1 Використання цього додатка.....	252
E.2 Сфера застосування та область застосовних значень.....	252
E.3 Стратегічні цілі проєктування.....	255
E.4 Методи розрахунку.....	256
Додаток F (довідковий) Метод дощового потоку та резервуарний метод для визначення розмахів напружень, спричинених втомою.....	260
F.1 Використання цього додатка.....	260
F.2 Сфера застосування та область застосовних значень.....	260
F.3 Метод дощового потоку для підрахунку циклів.....	260
F.4 Резервуарний метод підрахунку циклів.....	262
Додаток G (обов'язковий) Основи проєктування опорних частин.....	264
G.1 Використання цього додатка.....	264
G.2 Сфера застосування та область застосовних значень.....	264
G.3 Загальні правила.....	265
G.4 Принципи розрахунку за граничним станом.....	274
G.5 Основні змінні. Дії та впливи довкілля.....	275
G.6 Конструкційний розрахунок. Ефекти від деформації проміжних і берегових опор.....	276

G.7 Перевіряння методом часткових коефіцієнтів	277
Додаток Н (довідковий) Перевірочні розрахунки, пов'язані з вібрацією пішохідних мостів внаслідок руху пішоходів	291
Н.1 Використання цього додатка.....	291
Н.2 Сфера застосування та область застосовних значень.....	291
Н.3 Моделі динамічного навантаження та класи доріг.....	292
Н.4 Критерії комфортності.....	292
Н.5 Розрахункові ситуації	294
Бібліографія.....	296
Додаток НА (довідковий) Перелік національних стандартів України, ідентичних європейським та/або міжнародним нормативним документам, посилання на які є в цьому стандарті	298

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ EN 1990:20XX (EN 1990:2023, IDT) «Єврокод. Основи будівельного та геотехнічного проектування», прийнятий методом перекладу, – ідентичний щодо EN 1990:2023 (версія en) «Eurocode – Basis of structural and geotechnical design».

Технічний комітет стандартизації, відповідальний за цей стандарт в Україні, – ТК 301 «Металобудівництво».

Цей стандарт прийнято на заміну ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 (EN 1990:2002, IDT); Зміна № 1 ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 (EN 1990:2002, IDT); Зміна № 2 ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 (EN 1990:2002, IDT); Зміна № 3 ДСТУ-Н Б EN 1990:2008 (EN 1990:2002, IDT).

У цьому національному стандарті зазначено вимоги, які відповідають законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

– слова «цей європейський стандарт», «ця частина стандарту» і «цей документ» замінено на «цей стандарт»;

– структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, розділи «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» – оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

– у «Вступі», розділі 2 «Нормативні посилання» і «Бібліографії» наведено «Національні пояснення», виділені рамкою;

– рисунки наведено одразу після тексту, де вперше виконано посилання на них, або на наступній сторінці;

– долучено довідковий додаток НА (Перелік національних стандартів України, ідентичних європейським та міжнародним нормативним документам, посилання на які є в цьому стандарті);

Копії нормативних документів, посилання на які є в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

ПЕРЕДМОВА до EN 1990:2023

Цей стандарт (EN 1990:2023) розроблено Технічним комітетом CEN/TC 250 «Будівельні Єврокоди», секретаріат якого діє за підтримки BSI (*British Standards Institution* – Британський інститут стандартів). CEN/TC 250 є відповідальним за всі будівельні Єврокоди, та згідно з дорученням організації CEN, – також за питання в сфері конструкційного та геотехнічного проєктування.

Цьому стандарту має бути надано статус національного стандарту за умов публікації ідентичного тексту або схваленням не пізніше вересня 2027 року, а національні стандарти, положення яких суперечать цьому стандарту, має бути скасовано не пізніше березня 2028 року.

Потрібно звернути увагу на те, що деякі елементи цього стандарту можуть бути предметом патентних прав. CEN не несе відповідальності за ідентифікацію будь-якого чи всіх таких патентних прав.

Цей стандарт замінює EN 1990:2002 та зміни і поправки до нього.

Нижче наведено основні зміни порівняно з попередньою редакцією стандарту:

- сферу застосування розширено долученням положень щодо опорних частин;
- удосконалено метод розрахункового перевіряння за умов ULS;
- удосконалено положення щодо живучості;
- удосконалено положення щодо розрахункового перевіряння втомної міцності;

- удосконалено положення щодо основ проєктування геотехнічних споруд згідно з EN 1997;
- долучено положення щодо сталості;
- удосконалено положення щодо розрахункового аналізу надійності та нормувального калібрування;
- удосконалено рекомендації щодо розрахункового перевіряння будівель за умов SLS, пов'язаного з граничними прогинами, вібрацією та переміщеннями фундаментів;
- удосконалено рекомендації щодо технічного управління конструкційною надійністю споруд;
- долучено рекомендації щодо перевіряння, пов'язаного з вібрацією пішохідних мостів внаслідок руху пішоходів.

Комплекс стандартів EN першого покоління Єврокодів було опубліковано у період від 2002 до 2007 року. Цей стандарт є частиною комплексу стандартів другого покоління Єврокодів, які було розроблено згідно з дорученням M/515, виданим CEN Європейською комісією та Європейською асоціацією вільної торгівлі.

Ці Єврокоди містять положення, в яких встановлено вимоги щодо виконання конструкцій, використання матеріалів, продукції та випробувань, які призначено для застосування разом із відповідними стандартами на виконання конструкцій, на матеріали, продукцію та випробування.

В Єврокодах зазначено відповідальність кожної з держав-членів та захищено їхнє право за допомогою національних додатків установлювати на національному рівні значення, пов'язані з нормативними вимогами щодо безпеки.

Всі відгуки та запитання щодо цього стандарту має бути спрямовано до національних органів зі стандартизації у країнах користувачів. Повний перелік цих органів опубліковано на веб-сайті CEN.

Відповідно до внутрішніх настановних документів CEN-CENELEC цей стандарт зобов'язані прийняти національні органи стандартизації таких країн: Австрії, Бельгії, Болгарії, Хорватії, Кіпру, Чеської Республіки, Данії, Естонії, Фінляндії, Франції, Німеччини, Греції, Угорщини, Ісландії, Ірландії, Італії, Латвії, Литви, Люксембургу, Мальти, Нідерландів, Норвегії, Польщі, Португалії, Республіки Північної Македонії, Румунії, Сербії, Словаччини, Словенії, Іспанії, Швеції, Швейцарії, Туреччини та Великої Британії.

0 ВСТУП

0.1 Вступ до комплексу Єврокодів

Комплекс будівельних Єврокодів містить наведені нижче стандарти, що зазвичай складаються з кількох частин:

- EN 1990 Єврокод. Основи будівельного та геотехнічного проєктування
- EN 1991 Єврокод 1. Дії на конструкції
- EN 1992 Єврокод 2. Проєктування залізобетонних конструкцій
- EN 1993 Єврокод 3. Проєктування сталевих конструкцій
- EN 1994 Єврокод 4. Проєктування сталезалізобетонних конструкцій
- EN 1995 Єврокод 5. Проєктування дерев'яних конструкцій
- EN 1996 Єврокод 6. Проєктування кам'яних конструкцій
- EN 1997 Єврокод 7. Геотехнічне проєктування
- EN 1998 Єврокод 8. Проєктування сейсмостійких конструкцій
- EN 1999 Єврокод 9. Проєктування алюмінієвих конструкцій
- нові Єврокоди, що перебувають у стадії розроблення, зокрема, Єврокод із проєктування скляних конструкцій.

Єврокоди призначено для використання проєктувальниками, замовниками, виробниками, будівельниками, компетентними органами влади (під час виконання їхніх обов'язків згідно з національними чи міжнародними нормами), викладачами, розробниками програмного забезпечення та технічними комітетами, які розробляють стандарти на відповідну продукцію, випробування та виконання конструкцій.

Примітка. Найдоцільніше, якщо деякі аспекти проектування, залежно від обставин, визначатимуть компетентні органи влади або, в іншому разі, їх може бути узгоджено відповідними сторонами-учасниками конкретного проєкту, наприклад, проєктувальниками та замовниками. У Єврокодах такі аспекти зазначено прямим посиланням на компетентні органи влади та учасників проєкту.

0.2 Вступ до EN 1990

У цьому стандарті викладено принципи та вимоги щодо безпеки, експлуатаційної придатності, живучості та довговічності конструкцій, що є загальними для всіх частин Єврокодів і обов'язковими у разі їх використання.

0.3 Дієслівні форми, які використано в Єврокодах

За допомогою дієслова «shall» виражають вимогу, якої має бути суворо дотримано і від якої, задля досягнення відповідності Єврокодам, не допустимо жодного відхилення.

За допомогою дієслова «should» виражають настійно рекомендований вибір чи спосіб дії. Відповідно до національних регуляторних вимог та/або будь-яких відповідних договірних положень може бути використано/прийнято альтернативні підходи, якщо їх практичну доцільність обґрунтовано.

За допомогою дієслова «may» виражають спосіб дії, допустимий у межах сфери застосування Єврокодів.

За допомогою дієслова «can» виражають можливість і здатність; його використовують для констатування фактів та роз'яснення понять.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

Для перекладу цього стандарту використано положення довідкового додатка Е ДСТУ 1.5:2015 «Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних

нормативних документів» з урахуванням вимоги щодо дотримання принципу зворотності ідентичного перекладу згідно з ДСТУ 1.7:2015 «Національна стандартизація. Правила та методи прийняття міжнародних і регіональних нормативних документів», зокрема:

– вимоги, яких має бути суворо дотримано і від яких не допустимо жодного відхилення, сформульовано за допомогою висловів: «(не) потрібно + *дієслово в неозначеній формі*», «потрібно, щоб + *стверджувальний вислів*»; «(не) треба + *дієслово в неозначеній формі*», «має + *дієслово в неозначеній формі*»;

– настійно рекомендований вибір чи спосіб дії сформульовано за допомогою висловів: «(не) рекомендовано + *дієслово в неозначеній формі*», «*дієслово у формі 3 особи множини в безособовому значенні*» (як усталена практика, рекомендована за умовчанням);

– спосіб дії, (не) допустимий у межах сфери застосування стандарту, сформульовано за допомогою вислову: «(не) можна + *дієслово в неозначеній формі*»;

– спосіб дії, (не) можливий чи такий, що обумовлено (не) здатністю суб'єкта дії або (не) придатністю об'єкта дії для реалізації поставленої цілі, сформульовано за допомогою висловів: «(не) можливо + *дієслово в неозначеній формі*» «(не) може бути + *дієслово в безособовій формі*».

0.4 Національний додаток до EN 1990

Цей стандарт містить параметри, визначення яких допустимо на національному рівні, якщо про це чітко зазначено в примітках. Призначення параметрів, які визначають на національному рівні,

означає обрання значень для національно визначених параметрів (*Nationally Determined Parameters, NDP*).

Національний стандарт, який імплементує EN 1990, може мати національний додаток, що містить усі визначені на національному рівні параметри, які має бути використано для проєктування споруд, які буде зведено у відповідній країні.

Якщо відкриті для національного вибору параметри не визначено на національному рівні, то, за умовчанням, потрібно використовувати значення параметрів, наведені у цьому стандарті.

Якщо відкриті для національного вибору параметри не визначено на національному рівні, а в цьому стандарті не наведено застосовні за умовчанням значення параметрів, то параметри на національному рівні може бути визначено компетентним органом влади, або ж, якщо й ним не визначено ці параметри, то їх мають узгодити відповідні сторони-учасники конкретного проєкту.

Визначення на національному рівні параметрів, зазначених у відповідних примітках в EN 1990, дозволено за такими пунктами:

4.2(3);	4.3(1);	4.4(2);	4.7(1);
6.1.3.2(4) – 3	6.1.3.2(6);	7.1.5(7);	8.3.2.1(4);
позиції вибору;			
8.3.3.1(5);	8.3.3.6(1);	8.3.4.2(2) – 2	A.1.3(1);
позиції вибору;			
A.1.4(1);	A.1.6.1(1) – 3	A.1.6.1(2) – 2	A.1.6.2(1);
позиції вибору;			
A.1.6.3(1);	A.1.6.3(2);	A.1.7(1) – 2	A.1.8.1(1);
позиції вибору;			
A.1.8.2.2(2);	A.1.8.2.3(2);	A.1.8.3(1);	A.1.8.3(3);

A.1.8.3(4);	A.1.8.4(2);	A.1.8.4(4) – 3 позиції вибору;	A.2.3(1);
A.2.4(1);	A.2.7.1(1) – 3 позиції вибору;	A.2.7.3.6(1);	A.2.7.4.1(1) – 2 позиції вибору;
A.2.7.4.3(1);	A.2.7.4.5(1);	A.2.7.4.6(1) – 2 позиції вибору;	A.2.7.5.1(1);
A.2.7.5.3(1);	A.2.7.5.4(1) – 2 позиції вибору;	A.2.7.6.1(1);	A.2.7.6.4(1);
A.2.7.10(5) – 2 позиції вибору;	A.2.7.10(9);	A.2.8(1) – 3 позиції вибору;	A.2.9.1(1);
A.2.9.3.1(5);	A.2.9.3.3(1);	A.2.9.3.3(3);	A.2.9.3.3(4);
A.2.9.4.1(1) – 2 позиції вибору;	A.2.9.4.2.1(3);	A.2.9.4.2.2(4);	A.2.9.4.2.2(5);
A.2.9.4.2.3(1);	A.2.9.4.2.3(2);	A.2.9.4.2.4(2) – 2 позиції вибору;	A.2.9.4.2.4(4);
A.2.9.5(1);	A.2.10(1);	A.2.11.1(9);	A.2.11.4.5(3);
A.2.11.4.7(1);	B.2(1);	B.4(2);	B.5(1);
B.6(1);	B.6(2);	B.7(1);	B.8(1);
C.3.1(5);	C.3.4.2(3);	D.4.1(1);	E.4(4);
G.2(1);	G.3.1(6);	G.3.3.2(1);	G.3.3.2(2);
G.3.4(2);	G.3.4(3);	G.6(2);	G.7.1.2(2);
G.7.1.3(2);	G.7.3.2(2);	G.7.4.2(1);	G.7.5.1(1);
G.7.5.2(1) – 2 позиції вибору.			

В EN 1990 відкритими для застосування на національному рівні є наведені нижче довідкові додатки:

додаток В; додаток С; додаток D; додаток Е; додаток F;
додаток Н.

Національний додаток може містити, безпосередньо чи за допомогою посилання, додаткову інформацію, що не суперечить положенням стандарту і призначена для спрощення процесу його впровадження, не змінюючи жодним чином будь-яких положень Єврокодів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ**ЄВРОКОД. ОСНОВИ БУДІВЕЛЬНОГО ТА
ГЕОТЕХНІЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ****EUROCODE – BASIS OF STRUCTURAL AND GEOTECHNICAL DESIGN**Чинний від 20XX-XX-XX**1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ****1.1 Сфера застосування EN 1990**

(1) Цей стандарт установлює принципи та вимоги щодо безпеки, експлуатаційної придатності, живучості та довговічності будівельних конструкцій, включно з геотехнічними конструкціями, відповідно до наслідків відмови.

(2) Цей стандарт призначений для використання разом з іншими Єврокодами з проєктування будівель та споруд, включно з тимчасовими спорудами.

(3) У цьому стандарті викладено основи будівельного та геотехнічного проєктування і перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів.

(4) Методи перевіряння, визначені в цьому стандарті, ґрунтуються переважно на методі часткових коефіцієнтів.

Примітка 1. В інших Єврокодах наведено альтернативні методи для конкретних варіантів застосування.

Примітка 2. Додатки до цього стандарту містять також загальні рекомендації щодо використання альтернативних методів.

(5) Цей стандарт застосовний також до:

– оцінювання існуючих конструкцій;

- розроблення проєкту ремонтування, удосконалення та перебудування;

- оцінювання змін, пов'язаних із призначеністю.

Примітка. Може бути потрібно застосування положень додатків чи внесених змін.

(6) Цей стандарт застосовують для проєктування конструкцій, в яких використовувані матеріали чи застосовні дії не охоплено сферами застосування стандартів від EN 1991 (усі частини) до EN 1999 (усі частини).

Примітка. У цьому разі може бути потрібно застосувати положення додатків чи внесених змін.

1.2 Припущення

(1) Передбачається, що проєктування виконуватимуть за прийнятного рівня кваліфікації та з адекватною обставинам ретельністю, на основі знань і належної практики, зазвичай застосовних на момент проєктування конструкції.

(2) Передбачається, що для проєктування конструкції залучатимуть персонал, який має відповідні кваліфікацію та досвід.

(3) Згідно з правилами проєктування, наведеними в Єврокодах, передбачено, що:

- виконання робіт здійснюватиме персонал, який має відповідну кваліфікацію та досвід;

- під час проєктування та виконання робіт на підприємствах, заводах чи будівельному майданчику забезпечуватимуть відповідні заходи контролювання та нагляду;

– будівельні матеріали та вироби використовуватимуть згідно з положеннями Єврокодів, відповідних стандартів на продукцію та послуги, а також застосовних специфікацій проєкту;

– буде забезпечено відповідне технічне обслуговування конструкції;

– конструкцію використовуватимуть відповідно до прийнятих для проєкту припущень.

Примітка. Рекомендації щодо заходів технічного управління, спрямованих на дотримання припущень, прийнятих для проєкту та виконання робіт, наведено в додатку В.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Цей стандарт містить посилання на наведені нижче документи у такий спосіб, що частина або весь їх зміст обґрунтовує викладені в ньому вимоги. У разі датованих посилань застосовують тільки наведені видання. У разі недатованих посилань потрібно користуватись останнім виданням нормативних документів (разом зі змінами).

Примітка. У Бібліографії наведено перелік інших документів, посилання на які зазначено в цьому стандарті, але які не становлять вимогу, та тих, що наведено для використання як рекомендовані (тобто в пунктах, сформульованих як рекомендації – «*should*» clauses), дозволені (в пунктах, сформульованих як дозволи – «*may*» clauses), можливі (в пунктах, сформульованих як можливість – «*can*» clauses), а також у примітках.

EN 1337-3 Structural bearings – Part 3: Elastomeric bearings

EN 1991 (all parts) Eurocode 1: Actions on structures

EN 1991-2:___¹ Eurocode 1: Actions on structures – Part 2: Traffic loads on bridges and other civil engineering works

EN 1992 (all parts) Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 (all parts) Eurocode 3: Design of steel structures

EN 1994 (all parts) Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structure

EN 1995 (all parts) Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 (all parts) Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 (all parts) Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 (all parts) Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 (all parts) Eurocode 9: Design of aluminium structures

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 1337-3 Опорні частини будівельних конструкцій. Частина 3. Еластомерні опорні частини

EN 1991 (всі частини) Єврокод 1. Дії на конструкції

EN 1991-2:___ Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 2. Рухомі навантаження на мости та інші інженерні споруди

EN 1992 (всі частини) Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій

EN 1993 (всі частини) Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій

¹ На розгляді. Стадія на час публікації цього стандарту: prEN 1991-2:2021.

EN 1994 (всі частини) Єврокод 4. Проектування сталі залізо-бетонних конструкцій

EN 1995 (всі частини) Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1996 (всі частини) Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій

EN 1997 (всі частини) Єврокод 7. Геотехнічне проектування

EN 1998 (всі частини) Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій

EN 1999 (всі частини) Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій

3 ТЕРМІНИ, ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ ТА ПОЗНАКИ

3.1 Терміни та визначення понять

У цьому стандарті вжито наведені нижче терміни та визначення позначених ними понять.

3.1.1 Загальні терміни, використовувані в Єврокодах

3.1.1.1 споруди (*construction works*)

Все, що будують чи є результатом виконання будівельних робіт

Примітка 1. Термін охоплює як будівлі, так і цивільні інженерні споруди. Його застосовують до всіх споруд, разом із конструкційними, неконструкційними та геотехнічними елементами.

3.1.1.2 конструкція (*structure*)

Частина споруди, яка забезпечує стійкість, опір та жорсткість для дотримання вимог безпеки, експлуатаційної придатності та довговічності

Примітка 1. Це визначення охоплює конструкції, складені з одного елемента чи з комбінації з'єднаних елементів.

3.1.1.3 конструкційний елемент (*structural member*)

Фізично самостійна частина конструкції, наприклад, колона, балка, плита, фундамент

3.1.1.4 конструкційна або геотехнічна модель (*structural or geotechnical model*)

Фізична, математична або числова ідеалізація конструкційної або геотехнічної системи, яку використовують для цілей аналізування, проектування та перевіряння

3.1.1.5 ґрунт (*ground*)

Скельна або нескельна породи та насип, наявні на місці залягання до початку зведення споруд

(Джерело: 3.4.2.1 ISO 6707-1:2020)

3.1.1.6 геотехнічна конструкція (*geotechnical structure*)

Конструкція, яку утворено з ґрунту, або конструкційний елемент, що опирається на ґрунт для забезпечення опору

3.1.1.7 неконструкційні елементи (*elements other than structural*)

Елементи оздоблення та обробки поверхні, з'єднані з конструкцією, які за класифікацією не віднесено до конструкційних елементів як такі, що мають найменші наслідки відмови

Примітка 1. Щодо класифікації наслідків відмови див. 4.3.

Приклад

Покрівля; обшиття та покриття поверхні; перегородки та футерування; бордюри; облицювання стін; підвісні стелі; теплоізоляція; знімне оснащення мостів, дорожнє покриття; інженерне обладнання постійного використання,

прикріплене до конструкції або закріплене всередині неї, наприклад, обладнання для ліфтів та ескалаторів; устаткування для опалення, вентиляції та кондиціювання повітря; електричне обладнання; трубопроводи; канали та труби для прокладання кабелю

3.1.1.8 виконання робіт (*execution*)

Усі види діяльності, які доводять до фізичного завершення робіт, включно з закупівлями, наглядом та пов'язаною з ними документацією

Примітка 1. Цей термін охоплює роботи на будівельному майданчику; він може також означати виготовлення компонентів за межами будівництва та їх подальший монтаж на будівельному майданчику.

3.1.1.9 якість (*quality*)

Ступінь, до якого сукупність властивих характеристик об'єкта відповідає вимогам

Примітка 1. Термін «якість» може бути використано з такими прикметниками, як «погана», «хороша» чи «відмінна».

Примітка 2. «Властивий», на відміну від «присвоєний», означає «невід'ємний від внутрішньої сутності об'єкта».

(Джерело: 3.6.2 EN ISO 9000:2015).

3.1.2 Терміни, що стосуються проєктування

3.1.2.1 розрахунковий критерій (*design criteria*)

Представлені в кількісному вимірі вирази, якими описують умови, яких має бути дотримано щодо кожного граничного стану

3.1.2.2 розрахункова ситуація (*design situation*)

Фізичні умови, очікувані впродовж певного періоду часу, щодо яких має бути продемонстровано з достатньою надійністю, що відповідні граничні стани не перевищено

3.1.2.3 усталена розрахункова ситуація (*persistent design situation*)

Нормальні умови, за яких використовують конструкцію чи вона зазнає впливу

Примітка 1. Усталена розрахункова ситуація має тривалість того самого порядку, що й розрахунковий строк експлуатації конструкції.

3.1.2.4 перехідна (тимчасова) розрахункова ситуація (*transient design situation*)

Тимчасові умови, за яких використовують конструкцію чи вона зазнає впливу, які діють упродовж періоду, значно меншого за розрахунковий строк експлуатації конструкції

Примітка 1. Перехідна розрахункова ситуація стосується тимчасових умов, за яких використовують конструкцію чи вона зазнає впливу, наприклад, під час зведення чи ремонтування.

3.1.2.5 основна розрахункова ситуація (*fundamental design situation*)

Розрахункова ситуація, що є усталеною чи тимчасовою розрахунковою ситуацією

3.1.2.6 аварійна розрахункова ситуація (*accidental design situation*)

Розрахункова ситуація, в якій конструкцію розглядають за виняткових подій чи впливів

Примітка 1. Спричинена такими подіями, як пожежа, вибух, удар чи місцева відмова.

3.1.2.7 сейсмічна розрахункова ситуація (*seismic design situation*)

Розрахункова ситуація, в якій конструкцію розглядають за сейсмічного впливу

3.1.2.8 розрахункова ситуація за втоми (*fatigue design situation*)

Розрахункова ситуація, в якій втомлювальні дії можуть спричинити відмову внаслідок втоми

Примітка 1. Для деяких матеріалів розрізняють малоциклову та багатоциклову втому. Застосовні рекомендації наведено в інших Єврокодах.

3.1.2.9 схема перевірки (*verification case*)

Класифікація сполучень навантаження для основних розрахункових ситуацій у граничних станах за несною здатністю, для яких визначено набір часткових коефіцієнтів

3.1.2.10 протипожежне проєктування (*fire design*)

Проектування конструкції з урахуванням вимог протипожежної безпеки

3.1.2.11 розрахунковий строк експлуатації (*design service life*)

Передбачений період часу, впродовж якого конструкцію чи її частину використовують за призначеністю із передбаченим технічним обслуговуванням, але без потреби капітального ремонту

3.1.2.12 схема навантаження (*load arrangement*)

Ідентифікація місця прикладання, величини та напрямку вільної дії

3.1.2.13 сполучення навантажень (*load case*)

Узгоджені схеми навантажень, деформацій та геометричних недосконалостей, які розглядають, залежно від обставин, під час перевіряння відповідності вимогам щодо конкретного граничного стану

3.1.2.14 граничний стан (*limit state*)

Стан, за межами якого конструкція більше не задовольняє відповідні розрахункові критерії

3.1.2.15 граничний стан за несною здатністю; ULS (*ultimate limit state; ULS*)

Стан, пов'язаний з руйнуванням чи іншими формами відмови конструкції

3.1.2.16 граничний стан експлуатаційної придатності; SLS (*serviceability limit state; SLS*)

Стан, що відповідає умовам, за межами яких визначені експлуатаційні вимоги щодо конструкції чи конструкційного елемента більше не дотримано

3.1.2.17 незворотний граничний стан експлуатаційної придатності (*irreversible serviceability limit state*)

Граничний стан експлуатаційної придатності, в якому ефекти дій залишаються після припинення цих дій

3.1.2.18 зворотний граничний стан експлуатаційної придатності (*reversible serviceability limit state*)

Граничний стан експлуатаційної придатності, в якому ефекти дій не залишаються після припинення цих дій

3.1.2.19 критерій експлуатаційної придатності (*serviceability criterion*)

Ознака відповідності умовам граничного стану експлуатаційної придатності

3.1.2.20 опір (*resistance*)

Здатність конструкції чи її частини витримувати дії без відмови

3.1.2.21 міцність (*strength*)

Механічна властивість матеріалу, що відображає його здатність опиратися діям, яку, зазвичай, вимірюють в одиницях напруження

3.1.2.22 втома (*fatigue*)

Процес накопичення пошкоджень, спричинений циклічними діями чи діями, що призводять до циклічних ефектів, що може завершитися відмовою

3.1.2.23 надмірна деформація (*excessive deformation*)

Деформація, яка перевищує межі до такої міри, за якої можна вважати, що конструкція досягла граничного стану за несною здатністю

3.1.2.24 конструкційна надійність (*structural reliability*)

Здатність конструкції чи конструкційного елемента задовольняти встановлені вимоги протягом строку експлуатації, для якого їх було запроєктовано

Примітка 1. Поняття «надійність» охоплює безпеку, експлуатаційну придатність та довговічність конструкції.

3.1.2.25 класифікація за надійністю (*reliability differentiation*)

Заходи з управління надійністю, спрямовані на соціально-економічну оптимізацію ресурсів, використовуваних для зведення споруд, з урахуванням усіх очікуваних наслідків відмови та пов'язаних із спорудами витрат

3.1.2.26 базова змінна (*basic variable*)

Змінна, що є фізичною кількісною величиною, яка характеризує дії та впливи довкілля, геометричні параметри, а також властивості матеріалу, включно з властивостями ґрунтів

3.1.2.27 технічне обслуговування (*maintenance*)

Комплекс заходів, виконуваних упродовж строку експлуатації конструкції для дотримання вимог щодо надійності

Примітка 1. Діяльність із відновлення конструкції після аварійної чи сейсмічної події зазвичай потребує заходів, що виходять за межі технічного обслуговування.

3.1.2.28 ремонтування (*repair*)

Діяльність, що виходить за межі технічного обслуговування, яку виконують для збереження чи відновлення функції конструкції

3.1.2.29 номінальне значення (*nominal value*)

Значення, встановлене на нестатистичній основі; наприклад, із набутого досвіду чи фізичних умов

3.1.2.30 живучість (*robustness*)

Здатність конструкції протистояти непередбаченим несприятливим подіям без виникнення пошкоджень, які були б непропорційними причині, що призвела до цих пошкоджень

3.1.2.31 довговічність (*durability*)

Здатність конструкції чи конструкційного елемента задовольняти, із плановим технічним обслуговуванням, установлені до неї (нього) проєктні вимоги щодо характеристик упродовж розрахункового строку експлуатації

3.1.2.32 сталість (*sustainability*)

Здатність споруд мінімізувати їхній негативний вплив на невідновлювані ресурси в довкіллі, суспільстві та економіці протягом усього життєвого циклу

3.1.2.33 клас наслідків (*consequence class*)

Класифікація за наслідками відмови конструкцій з огляду на втрати людських життів чи отримання тілесних ушкоджень, а також економічні, соціальні чи екологічні втрати

3.1.2.34 груба людська помилка (*gross human error*)

Помилка через незнання чи недогляд, що спричиняє зміни в роботі чи зниження рівня надійності конструкції, які є неприйнятними

3.1.3 Терміни, що стосуються дій**3.1.3.1 дія, F (*action, F*)**

Прямий чи непрямий зовнішній механічний вплив на конструкцію чи конструкційний елемент

3.1.3.2 пряма дія (*direct action*)

Сукупність сил або навантажень, прикладених до конструкції.

3.1.3.3 непряма дія (*indirect action*)

Сукупність прикладених деформацій чи прискорень

Приклад

Прикладені деформації чи прискорення, спричинені зміненням температури, відхиленням рівня вологості, нерівномірним осіданням чи землетрусами

3.1.3.4 наслідок дій; ефект дій, E (*effect of actions; action-effect, E*)

Підсумковий ефект від застосування дій до конструкційного елемента чи конструкції загалом

Приклад

Внутрішні зусилля, моменти, напруження, деформації, прогини та повороти

3.1.3.5 постійна дія, G (*permanent action, G*)

Дія, яка, зазвичай відбувається впродовж усього розрахункового строку експлуатації та варіативність значень якої є або невеликою, порівняно з її середнім значенням, або завжди монотонною; тобто дія або тільки збільшується, або тільки зменшується, доки не досягне граничного значення

3.1.3.6 змінна (тимчасова) дія, Q (*variable action, Q*)

Дія, яка може відбуватися впродовж розрахункового строку експлуатації, варіативність значень якої з часом не є ні незначною, ні монотонною

3.1.3.7 втомлювальна дія, F_{fat} (*fatigue action, F_{fat}*)

Циклічна дія або дія, що спричиняє циклічні ефекти, які можуть призвести до втоми

3.1.3.8 аварійна дія, A (*accidental action, A*)

Дія, зазвичай, короткочасна, але інтенсивна, виникнення якої є малоймовірним упродовж розрахункового строку експлуатації

Примітка 1. Аварійна дія, як очікують, у багатьох ситуаціях може спричинити тяжкі наслідки, якщо не вжити відповідних заходів.

3.1.3.9 сейсмічна дія, A_E (*seismic action*, A_E)

Дія, що виникає внаслідок землетрусу

3.1.3.10 кліматична дія (*climatic action*)

Дія, виникнення якої спричинено кліматичною системою

Приклад

Сніг, вітер, коливання температури, обледеніння внаслідок атмосферних впливів та вологість

Примітка 1. Хвилі та течії розглядають як наслідки кліматичних дій та інших впливів на водні ресурси.

3.1.3.11 фіксована дія (*fixed action*)

Дія, що має фіксоване розподілення та розташування відносно конструкції чи конструкційного елемента, наприклад, її інтенсивність і напрямки відомі й задані для всієї конструкції чи конструкційного елемента

3.1.3.12 вільна дія (*free action*)

Дія, що може мати різне просторове розподілення відносно конструкції

3.1.3.13 обмежена дія (*bounded action*)

Дія, що має граничне значення, відоме з достатньою точністю, яке не може бути перевищено

3.1.3.14 проста дія (*single action*)

Дія, яку можна вважати статистично незалежною в часі та просторі по відношенню до будь-якої іншої дії на конструкцію

3.1.3.15 статична дія (*static action*)

Дія, що не спричиняє значного прискорення конструкції чи конструкційних елементів

3.1.3.16 динамічна дія (*dynamic action*)

Дія, що спричиняє значне прискорення конструкції чи конструкційних елементів

3.1.3.17 квазістатична дія (*quasi-static action*)

Динамічна дія, що в розрахунковій статичній моделі представлена еквівалентною статичною дією

3.1.3.18 репрезентативне значення дії, F_{rep} (*representative value of an action, F_{rep}*)

Значення дії, що використовують для перевіряння за граничними станами

Примітка 1. Як репрезентативне може бути прийнято характеристичне значення, значення комбінації дій, часто повторюваної дії чи квазіпостійної дії.

3.1.3.19 характеристичне значення дії, F_k (*characteristic value of an action, F_k*)

Значення обраної дії, установлене, за можливості, на статистичній основі відповідно до передбаченої ймовірності того, що його не буде перевищено до несприятливого рівня протягом заданого базового періоду

Примітка 1. Якщо характеристичне значення встановити на статистичній основі неможливо, то його може бути замінено на номінальне значення.

3.1.3.20 розрахункове значення дії, F_d (design value of an action, F_d)

Значення дії, отримане множенням репрезентативного значення на частковий коефіцієнт надійності, γ_F , або визначене безпосередньо

3.1.3.21 базовий період (reference period)

Період часу, який використовують як основу для статистичного оцінювання екстремальних варіантів реалізації змінних (тимчасових) дій та, можливо, аварійних дій

3.1.3.22 період повторюваності (return period)

Середня кількість років, упродовж яких значення дії, згідно зі статистичними даними, перевищується один раз

3.1.3.23 комбінація дій (combination of actions)

Набір розрахункових значень дій, які використовують для перевіряння надійності конструкції за певного граничного стану з урахуванням одночасного впливу різних дій

3.1.3.24 провідна дія (leading action)

Основна дія в комбінації дій

3.1.3.25 супутня дія (accompanying action)

Дія, що супроводжує провідну дію в комбінації дій

3.1.3.26 комбінаційне значення змінної (тимчасової) дії, Q_{comb} (combination value of a variable action, Q_{comb})

Значення супутньої дії, яке використовують під час перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю в усталених чи перехідних розрахункових ситуаціях та незворотних граничних станів експлуатаційної придатності, обраних (за можливості,

встановлених на статистичній основі) із таким розрахунком, щоб імовірність того, що спричинені комбінацією дій ефекти буде перевищено, була приблизно такою самою, як і за використання характеристичного значення окремої дії

Примітка 1. Q_{comb} може бути виражено як частку ψ_0 від характеристичного значення (тобто $Q_{\text{comb}} = \psi_0 Q_k$), де $\psi_0 \leq 1$.

3.1.3.27 часто повторюване значення змінної (тимчасової) дії, Q_{freq} (*frequent value of a variable action, Q_{freq}*)

Значення, яке використовують для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, що охоплюють аварійні дії, та для перевірення за деякими зворотними граничними станами експлуатаційної придатності

Примітка 1. Q_{freq} може бути виражено як частку ψ_1 від характеристичного значення (тобто $Q_{\text{freq}} = \psi_1 Q_k$), де $\psi_1 \leq 1$.

3.1.3.28 квазіпостійне значення змінної (тимчасової) дії, Q_{qper} (*quasi-permanent value of a variable action, Q_{qper}*)

Значення, яке використовують для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, що охоплюють аварійні чи сейсмічні дії, для перевірення за деякими зворотними граничними станами експлуатаційної придатності та для розрахунку довготривалих ефектів

Примітка 1. Q_{qper} може бути виражено як частку ψ_2 від характеристичного значення (тобто $Q_{\text{qper}} = \psi_2 Q_k$), де $\psi_2 \leq 1$.

3.1.3.29 власна частота (*natural frequency*)

Частота вільних коливань конструкції

3.1.3.30 коефіцієнт динамічності (*dynamic amplification factor*)

Співвідношення між характеристичним значенням ефекту динамічної дії та характеристичним значенням ефекту статичної дії

Примітка 1. Це визначення застосовне так само до інших репрезентативних значень.

3.1.4 Терміни, що стосуються властивостей матеріалу та виробу

3.1.4.1 характеристичне значення властивості матеріалу чи виробу, X_k (*characteristic value of a material or product property, X_k*)

Значення властивості матеріалу чи виробу, що має задану ймовірність недосягнення в гіпотетично необмеженій серії випробувань

Примітка 1. Це значення загалом відповідає визначеному квантилю припустимого статистичного розподілення конкретної властивості матеріалу чи виробу. За деяких обставин номінальне значення використовують як характеристичне значення.

3.1.4.2 репрезентативне значення властивості матеріалу чи виробу, X_{rep} (*representative value of a material or product property, X_{rep}*)

Значення, отримане множенням характеристичного значення властивості матеріалу чи виробу на коефіцієнт перетворення, який враховує ефекти масштабу, вологості та температури, ефекти старіння матеріалів та будь-які інші застосовні параметри

3.1.4.3 розрахункове значення властивості матеріалу чи виробу, X_d (*design value of a material or product property, X_d*)

Значення, отримане діленням нижчого репрезентативного значення властивості матеріалу чи виробу на частковий коефіцієнт

надійності за матеріалом, або, за критичніших обставин, множенням вищого репрезентативного значення на частковий коефіцієнт надійності за матеріалом

Примітка 1. За особливих обставин це значення можна отримати, визначивши безпосередньо.

Примітка 2. Конкретні правила див. в інших Єврокодах.

3.1.5 Терміни, що стосуються геометричних характеристик

3.1.5.1 номінальне значення геометричної характеристики, a_{nom} (*nominal value of a geometrical property, a_{nom}*)

Значення геометричної характеристики, що відповідає розмірам, зазначеним у проєкті

Примітка 1. Якщо доцільно, номінальні значення геометричних характеристик може бути замінено на заданий квантиль їхнього статистичного розподілення.

3.1.5.2 розрахункове значення геометричної характеристики, a_d (*design value of a geometrical property, a_d*)

Значення геометричної характеристики, в якому враховано будь-який відхил

Примітка 1. Якщо доцільно, в ньому може бути враховано можливі відхилення від номінального значення.

3.1.6 Терміни, що стосуються конструкційного та геотехнічного розрахунку

3.1.6.1 конструкційний розрахунок (*structural analysis*)

Процедура чи алгоритм для визначення наслідків дій у конструкції

Примітка 1. Конструкційний розрахунок іноді виконують на більш ніж одному рівні за використання різних моделей (наприклад, загальний розрахунок, розрахунок елемента та локальний розрахунок).

3.1.6.2 лінійна робота (*linear behaviour*)

Поведінка конструкції чи конструкційного елемента, в якій взаємозв'язок між діями та їхніми наслідками є прямо пропорційним

3.1.6.3 нелінійна робота (*non-linear behaviour*)

Поведінка конструкції чи конструкційного елемента, в якій взаємозв'язок між діями та їхніми наслідками є непропорційним

3.1.6.4 геометрична нелінійність (*geometric non-linearity*)

Нелінійність, спричинена зміненням геометричної форми порівняно з початковим недеформованим станом

Приклад

Прикладами конструкцій, в яких може виникнути геометрична нелінійність, є мембрани, ванти, пологі арки, контактні мережі, гнучкі колони та гнучкі балки.

3.1.6.5 теорія першого порядку (*first order theory*)

Зв'язок між діями та їхніми ефектами, за якого зміни геометричної форми конструкційного елемента чи всієї конструкції істотно не впливають на рівняння рівноваги

3.1.6.6 теорія другого порядку (*second order theory*)

Зв'язок між діями та їхніми ефектами, за якого зміни геометричної форми впливають на рівняння рівноваги

3.1.6.7 нелінійність матеріалу (*material non-linearity*)

Нелінійні властивості матеріалу, спричинені нелінійною залежністю «напруження-деформація»

Приклад

Пластичність, розтріскування бетону, деформаційне зміцнення, гістерезис.

3.1.6.8 контактна нелінійність (*contact non-linearity*)

Нелінійність, спричинена змінами на межі контактування між конструкційними частинами під час взаємодії

Приклад

Фрикційне контактування, контактування між бетонною плитою перекриття та цегляною стіною, між ґрунтом та основою.

3.1.6.9 нелінійність функції граничного стану (*non-linearity of the limit state function*)

Нелінійне відношення між опором та змінними, які впливають на опір

Примітка 1. Ця умова є важливою у разі застосування часткових коефіцієнтів.

3.1.6.10 історія напружень (*stress history*)

Інформація про зміни напружень у часі

3.1.7 Терміни, що стосуються мостів

Примітка 1. Визначення, позначки, пояснення, моделі навантажень та групи навантажень, застосовні до транспортних навантажень, використано чи зазначено у відповідному розділі EN 1991-2.

Примітка 2. Позначки, пояснення та моделі дій під час зведення зазначено в EN 1991-1-6.

3.1.7.1 міст на об'єднаних берегових опорах (*integral abutment bridge*)

Міст без стиків у мостовому настилі, в якому переміщення берегових опор у межах забутовки забезпечує можливість теплового видовження та скорочення

3.1.7.2 система обпирання (*support system*)

Розташування опор, які передають навантаження від прогонової будови (наприклад, моста, шляхопроводу) до нижніх конструкцій (наприклад, проміжних опор, берегових опор) та уможливлють переміщення із заданими ступенями свободи

3.1.7.3 умовна фіксована точка (*notional fixed point*)

Точка, в якій теплове розширення чи інші вільні або частково вільні деформації прогонової будови не спричиняють загальних переміщень

3.1.7.4 довжина ділянки розширення (*expansion length*)

Відстань від умовної фіксованої точки до місця, яке розглядають

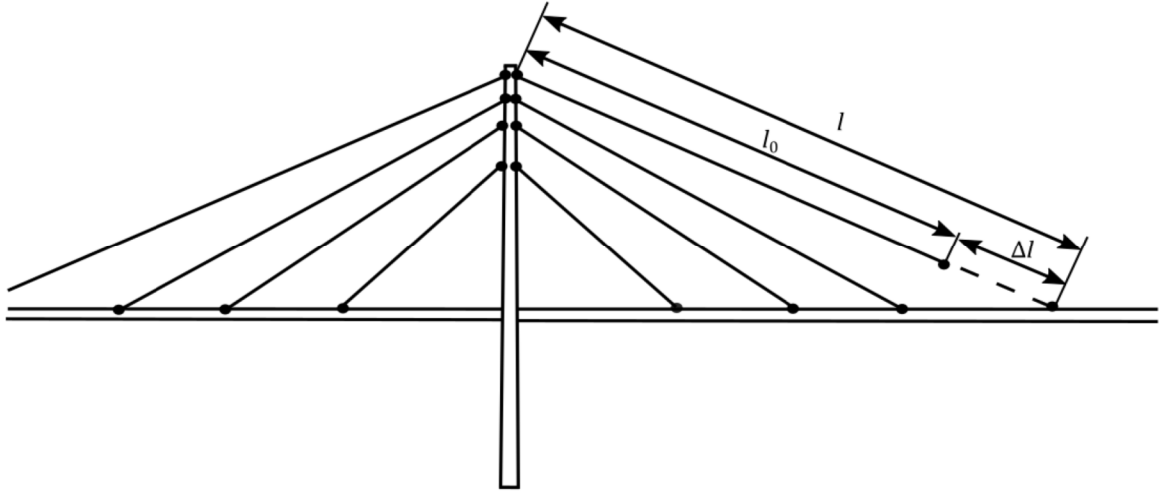
3.1.7.5 попереднє напружування (*prestrain*)

Метод отримання зусилля попереднього напружування за допомогою регульованого деформування, прикладеного до розтянутого компонента.

Примітка 1. На відміну від осьового зусилля, попереднє напружування не залежить від навантажень на конструкцію. Воно змінюється лише тоді, коли змінюється регулювання ванти. Попереднє напружування може бути застосовано поетапно, залежно від процесу будівництва. Внаслідок прогину під час будівництва відстань між кінцевими пристроями в завершеній будівництвом конструкції може відрізнятися від відстані між кінцевими пристроями під час монтажу.

Примітка 2. Попереднє напружування вантового троса характеризують його попередньою деформацією (див. рисунок 3.1) або початковим розтягом, F_{ref} , що має бути застосовано до ванти, щоб змусити її кінці збігатися з положенням кінцевих пристроїв за початковою геометричною формою. Якщо ванту моделюють як таку, що має лінійну поведінку, то початковий розтяг є пропорційним попередній деформації: $F_{\text{ref}} = EA_m \varepsilon$, де A_m – номінальне значення поперечного перерізу металевої частини розтягнутого елемента. Якщо ванту моделюють як ланцюгову

підвіску, то буває зручніше використовувати початковий розтяг. Як і попереднє напружування, початкова сила не залежить від прикладених до конструкції навантажень. Вона може відрізнятись від сили, прикладеної до вант під час її монтажу.



Умовні позначки:

l – відстань між кінцевими пристроями за початкової геометричної форми;

l_0 – довжина вант без розтягу та сили тяжіння;

ε – попередня деформація, $\varepsilon = \Delta l / l_0$

Рисунок 3.1 – Попереднє напружування вант у вантових мостах

3.2 Позначки та скорочення

3.2.1 Латинські літери верхнього регістру

A – аварійна дія;

A_d – розрахункове значення аварійної дії;

A_E – сейсмічна дія;

A_{Ed} – розрахункове значення сейсмічної дії;

$A_{Ed,ULS}$ – розрахункове значення сейсмічної дії в граничному стані за несною здатністю;

$A_{Ed,SLS}$ – розрахункове значення сейсмічної дії в граничному стані експлуатаційної придатності;

$A_{\text{eff},i}$ – ефективна площа (в плані) для шару i еластомерної опорної частини;

A_m – номінальне значення поперечного перерізу металевої частини розтягнутого елемента;

$A_{w,\text{rep}}$ – репрезентативне значення аварійної дії води;

$C_{d,\text{SLS}}$ – граничне розрахункове значення застосовного критерію експлуатаційної придатності;

$C_{d,\text{ULS}}$ – граничне розрахункове значення граничного стану за несною здатністю за умов надмірної деформації;

CC – клас наслідків (*consequence class*);

CL – рівень комфорту (*comfort level*);

D_{int} – граничне значення характеристичного переміщення у разі об'єднаної берегової опори;

DL – обумовлені межі пошкодження (*damage limitation*);

E – ефект дій;

$E(X)$ – середнє значення X ;

E_d – розрахункове значення наслідку дій;

F – дія;

F_{bd} – розрахункове значення реакції опорної частини;

F_d – розрахункове значення дії;

F_{Ed} – розрахункове значення дій, використовуване для визначення величини E_d ;

F_{fat} – втомлювальна дія;

$F_{\text{fat},d}$ – розрахункове значення втомлювальної дії;

F_k – характеристичне значення дії;

F_{ref} – початковий розтяг;

F_{rep} – репрезентативне значення дії;

F_w^* – граничне значення сили вітру як супутньої дії стосовно автодорожніх мостів;

F_w^{**} – граничне значення сили вітру як супутньої дії стосовно залізничних мостів;

F_{wk} – сила вітру;

G – постійна дія;

G_d – розрахункове значення постійної дії;

G_{de} – розрахункове значення модуля зсуву еластомеру;

$G_{de,i}$ – розрахункове значення модуля зсуву еластомеру для шару i ;

$G_{d,fav}$ – розрахункове значення постійної дії, яка спричиняє сприятливий ефект;

G_{exp} – допустимий відхил для модуля зсуву;

G_k – характеристичне значення постійної дії;

$G_{k,i}$ – характеристичне значення постійної дії i ;

$G_{k,inf}$ – нижнє характеристичне значення постійної дії;

G_{nom} – номінальне значення модуля зсуву;

$G_{k,sup}$ – верхнє характеристичне значення постійної дії;

G_{rep} – репрезентативне значення постійної дії;

G_w – дія води;

G_{wk} – характеристичне значення дії води;

$G_{wk,inf}$ – нижнє характеристичне значення дії води;

$G_{w,rep}$ – репрезентативне значення дії води;

$G_{wk,sup}$ – верхнє характеристичне значення дії води;

HSLM – модель високошвидкісного навантаження (*high speed load model*);

LM – модель навантаження (*load model*);

N_d – розрахункове значення нормальних сил, що діють на опорну частину у відповідній комбінації;

$N_{d,i}$ – розрахункове значення нормальної сили, що діє на опорну частину з елементом ковзання, опори i ;

$N_{d,j}$ – розрахункове значення нормальних сил за постійних дій та попереднього напруження в опорній частині з елементом ковзання, опори j ;

NC – близький до руйнування (*near collapse*);

NDP – параметр, визначений на національному рівні (*Nationally Determined Parameter*);

P – сила попереднього напружування;

P_d – розрахункове значення сили попереднього напружування;

P_f – рівень імовірності відмови;

P_k – характеристичне значення сили попереднього напружування;

$P_{k,inf}$ – нижнє характеристичне значення сили попереднього

напружування;

$P_{k,sup}$ – верхнє характеристичне значення сили попереднього напружування;

Q – змінна дія;

Q_c – дія під час зведення;

Q_{comb} – комбінаційне значення змінної дії;

Q_d – розрахункове значення змінної дії;

Q_{freq} – часто повторюване значення змінної дії;

Q_{fwk} – характеристичне значення зосередженого навантаження (колісного навантаження) на пішохідний міст;

Q_k – характеристичне значення змінної дії;

$Q_{k,j}$ – характеристичне значення супутньої змінної дії j ;

$Q_{k,1}$ – характеристичне значення провідної змінної дії 1;

Q_{Lk} – горизонтальна сила, що виникає внаслідок прискорення та гальмування;

Q_{qper} – квазіпостійне значення змінної дії;

Q_{rep} – репрезентативне значення змінної дії;

$Q_{Sn,k}$ – характеристичне значення снігового навантаження;

$Q_{w,comb}$ – комбінаційне значення змінної дії води;

$Q_{w,freq}$ – часто повторюване значення змінної дії води;

$Q_{w,qper}$ – квазіпостійне значення змінної дії води;

$Q_{w,rep}$ – репрезентативне значення змінної дії води;

Q_{wk} – характеристичне значення змінної дії води;

- R – опір;
- R_d – розрахункове значення опору;
- R_{fat} – репрезентативне значення опору втомі;
- $R_{fat,d}$ – розрахункове значення опору втомі;
- SD – суттєве пошкодження (*significant damage*);
- SLS – граничний стан експлуатаційної придатності (*serviceability limit state*);
- T_{fi} – тривалість впливу вогню;
- T_k – теплова дія;
- T_{lf} – розрахунковий строк експлуатації;
- T_0 – початкова температура;
- TS – система тандем (*tandem system*);
- UDL – рівномірно розподілене навантаження (*uniformly distributed load*);
- ULS – граничний стан за несною здатністю (*ultimate limit state*);
- V – коефіцієнт варіації, $V = (\text{стандартне відхилення})/(\text{середнє значення})$;
- V_T – швидкість потяга;
- V_X – коефіцієнт варіації величини X ;
- V_δ – оціночна функція для коефіцієнта варіації похибки δ ;
- X – масив j базових змінних $X_1 \dots X_j$;
- X_d – розрахункове значення властивості матеріалу чи виробу;
- X_k – характеристичне значення властивості матеріалу чи

виробу;

$X_k(n)$ – характеристичне значення, включно зі статистичною невизначеністю для вибірки розміру n , з вилученням будь-якого коефіцієнта перетворення до застосування будь-якого поправкового коефіцієнта

X_m – масив середніх значень базових змінних;

X_{Rd} – значення властивості матеріалу чи виробу, використовуване для визначення величини R_d ;

X_{rep} – репрезентативне значення властивості матеріалу чи виробу

3.2.2 Латинські літери нижнього регістру

a_{bt} – граничне значення прискорення мостового полотна баластної колії;

a_d – розрахункове значення геометричної характеристики;

a_{df} – граничне значення прискорення мостового полотна безбаластної колії;

$a_{lim,v}$ – граничне значення прискорення у вертикальному напрямку;

$a_{lim,h}$ – граничне значення прискорення в горизонтальному напрямку;

a_{nom} – номінальне значення геометричної характеристики;

b – поправковий коефіцієнт;

b_i – поправковий коефіцієнт для випробного зразка i ;

b_v – граничне значення вертикального прискорення;

b_v' – максимально допустиме вертикальне прискорення;

$d_{d,con}$ – розрахункове переміщення за скорочення опорної частини;

$d_{d,exp}$ – розрахункове переміщення за розширення опорної частини;

$d_{execution}$ – переміщення опорних частин під час виконання робіт до закріплення конструкції;

d_{Gd} – розрахункове переміщення внаслідок постійних ефектів;

d_{Pd} – розрахункове переміщення внаслідок попереднього напруження;

$d_{Qd,con}$ – розрахункове переміщення за скорочення внаслідок змінних дій;

$d_{Qd,exp}$ – розрахункове переміщення за розширення конструкції внаслідок змінних дій;

$d_{Set,i}$ – перепад осадки окремого фундаменту чи його частини;

f_{h0} – граничне значення основної власної частоти поперечних коливань прогону;

$g_{rt}(\underline{X})$ – теоретична функція опору базових змінних $\underline{X}$, яку використовують як розрахункову модель

h – висота будівлі;

h_i – висота поверху;

i_d – розрахункове значення геометричної недосконалості;

$k_{d,n}$ – розрахунковий квантильний коефіцієнт вибірки розміру n ;

k_{dyn} – динамічний коефіцієнт;

k_F – коефіцієнт за наслідками руйнування;

k_n – характеристичний квантильний коефіцієнт для вибірки розміру n ;

k_{temp} – температурний коефіцієнт;

k_ϕ – понижувальний коефіцієнт для врахування геометричних недосконалостей;

l – прогін;

m_X – середнє значення змінної X за результатами n вибірок;

n – число кількості;

q_{1k} – дія, спричинена аеродинамічними ефектами;

r – значення опору;

r_d – розрахункове значення опору;

r_e – значення опору на основі випробування;

r_{ee} – екстремальне (максимальне чи мінімальне) значення опору на основі випробування, тобто значення r_e , яке найбільше відхиляється від середнього значення r_{em} ;

$r_{e,i}$ – опір зразка i під час випробування;

r_{em} – середнє значення опору на основі випробування;

r_k – характеристичне значення опору;

r_m – середнє значення опору, розраховане за використання середніх значень X_m базових змінних;

r_t – теоретичний опір, визначений з функції опору $g_{rt}(X)$;

$r_{t,i}$ – теоретичний опір, визначений за допомогою вимірювань

параметрів $\underline{X}$ для випробного зразка i

r_{tr} – зміна радіуса колії по мостовому полотну;

s – обчислена величина стандартного відхилення σ ;

s_{Cd} – відносна (нерівномірна) осадка;

s_g – ширина колії;

s_{Δ} – обчислене значення σ_{Δ} ;

s_{δ} – обчислене значення σ_{δ} ;

t – максимальна скрученість;

$t_{el,eff,i}$ – ефективна товщина i -го шару еластомеру;

t_T – граничне значення загального кручення колії;

u – горизонтальне зміщення конструкції чи елемента конструкції;

$u_{d,i}$ – розрахункове значення відносного зміщення i -го шару еластомеру;

u_i – відносне горизонтальне переміщення по висоті поверху без урахування повороту жорсткого тіла;

x_i – i -те значення змінної X ;

w – вертикальний прогин конструкційного елемента;

w_c – попередній згин;

w_{max} – залишковий загальний прогин з урахуванням попереднього згину;

w_{tot} – повний прогин;

w_1 – початкова частина прогину за постійних навантажень;

w_2 – тривала частина прогину за постійних навантажень, включно з квазіпостійними навантаженнями;

w_3 – миттєвий прогин внаслідок змінних дій, за винятком квазіпостійних навантажень

3.2.3 Грецькі літери верхнього регістру

Φ – кумулятивна функція розподілу стандартизованого нормального розподілу;

Φ_{dyn} – динамічний коефіцієнт;

Δ – логарифм похибки δ , $\Delta_i = \ln(\delta_i)$

$\bar{\Delta}$ – обчислене значення $E(\Delta)$

Δa – відхилення геометричної характеристики;

Δd – невизначеність геометричних характеристик;

$\Delta d_{\text{Set},i}$ – невизначеність, пов'язана з визначенням величини осадки фундаменту чи його частини

$\Delta S_{\text{Cd,SLS}}$ – максимальна відносна осадка;

$\Delta T_{\text{d,con}}$ – характеристичне значення максимального падіння компоненти постійної температури, що призводить до стиснення;

$\Delta T_{\text{d,exp}}$ – характеристичне значення максимального підвищення компоненти постійної температури, що призводить до розширення;

$\Delta T_{\text{N,con}}$ – характеристичне значення максимального падіння компоненти постійної температури, що призводить до стиснення;

$\Delta T_{N,exp}$ – характеристичне значення максимального підвищення компоненти постійної температури, що призводить до розширення;

ΔT_0 – діапазон початкової температури моста;

$\Delta \delta_h$ – максимальний перепад поперечного прогину

3.2.4 Грецькі літери нижнього регістру

α – поправковий коефіцієнт;

α_{Qi} – поправкові коефіцієнти для деяких моделей навантаження на смуги дорожнього руху i ($i = 1, 2, \dots$);

α_n – коефіцієнт, застосовний залежно від типу та кількості опорних частин;

α_{qi} – поправкові коефіцієнти для деяких моделей навантаження на смуги дорожнього руху i ($i = 1, 2, \dots$);

α_{qr} – поправковий коефіцієнт для моделей навантаження на решту площі;

$\alpha_{Q_{i,max,T}}$ – коефіцієнт чутливості домінуючої Q_i ($i = 1, 2$) згідно з методом надійності першого порядку FORM (*First Order Reliability Method*);

$\alpha_{Q_{i,\tau 1}}$ – коефіцієнт чутливості невідоміючої Q_i ($i = 1, 2$) згідно з методом надійності першого порядку FORM (*First Order Reliability Method*);

α_Y – коефіцієнт чутливості, що вказує на значущість величини Y для оцінювання надійності;

β – показник надійності;

β_{Cd} – кутова деформація;

$\beta_{Cd,SLS}$ – максимальна кутова деформація;

β_Q – поправковий коефіцієнт для моделі навантаження 2;

γ – частковий коефіцієнт;

γ_E – частковий коефіцієнт, застосовний до наслідків дій, для врахування невизначеностей, охоплених γ_f та γ_{sd} ;

$\gamma_{E,fav}$ – частковий коефіцієнт, застосовний до сприятливих наслідків дій;

γ_f – частковий коефіцієнт для дій, що враховує несприятливі відхилення значень дії від репрезентативних значень;

γ_F – частковий коефіцієнт, застосовний до дій, для врахування невизначеностей, охоплених γ_f та γ_{sd} ;

γ_{Ff} – частковий коефіцієнт для втомлювальних дій;

γ_G – частковий коефіцієнт для постійної дії, яка спричиняє несприятливі наслідки;

$\gamma_{G,fav}$ – частковий коефіцієнт для постійної дії, яка спричиняє сприятливі наслідки;

$\gamma_{G,i}$ – частковий коефіцієнт для постійної дії i ;

$\gamma_{G,set}$ – частковий коефіцієнт для ефектів осадки;

$\gamma_{G,set,fav}$ – частковий коефіцієнт для ефектів осадки, яка спричиняє сприятливі наслідки;

$\gamma_{G,stab}$ – частковий коефіцієнт для сприятливої (стабілізуючої) частини постійної дії, яку розглядають як окрему первопричину;

γ_{Gw} – частковий коефіцієнт для дії води;

$\gamma_{Gw, stb}$ – частковий коефіцієнт для сприятливої (стабілізуючої) частини дії води;

γ_m – частковий коефіцієнт для властивості матеріалу, що враховує несприятливе відхилення властивостей матеріалу чи виробу від їх характеристичних значень, невизначеність (випадковість) коефіцієнта перетворення η та геометричні відхилення, якщо їх не змодельовано точно;

γ_M – частковий коефіцієнт, застосовний до властивості матеріалу, для врахування невизначеностей, охоплених γ_m та γ_{Rd} ;

γ_{Mf} – частковий коефіцієнт опору втомі;

γ_P – частковий коефіцієнт для сил попереднього напружування;

γ_Q – частковий коефіцієнт, застосовний до змінних дій, що враховує невизначеності, охоплені γ_F ;

$\gamma_{Q, fav}$ – частковий коефіцієнт, застосовний до змінних дій, які спричиняють сприятливі наслідки;

$\gamma_{Q, j}$ – частковий коефіцієнт для змінної дії j ;

$\gamma_{Q, red}$ – понижувальний частковий коефіцієнт, застосовний у геотехнічному проектуванні до несприятливих змінних дій;

$\gamma_{Q, T}$ – частковий коефіцієнт для теплових дій;

γ_{Qw} – частковий коефіцієнт змінення дії води;

γ_R – частковий коефіцієнт для опору, що враховує

несприятливе відхилення властивостей матеріалу чи виробу від їх характеристичних значень, невизначеність (випадковість) коефіцієнта перетворення η , геометричні відхилення (якщо їх не змодельовано точно) та невизначеність у моделі опору;

γ_{Rd} – частковий коефіцієнт для опору, пов'язаного з невизначеністю моделі опору та геометричними відхиленнями, якщо їх не змодельовано точно;

γ_{Sd} – частковий коефіцієнт, пов'язаний з невизначеністю моделі дії та/або моделі наслідку дії;

δ – похибка;

δ_i – спостережувана похибка випробного зразка i , отримана як результат порівняння значень опору під час випробування, $r_{e,i}$, та теоретичного значення цього опору, $br_{t,i}$, скоригованого за допомогою поправкового коефіцієнта для відповідних середніх значень, b_m ;

δ_v – вертикальний прогин;

δ_h – поперечний прогин;

η – коефіцієнт перетворення для врахування ефектів масштабування, вологості та температури, ефектів старіння матеріалів та будь-яких інших застосовних параметрів;

η_d – розрахункове значення можливого коефіцієнта перетворення, якщо його не охоплено частковим коефіцієнтом опору γ_m ;

η_k – понижувальний коефіцієнт, застосовний у разі

використання даних із попереднього досвіду;

θ – кут повороту кінця конструкції;

μ_d – розрахункове значення коефіцієнта тертя опорної частини;

$\mu_{d,fav}$ – коефіцієнт тертя для сприятливої дії;

μ_{max} – максимальний коефіцієнт тертя;

ξ – понижувальний коефіцієнт, що застосовують до несприятливих постійних дій;

ρ – понижувальний коефіцієнт, що застосовують до γ_G під час визначення $\gamma_{G,stb}$;

σ – стандартне відхилення $\sigma = \sqrt{\text{дисперсія}}$;

σ_{Δ}^2 – дисперсія величини Δ ;

ψ – коефіцієнт комбінації, застосовний до характеристичного значення змінної дії;

ψ_j – понижувальний коефіцієнт, що враховує ймовірність наближення частоти кроку (людини-бігуна) до критичних меж діапазону власних частот, який розглядають;

ψ_w – понижувальний коефіцієнт, що враховує ймовірність наближення частоти кроку (людини-пішохода) до критичних меж діапазону власних частот, який розглядають;

ψ_0 – коефіцієнт комбінації, застосовний до змінної дії для визначення її комбінаційного значення;

ψ_1 – коефіцієнт комбінації, застосовний до змінної дії для

визначення її часто повторюваного значення;

ψ_2 – коефіцієнт комбінації, застосовний до змінної дії для визначення її квазіпостійного значення;

$\psi_{0,j}$ – коефіцієнт комбінації, застосовний до змінної дії j для визначення її комбінаційного значення;

$\psi_{1,j}$ – комбінаційний коефіцієнт, застосовний до змінної дії j для визначення її часто повторюваного значення;

$\psi_{2,j}$ – комбінаційний коефіцієнт, застосовний до змінної дії j для визначення її квазіпостійного значення

ω_{Cd} – нахил

4 ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА

4.1 Основні вимоги

(1) Припущень, які наведено в 1.2 та в інших Єврокодах, має бути дотримано.

(2) Конструкцію має бути запроєктовано та виконано так, щоб упродовж її розрахункового строку експлуатації з відповідними ступенем надійності та економічності вона:

- витримувала всі раціонально передбачувані дії та впливи, які можуть виникнути під час її створення та використання, як зазначено для конструкції;

- відповідала вимогам щодо експлуатаційної придатності, встановленим для конструкції чи конструкційного елемента;

- відповідала вимогам щодо довговічності, встановленим для конструкції чи конструкційного елемента.

Примітка. Передбачається, що проєкт, виконаний згідно з Єврокодами, задовольняє цим вимогам.

(3) У разі пожежі опір конструкції має бути достатнім упродовж необхідного періоду часу.

Примітка. Загальні положення, що стосуються протипожежного проєктування, див. також в EN 1991-1-2.

4.2 Конструкційна надійність

(1) Надійності, потрібної для конструкцій, які охоплено сферою застосування цього стандарту, має бути досягнуто проєктуванням відповідно до Єврокодів (усі частини): EN 1991, EN 1992, EN 1993, EN 1994, EN 1995, EN 1996, EN 1997, EN 1998 та EN 1999.

(2) Щоб уникнути грубих людських помилок та недогляду й обмежити їх вплив на конструкційну надійність, вживають відповідні заходи.

Примітка 1. У цьому стандарті поправки на грубі людські помилки не передбачено.

Примітка 2. Рекомендації щодо відповідних заходів для обмеження ймовірності виникнення грубих людських помилок та недогляду наведено в додатку В.

(3) Обираючи відповідний рівень надійності конструкції, враховують:

– можливі наслідки відмови з огляду на ризики для життя, травмування та потенційні економічні втрати, див. 4.3;

– можливу причину та спосіб досягнення граничного стану;

Примітка 1. Прикладами способів досягнення граничного стану є види відмови, із засторогами чи без них, наприклад, в'язке чи крихке руйнування.

– суспільно визнану неприпустимість відмови;

– витрати та процедури, потрібні для зменшення ризику відмови.

Примітка 2. Рівні надійності може бути встановлено в Національному додатку. Інші рекомендації наведено в додатку С.

Примітка 3. Різні рівні надійності зазвичай приймають для граничних станів, пов'язаних із відмовою конструкції, експлуатаційною придатністю та довговічністю.

Примітка 4. Рівнів надійності, пов'язаних із відмовою конструкції, експлуатаційною придатністю та довговічністю, досягають за допомогою:

- відповідного представлення основних змінних, див. розділ 6;
- точності використаних механічних моделей та інтерпретації отриманих результатів;
- запобігання помилкам під час проєктування та виконання конструкції, разом із грубими людськими помилками, інші рекомендації див. також у додатку В;
- відповідного нагляду та технічного обслуговування згідно з процедурами, зазначеними у проєктній документації.

4.3 Наслідки відмови

(1) За наслідками відмови конструкцію чи конструкційний елемент має бути віднесено до одного з таких п'яти класів:

- СС4 – найвищий клас наслідків;
- СС3 – високий клас наслідків;
- СС2 – нормальний клас наслідків;
- СС1 – низький клас наслідків;
- СС0 – найнижчий клас наслідків.

Примітка 1. У таблиці 4.1 (NDP) наведено класифікацію за наслідками руйнування з орієнтовними визначеннями наслідків, якщо в Національному додатку не зазначено інше.

Таблиці 4.1 (NDP) – Визначені класи наслідків

Клас наслідків	Орієнтовні визначення наслідків	
	Загибель людей чи тілесні ушкодження ^a	Економічні, соціальні чи екологічні наслідки ^a
CC4 – найвищий	Надзвичайного рівня	Масштабні
CC3 – високий	Високого рівня	Дуже великі
CC2 – нормальний	Середнього рівня	Значні
CC1 – низький	Низького рівня	Малі
CC0 – найнижчий	Дуже низького рівня	Незначні
^a Клас наслідків обирають, ґрунтуючись на найтяжчих наслідках із наведених у цих двох стовпцях		

Примітка 2. Положення Єврокодів охоплюють правила проєктування, застосовні до конструкцій за класами CC1–CC3.

Примітка 3. Положення Єврокодів охоплюють не всі правила, потрібні для проєктування конструкцій, які віднесено до класу CC4. Для цих конструкцій можуть бути потрібні додаткові положення, крім наведених у Єврокодах.

Примітка 4. У додатку А наведено приклади класифікації конструкцій за наслідками руйнування.

Примітка 5. Клас наслідків використовують для встановлення значення коефіцієнта за наслідками руйнування, k_F , див. додаток А.

Примітка 6. Клас наслідків може бути використано для визначення заходів із технічного управління, спрямованих на досягнення очікуваної конструкційної надійності, інші рекомендації див. у додатку В.

Примітка 7. Клас наслідків може бути використано для змінення рівнів імовірності відмови, P_f , чи показників надійності, β , інші рекомендації див. у додатку С.

Примітка 8. Клас наслідків може бути використано у процесі прямого оцінювання (за характеристиками та параметрами) розрахункових значень під час перевіряння відповідності вимогам щодо ULS, інші рекомендації див. у додатку D.

Примітка 9. Під час обирання методів проектування для підвищення живучості може бути використано клас наслідків, інші рекомендації див. у додатку Е.

(2) Класи наслідків від СС1 до СС3 може бути розподілено за ієрархією на вищий та нижчий підкласи за умови, що буде забезпечено узгодженість зазначення класів наслідків для проектування всіх конструкцій.

(3) Для класу наслідків СС0 можна використовувати Єврокоди або положення альтернативних документів.

4.4 Живучість

(1) Конструкцію проєктують, забезпечуючи достатній рівень живучості так, щоб під час розрахункового строку експлуатації її не було пошкоджено внаслідок непередбачених несприятливих подій до ступеня, непропорційного первопричині.

Примітка 1. Прикладом пошкодження, непропорційного первопричині, є прогресуюче руйнування.

Примітка 2. Передбачається, що для більшості конструкцій проектування відповідно до Єврокодів забезпечує достатній рівень живучості без потреби будь-яких додаткових проєктних (інженерно-технічних) заходів для підвищення живучості конструкції.

(2) Інженерно-технічні заходи для підвищення живучості конструкції застосовують у разі вимог, визначених компетентним органом влади, або ж, якщо й ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. У додатку Е наведено рекомендації щодо додаткових інженерно-технічних заходів для підвищення живучості конструкцій будівель та мостів.

Примітка 2. Інші рекомендації може бути наведено в Національному додатку.

4.5 Розрахунковий строк експлуатації

(1) Для конструкції визначають розрахунковий строк експлуатації, T_{lf} .

Примітка. Значення T_{lf} для різних категорій конструкцій наведено в додатку А.

(2) Розрахунковий строк експлуатації використовують для визначення залежних від часу експлуатаційних характеристик конструкції.

Примітка. Прикладами залежних від часу експлуатаційних характеристик є довговічність, втома, а також деформативність внаслідок ущільнення ґрунту.

(3) Конструкції чи їх частини, які можливо демонтувати для цілей повторного використання, не класифікують як тимчасові споруди.

(4) Скорочений розрахунковий строк експлуатації можна використовувати для перевіряння опору втомі та довговічності замінюваних конструкцій та їх частин за умови, що їх замінювання чітко враховано в проєкті.

Примітка. Щодо перевіряння довговічності див. 4.6. Щодо перевіряння опору втомі див. 8.3.5.4.

4.6 Довговічність

(1) Конструкцію має бути запроєктовано так, щоб будь-яке зношування впродовж її розрахункового строку експлуатації не призводило до погіршення її заданих експлуатаційних характеристик, за відповідного врахування впливів довкілля та очікуваного рівня її технічного обслуговування.

(2) Щоб досягти достатнього рівня довговічності, у проєкті конструкції враховують:

- задане чи передбачене використання за призначеністю конструкції;
- всі потрібні розрахункові критерії;
- очікувані умови довкілля;
- композиційний склад, властивості та експлуатаційні характеристики конструкційних матеріалів і виробів як окремо, так і за поєднання з іншими матеріалами;
- властивості ґрунту;
- обраний тип конструкції, форми конструкційних елементів та конструкційне деталювання;
- якість виконання робіт та рівень контролю у місці виконання;
- всі заходи із захисту, які має бути застосовано;
- всі планові заходи з нагляду за технічним станом та технічного обслуговування впродовж розрахункового строку експлуатації конструкції.

Примітка. Відповідні заходи для підвищення довговічності конструкції визначено в інших Єврокодах.

(3) Під час проєктування потрібно визначити умови довкілля, щоб уможливити оцінювання їхнього впливу на довговічність конструкції та забезпечити виконання відповідних заходів для захисту використовуваних у ній матеріалів.

(4) Ступінь будь-якого погіршення властивостей, що впливає на опір конструкції чи конструкційного елемента, можна оцінити за допомогою розрахунків, експериментальних досліджень, даних із

досвіду виконання конструкцій в минулому чи за поєднання цих методів.

4.7 Сталість

(1) Конструкцію проєктують так, щоб обмежити її негативний вплив на невідновлювані ресурси довкілля, на суспільство та економіку впродовж усього її життєвого циклу, згідно з правилами, визначеними компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено ці правила, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. Несприятливий вплив конструкції на довкілля, суспільство та економіку можна мінімізувати, наприклад, обираючи відповідний процес будівництва та екологічно сумісні будівельні матеріали, включно з їх виготовленням, а також відповідні проєктні рішення, зокрема, пов'язані з довговічністю, придатністю до перероблення та повторного використання.

Примітка 2. Додаткові вимоги щодо врахування в проєкті параметрів сталості може бути наведено в Національному додатку.

4.8 Управління якістю

(1) Для забезпечення відповідності конструкції проєктним вимогам та припущенням впроваджують відповідні заходи з управління якістю.

(2) Стосовно управління якістю впроваджують такі заходи:

- організаційні процедури щодо проєктування, виконання робіт, експлуатації та технічного обслуговування;

- заходи контролю на етапах проєктування, деталювання, виконання робіт, експлуатації та технічного обслуговування.

Примітка. Рекомендації щодо відповідних заходів з управління якістю наведено в додатку В та інших Єврокодах.

5 ПРИНЦИПИ РОЗРАХУНКУ ЗА ГРАНИЧНИМИ СТАНАМИ

5.1 Загальні положення

(1) Потрібно розрізняти граничний стан за несною здатністю та граничний стан експлуатаційної придатності.

(2) Перевіряння відповідності вимогам щодо конкретного граничного стану можна не виконувати, якщо перевіркам за іншим граничним станом продемонстровано, що цей конкретний граничний стан не буде перевищено.

(3) Відповідність вимогам щодо граничних станів має бути перевірено щодо всіх відповідних розрахункових ситуацій.

(4) Перевіряння за граничними станами, які охоплюють залежні від часу експлуатаційні характеристики конструкції, виконують, приймаючи до уваги її розрахунковий строк експлуатації.

Примітка. Див. 4.5(1).

5.2 Розрахункові ситуації

(1) Розрахункові ситуації потрібно обирати відповідно до умов, у яких конструкція має відповідати всім вимогам.

(2) Потрібно, щоб розрахункові ситуації були достатньо несприятливими та різноманітними, охоплюючи всі умови, які можна раціонально передбачити під час виконання та експлуатації конструкції.

(3) Розрахункові ситуації класифікують згідно з таблицею 5.1.

Примітка. Інформацію щодо конкретних розрахункових ситуацій за кожним із зазначених класів наведено в інших Єврокодах.

Таблиця 5.1 – Класифікація розрахункових ситуацій

Розрахункова ситуація	Умови	Приклади
Усталена	Звичайні умови експлуатації та впливи	Упродовж щоденної експлуатації
Перехідна	Тимчасова експлуатація та піддавання впливам протягом періоду, значно меншого за розрахунковий строк експлуатації конструкції	Упродовж виконання конструкції, ремонтування чи тимчасового впливу довкілля
Аварійна	Надзвичайні умови чи впливи	Упродовж повені, за екстремального рівня води в морі, пожежі, вибуху чи удару або місцевої відмови
Сейсмічна	Надзвичайні умови під час сейсмічного явища	Упродовж землетрусу
За умов втоми	Стани, викликані втомлювальними діями	Внаслідок рухомих навантажень на міст; вібрація димових труб внаслідок дії вітру, або вібрація внаслідок роботи механізмів

5.3 Граничні стани за несною здатністю (ULS)

(1) Граничні стани, пов'язані з безпечністю конструкції, в яких потрібно запобігти:

- втратам життя чи травмуванню людей,
- неприйнятним економічним чи екологічним втратам,

потрібно класифікувати як граничні стани за несною здатністю (*ultimate limit states; ULS*).

(2) Стани, що передують руйнуванню конструкції, можна розглядати як граничні стани.

Приклад. Якщо реакцією конструкції є стан пластичності, а стан руйнування визначити складно, то буває зручніше розглядати стан, що передує руйнуванню, як граничний стан за несною здатністю.

(3) Потрібно виконати перевіряння за такими граничними станами, якщо застосовно:

- відмова конструкції чи ґрунту, або будь-якої їх частини, включно з опорами та фундаментами, внаслідок розриву, надмірного деформування, механічної трансформації (перехід у геометрично змінювану систему) чи втрати стійкості;

- втрата статичної рівноваги конструкції чи будь-якої її частини;

- відмова ґрунту внаслідок гідравлічного спучування, внутрішньої ерозії, або вимивання, спричиненого надмірними гідравлічними градієнтами;

- відмова, спричинена втомою;

- відмова, спричинені вібрацією;

- відмова, спричинена іншими залежними від часу ефектами.

Примітка 1. Детальну інформацію щодо граничних станів, спричинених втомою, наведено в інших Єврокодах.

Примітка 2. Детальну інформацію щодо граничних станів, спричинених гідравлічними градієнтами, наведено у відповідній частині EN 1997.

Примітка 3. Поняття втрати статичної рівноваги охоплює підйом унаслідок збільшення тиску води (плавучість) чи інші вертикальні дії.

Примітка 4. Детальну інформацію щодо граничних станів для сейсмічних розрахункових ситуацій наведено в EN 1998 (усі частини).

(4) У разі перевіряння на втрату статичної рівноваги враховують змінення (варіації) величини чи просторового розподілення постійних дій, пов'язаних з окремою первопричиною.

Примітка. Пояснення поняття «окремої первопричини» наведено в 6.1.1(3) та 8.3.3.1.

5.4 Граничні стану експлуатаційної придатності (SLS)

(1) Граничні стани, які стосуються:

- функціонування конструкції чи конструкційних елементів за звичайних умов експлуатації;

- комфортності для перебування людей,

- зовнішнього вигляду споруд,

потрібно класифікувати як граничні стани експлуатаційної придатності (*serviceability limit states; SLS*).

Примітка. У цьому стандарті поняття «зовнішній вигляд» стосується не естетики, а таких критеріїв, як масштабні прогини чи суттєві тріщини.

(2) Потрібно розрізняти зворотні та незворотні граничні стани експлуатаційної придатності.

(3) Перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів експлуатаційної придатності виконують, ґрунтуючись на критеріях, які стосуються:

- деформацій, що негативно впливають на зовнішній вигляд, комфортність для користувачів чи функціонування конструкції;

Примітка 1. Функціонування конструкції охоплює також функціонування механізмів та інженерних систем.

- деформації, що спричиняють пошкодження оздоблення поверхні чи його елементів, крім конструкційних елементів;

- вібрації, що викликають у людей відчуття дискомфорту, або обмежують функційну ефективність конструкції;
- пошкодження, що можуть негативно вплинути на зовнішній вигляд, довговічність чи придатність до функціонування конструкції.

Примітка 2. Додаткові положення щодо критеріїв експлуатаційної придатності наведено в інших Єврокодах.

(4) Вимоги щодо експлуатаційної придатності рекомендовано визначати окремо для кожного проєкту.

Примітка. Критерії, застосовні до певних граничних станів експлуатаційної придатності, наведено в додатку А.

5.5 Конструкційні моделі, геотехнічні моделі та моделі навантажень

(1) Перевіряння за граничними станами потрібно виконувати за допомогою відповідних розрахункових моделей, геотехнічних моделей та моделей навантажень.

(2) Моделі, які використовують для перевіряння за граничними станами, мають ґрунтуватися на розрахункових значеннях:

- дій;
- властивостей матеріалів та виробів;
- геометричних характеристик.

(3) Конструкцію потрібно перевірити щодо всіх критичних варіантів сполучення навантажень у кожній застосовній розрахунковій ситуації.

(4) Розрахункові значення вказаних у (2) базових змінних отримують, використовуючи метод часткових коефіцієнтів, який описано в розділі 8.

(5) Як альтернативний варіант щодо (4), можна використовувати розрахунок на основі ймовірнісних методів, якщо їх визначено компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено ці методи, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Інші рекомендації щодо імовірнісних методів наведено в додатку С.

6 БАЗОВІ ЗМІННІ

6.1 Дії та впливи довкілля

6.1.1 Класифікація дій

(1) Дії, F , треба класифікувати за їхньою змінюваністю в часі як:

- постійні, G ; або
- змінні (тимчасові), Q ; або
- аварійні, A ; або
- сейсмічні, A_E .

Примітка 1. Кліматичні дії, наприклад, вітрові та снігові, може бути класифіковано як змінні чи аварійні залежно від місця будівництва. Див. EN 1991 (усі частини).

Примітка 2. Дії, які спричинено неконструкційними елементами, може бути класифіковано як постійні чи змінні. Див. EN 1991-1-1.

Примітка 3. Щодо втомлювальних дій див. 6.1.3.3.

(2) Дії можна також класифікувати за:

- походженням, як прямі чи непрямі; або
- змінюваністю просторового розподілення, як фіксовані чи вільні; або

– сутністю та/або конструкційною реакцією, як статичні чи динамічні.

(3) Дії, від яких унаслідок фізичних причин походять тісно пов'язані один з одним ефекти, навіть якщо вони виникають у різних частинах конструкції чи діють на них, або походять від різних матеріалів, можна розглядати як дії з окремої первопричини.

Примітка 1. Це правило загальновідоме як «принцип окремої первопричини».

Примітка 2. Принцип окремої первопричини зазвичай застосовують до власної ваги конструкції чи ґрунту, включно з власною вагою різних матеріалів, а також до тиску води, що діє з протилежних боків конструкції внаслідок проходження потоку навколо неї чи під нею.

(4) Кліматичні дії на різні частини конструкції можна вважати такими, що походять з окремої первопричини.

6.1.2 Репрезентативні значення дій

6.1.2.1 Загальні положення

(1) Як основне репрезентативне значення дії, F_{rep} , приймають її характеристичне значення F_k .

Примітка 1. Для аварійних і сейсмічних дій, а також для реакцій опорних частин репрезентативні значення не визначають.

Примітка 2. Щодо визначення розрахункових значень див. розділ 8.

(2) Для змінних дій (див. 6.1.2.3) та дій, що спричиняють втому (див. 6.1.3.3), можна обирати інші репрезентативні значення залежно від граничного стану, за яким виконують перевіряння.

(3) Характеристичне значення дії має бути обрано згідно з методами, описаними в EN 1991 (усі частини), відповідній частині EN 1997 та EN 1998 (усі частини).

Примітка. Характеристичне значення дії, F_k , може бути прийнято як:

- середнє значення; або
- верхнє чи нижнє значення; або
- номінальне значення.

6.1.2.2 Постійні дії

(1) Репрезентативне значення, G_{rep} , постійної дії, G , має бути прийнято як її характеристичне значення, G_k .

(2) У разі малої величини коефіцієнта варіації постійну дію, G , представляють як окреме характеристичне значення, G_k .

(3) Для більшості конструкційних елементів величину коефіцієнта варіації для G можна вважати малою за умови, що:

- він не перевищує 5 % у разі перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів, за яких передбачено втрату статичної рівноваги чи підйом (спливання); або
- він не перевищує 10 %, в іншій ситуації.

Примітка. Щодо визначення величини коефіцієнта варіації постійних дій від ґрунту див. відповідну частину EN 1997.

(4) У разі використання окремого характеристичного значення, G_k , його можна прийняти як середнє значення G .

(5) Якщо величина встановленої для G невизначеності не є малою, або якщо конструкція є чутливою до змінюваності цього значення чи просторового розподілення дії, то постійну дію, G , представляють як верхнє та нижнє характеристичні значення, $G_{k,sup}$ та $G_{k,inf}$, відповідно.

Примітка. Зазвичай розподілення постійних дій вважають нормальним.

(6) Для матеріалів, крім ґрунту, верхнє (або «найвище») характеристичне значення, $G_{k,sup}$, обирають як таке, що відповідає 95 % квантилю, а нижнє (або «найнижче») характеристичне значення, $G_{k,inf}$, як таке, що відповідає 5 % квантилю статистичного розподілення G .

Примітка 1. Щодо визначення $G_{k,sup}$ та $G_{k,inf}$ для ґрунту див. відповідну частину EN 1997.

Примітка 2. Щодо визначення постійних дій води див. 6.1.3.2.

6.1.2.3 Змінні дії

(1) Репрезентативне значення, Q_{rep} , змінної дії, Q , залежно від граничного стану, за яким виконують перевіряння, має бути прийнято як одне з таких її значень:

- характеристичне значення, Q_k ; або
- комбінаційне значення, Q_{comb} ; або
- часто повторюване значення, Q_{freq} ; або
- квазіпостійне значення, Q_{qper} .

(2) Характеристичне значення змінної дії, Q_k , має відповідати одному з таких значень:

- верхньому значенню з передбаченою ймовірністю його неперевищення впродовж конкретного базового періоду; або
- нижньому значенню з передбаченою ймовірністю його перевищення впродовж конкретного базового періоду; або
- номінальному значенню, якщо статистичне розподілення, Q , не відомо.

Примітка 1. Верхні та нижні значення, а також номінальні значення наведено в різних частинах EN 1991.

Примітка 2. Характеристичне значення змінної кліматичної дії ґрунтується на 2 % ймовірності того, що її змінювану в часі частину буде перевищено протягом однорічного базового періоду. Цей період є еквівалентним середньому періоду повторюваності 50 років. Для інших дій, крім кліматичних, буває доцільніше прийняти відповідний іншому квантилю період та/або інший період повторюваності.

Примітка 3. Щодо дій хвиль і течій на берегові споруди див. підрозділ А.6.

Примітка 4. Усі коефіцієнти чи моделі, використовувані для отримання характеристичних значень змінних дій, обирають із таким розрахунком, щоб річна ймовірність перевищення обчисленого характеристичного значення не перевищувала річну ймовірність перевищення змінюваної в часі частини змінної дії.

(3) Комбінаційні, часто повторювані та квазіпостійні значення визначають множенням характеристичних значень, Q_k , на коефіцієнти комбінації ψ_0 , ψ_1 та ψ_2 , як наведено у формулах від (6.1) до (6.3):

$$Q_{\text{comb}} = \psi_0 Q_k ; \quad (6.1)$$

$$Q_{\text{freq}} = \psi_1 Q_k ; \quad (6.2)$$

$$Q_{\text{qper}} = \psi_2 Q_k . \quad (6.3)$$

Примітка 1. Значення ψ_0 , ψ_1 та ψ_2 наведено в додатку А.

Примітка 2. Характеристичне та комбінаційне значення використовують для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю та незворотних граничних станів експлуатаційної придатності.

Примітка 3. Часто повторюване значення використовують для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, що охоплюють аварійні дії, та для перевіряння за зворотними граничними станами експлуатаційної придатності. Для будівель часто повторюване значення обирають із таким розрахунком, щоб частка часу його перевищення становила 1 %. Стосовно рухомих навантажень на мости часто повторювані значення оцінюють за використання періоду повторюваності, що становить один тиждень.

Примітка 4. Квазіпостійне значення використовують для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, що охоплюють аварійні чи сейсмічні дії, для перевіряння за зворотними граничними станами експлуатаційної придатності та для розрахунку довготривалих ефектів. Квазіпостійне значення обирають із таким розрахунком, щоб частка часу його перевищення становила 50 %. Його можливо визначити альтернативним способом як усереднене значення за обраний період часу.

(4) Для деяких конкретних типів дій, зокрема дій води, репрезентативні значення можна визначати безпосередньо, не використовуючи коефіцієнти комбінації.

Примітка. Щодо визначення змінної дії води див. 6.1.3.2.

6.1.3 Конкретні типи дії

6.1.3.1 Попереднє напруження

(1) Зусилля попереднього напруження, P , викликані контрольованим прикладенням сил (попереднім напружуванням) або деформацій (попереднім деформуванням) до конструкції чи розтягнутого компонента, класифікують як постійні дії.

Примітка. Сили попереднього напружування, що діють на конструкцію чи розтягнутий компонент, можуть виникати внаслідок попереднього напружування арматури, прикладених деформацій на опори, попереднього деформування, застосованого до розтягнутих компонентів тощо.

(2) Зусилля попереднього напружування, P , подають як його верхнє чи нижнє характеристичне значення, $P_{k,sup}$ чи $P_{k,inf}$, відповідно.

(3) Для граничних станів за несною здатністю, якщо це допустимо згідно з іншими Єврокодами, зусилля попереднього напружування, P , можна представити як окреме характеристичне значення, P_k .

6.1.3.2 Дії води

(1) Дії, спричинені водою, класифікують як постійні, змінні чи аварійні.

Примітка. Положення 6.1.3.2 не застосовують до дій води, спричинених течіями та хвилями, а також до дій на гідротехнічні споруди із швидкісними потоками води, наприклад, у річках. Щодо дій на прибережні споруди, спричинених течіями та хвилями, див. додаток А та EN 1991-1-8.

(2) Якщо дію води класифікують як постійну, згідно з визначенням 6.1.2.2, її репрезентативне значення, $G_{w,rep}$, обирають як одне з наведених нижче:

- окреме характеристичне значення, G_{wk} , що приймають як середнє значення G_w ; або
- найбільш несприятливе з її характеристичних верхнього та нижнього значень, $G_{wk,sup}$ чи $G_{wk,inf}$; або
- номінальне значення.

Примітка. Додаткову інформацію можна знайти в додатку А, EN 1991 (усі частини) та відповідній частині EN 1997.

(3) Якщо дію води класифікують як змінну, її представляють двома складовими:

- постійна складова, $G_{w,rep}$, яку приймають як середнє значення G_w ;
- змінна складова, $Q_{w,rep}$, що дорівнює репрезентативному значенню варіації дії води.

(4) Репрезентативне значення, $Q_{w,rep}$, обирають відповідно до визначень характеристичних, частотних та квазіпостійних значень згідно з 6.1.2.3(1).

Примітка 1. Значення Q_{wk} ґрунтується на 2 % ймовірності того, що його буде перевищено впродовж однорічного базового періоду, якщо в Національному додатку не встановлено іншого значення.

Примітка 2. Значення $Q_{w,freq}$ обирають із таким розрахунком, щоб частка часу його перевищення становила 1 %, якщо в Національному додатку не встановлено іншого значення.

Примітка 3. Значення $Q_{w,qper}$ обирають із таким розрахунком, щоб частка часу його перевищення становила 50 %, якщо в Національному додатку не встановлено іншого значення.

Примітка 4. Щодо перевіряння сейсмічних дій, які охоплюють дії води, див. EN 1998-5.

(5) Значення Q_{wk} та $Q_{w,comb}$ можна визначати альтернативним способом з урахуванням будь-яких фізичних обмежень, які впливають на дії.

Примітка. Фізичне обмеження може охоплювати, наприклад, верхню частину підпірної стінки чи наявні дренажні елементи.

(6) Якщо дію води класифікують як аварійну, її представляють як окреме значення $A_{w,rep}$, що дорівнює репрезентативному значенню дії води.

Примітка. Значення $A_{w,rep}$ ґрунтується на 0,1 % ймовірності того, що його буде перевищено впродовж однорічного базового періоду, якщо в Національному додатку не встановлено іншого значення.

6.1.3.3 Втомлювальні дії

(1) Моделі втомлювальних дій має бути визначено з урахуванням величини та кількості повторень дій упродовж розрахункового строку експлуатації.

Примітка. Повторення дій, які спричиняють втому, залежать від типу конструкції та матеріалу.

(2) Якщо застосовно, взаємний вплив між дією та конструкцією треба враховувати як у дії, так і в ефекті дії.

(3) Для описування втомлювальних дій можна використовувати моделі втомлювальних дій згідно з EN 1991 (усі частини).

Примітка. Моделі втомлювальних дій згідно з EN 1991 (усі частини) охоплюють один із наведених нижче ефектів динамічної дії:

– представлений неявно, що стосується тих моделей, для яких це зазначено в EN 1991 (усі частини); або

– представлений явно як результат застосування до втомлювальних дій коефіцієнтів динамічності.

(4) Для конструкцій, які не охоплено сферою застосування моделей, наведених у EN 1991 (усі частини), втомлювальні дії визначають на основі оцінювання результатів вимірювань чи спеціальних досліджень, ціль яких полягає у визначенні ефекту дії та кількості циклів.

(5) Розмахи спричинених втомою напружень отримують, використовуючи відповідний метод підрахунку циклів.

(6) Розмахи спричинених втомою напружень можна отримати за результатами підрахунку, використовуючи метод дощового потоку та резервуарний метод.

Примітка. Інші рекомендації див. у додатку F.

(7) Якщо пошкодження внаслідок втоми залежить від середнього напруження впродовж циклу, то процедуру оцінювання обирають, враховуючи цю залежність.

6.1.4 Впливи довкілля

(1) Впливи довкілля, що можуть вплинути на довговічність конструкції, враховують під час обирання конструкційних матеріалів, технічних вимог щодо них, конструктивних принципів та детального проектування.

Примітка. Відповідні заходи для врахування впливу довкілля наведено в інших Єврокодах.

6.2 Властивості матеріалу та виробу

(1) Властивості матеріалів та виробів представляють характеристичними значеннями.

Примітка. Згідно з цим підпунктом поняття «матеріали» охоплює ґрунт.

(2) Якщо в Єврокодах не зазначено інше, під час перевіряння відповідності вимогам щодо граничного стану в разі властивості матеріалу, чутливої до варіацій, її характеристичне значення визначають як:

– 5 % квантильне значення, якщо нижнє значення властивості матеріалу чи виробу є несприятливим; або

– 95 % квантильне значення, якщо верхнє значення властивості матеріалу чи виробу є несприятливим.

Примітка. Визначені характеристичні значення властивостей ґрунту див. у відповідній частині EN 1997.

(3) У разі, якщо варіативність властивості матеріалу не впливає на перевіряння відповідності вимогам щодо граничного стану, то характеристичне значення властивості визначають як середнє значення, якщо інше не зазначено в інших Єврокодах.

(4) Властивості матеріалу визначають за допомогою стандартних випробувань, які виконують у визначених умовах.

(5) Коефіцієнт перетворення застосовують, якщо результати випробувань потрібно перевести у значення, якими представляють поведінку матеріалу чи виробу в конструкції чи ґрунті, або у разі властивості матеріалу, чутливої до тривалості ефектів дій.

Примітка 1. Значення коефіцієнта перетворення див. в інших Єврокодах.

Примітка 2. Інші рекомендації наведено в додатку D.

(6) Якщо вважають, що для встановлення характеристичного значення властивості матеріалу чи виробу наявних статистичних даних недостатньо, то як характеристичне значення можна прийняти номінальне значення.

(7) Якщо в Єврокодах властивостей матеріалу чи виробу не визначено, або в разі обирання номінальних значень, їхні значення обирають так, щоб забезпечити рівень конструкційної надійності не нижчий, ніж визначено в Єврокодах.

Примітка. Рекомендації щодо конструкційної надійності див. у додатку С.

6.3 Геометричні характеристики

(1) Якщо згідно з проєктом конструкція є нечутливою до відхилень геометричної характеристики, то цю характеристику представляють її номінальним значенням.

(2) Якщо згідно з розрахунком конструкція є чутливою до відхилень геометричної характеристики, то враховують відповідні геометричні недосконалості, які визначено в інших Єврокодах.

(3) Якщо є достатньо даних, характеристичне значення геометричної характеристики можна визначити з його статистичного розподілення та використати замість номінального значення.

(4) Враховують ефекти деградації геометричних характеристик (наприклад, внаслідок корозії).

(5) Для цілей геотехнічного проєктування враховують геометричні характеристики, які впливають на механічну роботу ґрунту, у разі визначення властивостей ґрунту згідно з застосовною частиною EN 1997.

Приклад. Обираючи характеристичні властивості матеріалу гірської породи, враховують інтервали та відносне розташування несучильностей.

7 КОНСТРУКЦІЙНИЙ РОЗРАХУНОК ТА РОЗРАХУНОК, ЗАСНОВАНИЙ НА РЕЗУЛЬТАТАХ ВИПРОБУВАННЯ

7.1 Конструкційне моделювання

7.1.1 Загальні положення

(1) Розрахунки потрібно виконувати, використовуючи відповідні розрахункові та геотехнічні моделі, із залученням відповідних змінних та застосовних граничних умов.

Примітка 1. Такі розрахунки може бути використано для моделювання можливих форм відмови, прогнозування граничної несної здатності чи моделювання деформацій і коливань (за умови, що результати можливо перевірити із задовільною точністю).

Примітка 2. Щодо геотехнічного розрахунку див. EN 1997-1.

(2) Розрахункові та геотехнічні моделі має бути засновано на достатньо обґрунтованій теорії проєктування та практиці.

(3) Розрахункові моделі перевіряють, щоб встановити, чи відтворює модель з прийнятним рівнем точності ті фізичні явища, які має бути досліджено.

Примітка. Залежно від досліджуваних фізичних явищ, перевірочні випробування можуть охоплювати базові випробування матеріалів, контрольні фізичні випробування та/або порівняння з іншими розрахунковими моделями, які вже було схвалено.

7.1.2 Статичні дії

(1) Моделювання статичних дій має ґрунтуватися на відповідно обраному співвідношенні «зусилля-деформація» щодо елементів та їхніх з'єднань, а також взаємодії між елементами та ґрунтом.

(2) Під час перевіряння відповідності вимогам щодо граничного стану за несною здатністю потрібно враховувати ефекти зміщень і деформацій, якщо вони призводять до суттєвого збільшення наслідків дій.

Примітка. Конкретні методи опрацювання ефектів деформацій наведено в інших Єврокодах.

(3) Непрямі дії уводять до розрахунку так:

– у лінійно-пружному розрахунку безпосередньо або як еквівалент сил (за використання відповідних співвідношень модулів, якщо застосовно); або

– у нелінійному розрахунку безпосередньо як прикладені деформації.

7.1.3 Динамічні дії

(1) Динамічний конструкційний розрахунок системи виконують, якщо залежні від часу дії спричиняють суттєве прискорення конструкції.

Примітка 1. Рекомендації щодо потреби динамічного конструкційного розрахунку наведено в EN 1991 (усі частини).

Примітка 2. Щодо сейсмічних дій див. EN 1998 (усі частини).

(2) Динамічні дії чи ефекти дій можна представити у вигляді графіків змінення процесів у часі або як уміст у частотній області.

(3) У відповідних ситуаціях ефекти дій можна визначити за допомогою модального аналізу.

(4) Для конструкцій, які мають симетричну геометричну форму, жорсткість і розподіл маси, точний розрахунок методом розкладання за власними формами (модальний аналіз) може бути замінено на розрахунок із використанням еквівалентних статичних дій.

Примітка. Прикладами застосовних ефектів дій є спричинена вітром вібрація чи наслідки сейсмічної дії.

(5) Якщо динамічну дію доцільно розглядати як квазістатичну, то її динамічну частину можна розглядати, долучивши її до квазістатичного значення дії або застосувавши до квазістатичної дії еквівалентний коефіцієнт динамічності.

Примітка 1. Квазістатичні дії визначено в EN 1991 (усі частини).

Примітка 2. Щодо обмежень, застосовних до перевіряння методом часткових коефіцієнтів, див. 8.2.

7.1.4 Дії, що спричиняють втому

(1) У конструкційних моделях, в яких використовують втомлювальні дії, рекомендовано надавати можливість визначати ефекти втомлювальних дій врахуванням застосовних конкретних особливостей матеріалу.

Примітка. Застосовними конкретними особливостями матеріалу, які визначено в інших Єврокодах, можуть бути, наприклад:

- ефекти середнього напруження;
- ефекти послідовності навантаження;
- напружений стан.

7.1.5 Розрахунок на вогнестійкість

(1) Розрахунок конструкцій на вогнестійкість має ґрунтуватися на проєктних сценаріях пожежі та враховувати моделі підвищення температури всередині конструкції, а також моделі механічної роботи конструкції, яка зазнає впливу вогню.

Примітка. Рекомендації щодо обрання проєктних сценаріїв пожежі див. в EN 1991-1-2.

(2) Роботу конструкції, що зазнає впливу вогню, потрібно оцінювати з урахуванням супутніх дій та одної з наведених нижче величин:

- номінального значення впливу вогню; або
- фізично обґрунтованого значення впливу вогню.

(3) Потрібні характеристики конструкції, що зазнає впливу вогню, перевіряють одним із наведених нижче способів:

- загальним розрахунком; або
- розрахунком частин конструкції; або
- розрахунком елемента за допомогою одного чи кількох із наведених нижче методів розрахунку:
 - використання табличних розрахункових даних;
 - методів спрощеного розрахунку;
 - новітніх методів розрахунку.

(4) Як альтернативний метод розрахунку конструкції, оцінювання вогнестійкості може ґрунтуватися на результатах випробувань на дію вогню або на сукупності результатів випробування на дію вогню та результатів обчислення.

(5) У разі проєктування з використанням розрахунку, величини, пов'язані з реакцією конструкції на дію вогню, має бути визначено згідно з положеннями інших Єврокодів щодо використання теплових і механічних моделей для розрахунку.

(6) У механічних моделях конструкції, яка зазнає впливу вогню, враховують як залежні від температури механічні властивості, так і нелінійну поведінку, якщо застосовно.

(7) У разі використання фізично обґрунтованих даних щодо впливу вогню поведінку конструкції оцінюють упродовж тривалості впливу вогню, T_{fi} .

Примітка. Значення T_{fi} – це повна тривалість пожежі (включно зі стадією охолодження), якщо в Національному додатку чи національних нормативних документах не вказано іншого значення.

7.2 Конструкційний розрахунок

7.2.1 Лінійний розрахунок

(1) Лінійний розрахунок можна використовувати, якщо відношення «напруження-деформації» є лінійною залежністю, і деформації не впливають на стан рівноваги конструкції.

Примітка. Для лінійного розрахунку є дійсним закон суперпозиції.

(2) Лінійний розрахунок можна також використовувати як спрощення реальної роботи конструкції відповідно до положень інших Єврокодів.

7.2.2 Нелінійний розрахунок

(1) Нелінійний розрахунок використовують, якщо робота конструкції чи елементів має суттєвий вплив на зусилля та деформації конструкції.

Примітка. Для нелінійного розрахунку закон суперпозиції не є дійсним.

(2) У разі нелінійного розрахунку враховують відповідний тип нелінійності.

Примітка. Нелінійність може виникати в процесі завантаження (контактна нелінійність), у поведінці матеріалу (нелінійність матеріалу), щодо геометричної форми (геометрична нелінійність) чи як нелінійність функції граничного стану.

(3) Числові моделі, якими описують властивості матеріалу та їх взаємодію, мають охоплювати всі суттєві та застосовні аспекти механічної роботи щодо конкретної проблеми, яку розглядають.

(4) Нелінійні числові моделі перевіряють, щоб встановити, чи коректно відтворює числова модель потрібні фізичні явища.

Примітка. Залежно від досліджуваних фізичних явищ, перевіряння може охоплювати базові випробування матеріалів, фізичні стандартні випробування та випробування на чутливість сітки (*mesh sensitivity tests*).

(5) Дослідження чутливості виконують у разі використання нелінійної функції граничного стану, або, якщо чіткої функції граничного стану не задано, щоб визначити вхідний параметр, який найбільше впливає на надійність системи, та спосіб використання часткових коефіцієнтів, наведених у Єврокодах.

7.3 Розрахунок за результатами випробування

(1) Щоб визначити параметри, застосовні для розроблення проєкту конструкції, можна використовувати фізичні випробування.

(2) Випробування можна використовувати для визначення експлуатаційних параметрів конструкції чи конструкційного елемента, якщо ці випробування визначено компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено ці випробування, то їх мають узгодити відповідні сторони-учасники конкретного проєкту.

Примітка. Фізичні випробування виконують, наприклад, за таких умов:

- якщо немає відповідних розрахункових моделей;
- щоб підтвердити контрольним перевірнням прийняті для проєкту припущення;
- щоб визначити опір втомі;
- щоб визначити коефіцієнти за формою снігового навантаження;
- щоб визначати аеродинамічні коефіцієнти тиску та сили вітрових дій;
- якщо передбачено використання великої кількості однакових компонентів.

(3) Розрахунок за результатами випробувань має забезпечити рівень надійності, потрібний для застосовної розрахункової ситуації, з урахуванням статистичної невизначеності через обмежену кількість результатів випробувань та невизначеності теоретичної моделі.

Примітка. Іншу інформацію про застосування імовірнісних методів наведено в додатку С. Іншу інформацію щодо розрахунку, в якому використовують результати фізичних випробувань та враховують відповідну статистичну невизначеність, наведено в додатку D. Див. також інші частини Єврокодів.

(4) Часткові коефіцієнти (разом із тими, що стосуються невизначеності моделі), отримувані з результатів випробування для використання в розрахунку, мають забезпечувати рівень надійності, що відповідає встановленому в 4.2.

8 ПЕРЕВІРЯННЯ МЕТОДОМ ЧАСТКОВИХ КОЕФІЦІЄНТІВ

8.1 Загальні положення

(1) Використовуючи метод часткових коефіцієнтів, потрібно перевірити й переконатися, що жоден застосовний граничний стан не перевищено в жодній відповідній розрахунковій ситуації.

Примітка. Цей розділ містить загальні вимоги, а додаток А – спеціальні правила, застосовні до різних типів конструкцій.

(2) Розрахункові моделі мають ґрунтуватися на розрахункових значеннях дій, геометричних характеристик та властивостей матеріалів або на розрахункових значеннях ефектів дій та опору.

Примітка. Щодо перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю див. 8.3. Щодо перевіряння за граничними станами експлуатаційної придатності див. 8.4.

(3) Розрахункові значення можна визначити безпосередньо за умови, що отриманий завдяки цьому рівень надійності не буде нижчим, ніж зазначено у вимогах цього стандарту.

Примітка. Рекомендації щодо прямого визначення (за характеристиками та параметрами) розрахункових значень наведено в додатку D та інших Єврокодах.

8.2 Граничні значення

(1) Правила розрахунку, наведені в розділі 8, застосовують до конструкцій, підданих статичному навантаженню.

(2) Правила розрахунку, наведені в цьому стандарті, можна застосовувати, якщо ефекти динамічних дій представлено квазістатичним навантаженням за використання коефіцієнтів динамічності згідно з іншими Єврокодами.

Примітка. Прикладами динамічних навантажень є вітрове та рухоме навантаження, які зазвичай представляють як квазістатичні навантаження.

(3) Додаткові правила з інших Єврокодів застосовують разом із наведеними в розділі 8 правилами, якщо доцільно, до розрахункових ситуацій, які потребують:

- нелінійного розрахунку, або
- точного врахування динамічного навантаження, або
- врахування втоми.

8.3 Перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю (ULS)

8.3.1 Загальні положення

(1) Під час перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю має бути перевірено дотримання умов нерівності згідно з формулою (8.1):

$$E_d \leq R_d, \quad (8.1)$$

де

E_d – розрахункове значення ефекту дій, визначене в 8.3.2;

R_d – розрахункове значення відповідного опору згідно з 8.3.5.

Примітка. Перевіряння щодо ULS може бути проведено як на рівні елемента, так і на рівні системи.

(2) Під час перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, спричинених надмірною деформацією, має бути перевірено дотримання умов нерівності згідно з формулою (8.2):

$$E_d \leq C_{d,ULS}, \quad (8.2)$$

де, додатково до визначених для формули (8.1) познач,

$C_{d,ULS}$ – граничне розрахункове значення, застосовне до граничного стану за несною здатністю за умов надмірної деформації, що, як вважають, спричинить цей граничний стан.

Примітка 1. У формулі (8.2) E_d – це переміщення чи деформація, а не зусилля чи напруження.

Примітка 2. У пластичних матеріалах, зокрема, граничний стан за несною здатністю за умов надмірної деформації може виникнути перед розривом матеріалу.

(3) Розрахункові значення ефектів дій та параметрів міцності, які має бути використано під час перевіряння за формулою (8.2), потрібно приймати з таким розрахунком, щоб було забезпечено потрібний рівень надійності для граничних станів за несною здатністю.

Примітка. Рекомендації щодо обрання $C_{d,ULS}$ див. в інших Єврокодах.

8.3.2 Розрахункові значення ефектів дій

8.3.2.1 Загальні положення

(1) Розрахункові значення ефекту дій, E_d , для конкретної комбінації дій обчислюють за допомогою формули (8.3):

$$E_d = \gamma_{Sd} E\{\Sigma(\gamma_f \psi F_k); a_d; X_{Rd}\}, \quad (8.3)$$

де

γ_{Sd} – частковий коефіцієнт, пов'язаний з невизначеністю моделі дії та/або ефекту дії;

$E\{\dots\}$ – сукупний ефект охоплених змінних;

$\Sigma(\dots)$ – позначення комбінації дій;

γ_f – частковий коефіцієнт для врахування несприятливого відхилення дії від її репрезентативного значення;

ψ – коефіцієнт комбінації, що дорівнює 1,0 для постійних дій або, як визначено в 6.1.2.3, для змінних дій;

F_k – характеристичне значення дії;

a_d – розрахункові значення геометричних характеристик, визначених у 8.3.7;

X_{Rd} – значення властивостей матеріалу, що використовують для визначення величини R_d , див. 8.3.6.

Примітка 1. Член X_{Rd} з'являється у формулі (8.3) тому, що, загалом, ефекти дій залежать від властивостей матеріалу; наприклад, у розрахункових ситуаціях, пов'язаних із тиском на ґрунт.

Примітка 2. X_{Rd} може бути розрахунковим значенням, X_d , або репрезентативним значенням, X_{rep} , залежно від методу, який використовують для визначення R_d .

(2) Для спрощення, часткові коефіцієнти γ_f та γ_{sd} , наведені у формулі (8.3), можна об'єднати, а потім застосувати як єдиний частковий коефіцієнт ($\gamma_F = \gamma_f \cdot \gamma_{sd}$) до дій або до ефектів дій ($\gamma_E = \gamma_f \cdot \gamma_{sd}$).

Примітка. Незважаючи на те, що вирази γ_F та γ_E є ідентичними, однак через спрощення та використання в (3) та (4) значення γ_F та γ_E не обов'язково бувають однаковими.

(3) Часткові коефіцієнти дій, γ_F , використовують для розрахунку:

- лінійних та нелінійних конструкційних систем;
- певних типів геотехнічних конструкцій згідно з відповідною частиною EN 1997.

Примітка. Спрощену версію формули (8.3) із частковими коефіцієнтами, застосованими до дій, наведено в 8.3.2.2.

(4) Часткові коефіцієнти ефектів дій, γ_E , використовують для розрахунку:

- певних типів геотехнічних конструкцій згідно з відповідною частиною EN 1997;
- канатів, вант і мембранних конструкцій, щодо яких застосування часткових коефіцієнтів до ефектів дій є більш несприятливим, ніж їх застосування до дій.

Примітка 1. Спрощену версію формули (8.3) із частковими коефіцієнтами, застосованими до ефектів дій, наведено в 8.3.2.3.

Примітка 2. У Національному додатку може бути визначено додаткові ситуації, в яких застосовують часткові коефіцієнти ефектів дій, γ_E .

8.3.2.2 Часткові коефіцієнти дій

(1) У разі застосування часткових коефіцієнтів до дій, розрахункове значення ефекту дій, E_d , обчислюють за формулою (8.4):

$$E_d = E\{\Sigma F_d; a_d; X_{Rd}\} = E\{\Sigma(\gamma_F \psi F_k); a_d; X_{Rd}\}, \quad (8.4)$$

де, додатково до визначених для формули (8.3) познач,

F_d – розрахункові значення дій, визначених у 8.3.3;

γ_F – визначено в 8.3.2.1(2).

Примітка. Детальніше про комбінації дій у разі застосування часткових коефіцієнтів до дій див. 8.3.4.

8.3.2.3 Часткові коефіцієнти ефектів дій

(1) У разі застосування часткових коефіцієнтів до ефектів дій, їх розрахункове значення E_d обчислюють за формулою (8.5):

$$E_d = \gamma_E E\{\Sigma F_{rep}; a_d; X_{rep}\} = \gamma_E E\{\Sigma(\psi F_k); a_d; X_{rep}\}, \quad (8.5)$$

де, додатково до визначених для формули (8.3) познач,

F_{rep} – репрезентативні значення дій, визначені в 6.1.2;

X_{rep} – репрезентативні значення властивостей матеріалу, визначені в 8.3.5.3;

γ_E – визначено в 8.3.2.1(2).

(2) Значення γ_E можна прийняти як найвище значення із застосовних часткових коефіцієнтів дій, γ_F .

Примітка. Інші рекомендації можна знайти в інших Єврокодах.

(3) У геотехнічному проєктуванні значення γ_E можна прийняти як γ_G за умови, що до несприятливих змінних дій застосують додатковий понижувальний частковий коефіцієнт $\gamma_{Q,red}$.

(4) У геотехнічному проєктуванні значення γ_E можна застосовувати окремо для несприятливих та для сприятливих складових ефектів дій в ситуаціях, в яких принцип окремої первопричини не застосовний.

8.3.2.4 Втома

(1) Якщо в інших Єврокодах не зазначено іншого, то для визначення ефектів втомлювальних дій можна прийняти припущення про лінійну реакцію конструкції.

(2) Втомлювальні дії розглядають разом із додатковими характеристиками щодо опору втомі, методами підрахунку циклів та формулами для розрахунку пошкодження, які буде використано під час оцінювання.

Примітка 1. Додаткові характеристики зазвичай потрібні для встановлення способу визначення втомлювальних дій.

Примітка 2. Щодо розгляду конкретних особливостей матеріалу див. відповідні Єврокоди.

(3) Ефекти дій та кількість циклів отримують з історії напружень, згідно з 6.1.3.3 за врахування втомлювальних дій у тих місцях, де визначено найбільше розрахункове значення пошкодження внаслідок втоми.

Примітка. Ефекти дій може бути виражено у вигляді спектра (розмахів), гістограми, таблиці чи представленням будь-якого іншого виду, за допомогою якого відображають наслідки дій та кількість повторень.

8.3.3 Розрахункові значення дій

8.3.3.1 Постійні дії

(1) Розрахункове значення постійної дії, G_d , яка спричиняє несприятливий ефект, обчислюють за формулою (8.6):

$$G_d = \gamma_G G_k, \quad (8.6)$$

де

γ_G – частковий коефіцієнт для постійних дій згідно з додатком А;

G_k – характеристичне значення постійної дії.

Примітка. Як значення G_k у формулі (8.6) може бути прийнято середнє чи верхнє значення, $G_{k,sup}$. Інші рекомендації див. у 6.1.2.2.

(2) Розрахункове значення постійної дії, яка спричиняє сприятливий ефект, $G_{d,fav}$, обчислюють за формулою (8.7):

$$G_{d,fav} = \gamma_{G,fav} G_k, \quad (8.7)$$

де, додатково до визначених для формули (8.6) познач,

$\gamma_{G,fav}$ – частковий коефіцієнт згідно з додатком А.

Примітка. Як значення G_k у формулі (8.7) може бути прийнято середнє значення чи нижнє значення $G_{k,inf}$. Інші рекомендації див. у 6.1.2.2.

(3) Постійні дії, які мають як несприятливі, так і сприятливі наслідки, можна вважати такими, що походять з окремої первопричини (див. 6.1.1) за умови, що за результатами розрахунку не виявлено чутливості до змін у просторовому розподіленні цих постійних дій.

Приклад. Усі дії, які спричинено власною вагою конструкції чи власною вагою різних матеріалів у ґрунті, зазвичай вважаються такими, що походять з окремої первопричини.

(4) За винятком визначених у (5) ситуацій, значення постійних дій від окремої первопричини можна помножити на окремий частковий

коефіцієнт, використовуючи формулу (8.6), якщо підсумковий ефект дій є несприятливим, або формулу (8.7), якщо підсумковий ефект є сприятливим.

Приклад. Власна вага конструкції чи ґрунту може спричиняти одночасно як несприятливі, так і сприятливі ефекти. Для спрощення, власну вагу можна розглядати як таку, що походить з окремої первопричини, й відтак для цілей розрахунку – як просту дію.

(5) Під час перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів, які охоплюють втрату статичної рівноваги чи підйом (спливання), якщо постійна дія, що виникає з окремої первопричини (див. 6.1.1), має як сприятливі, так і несприятливі ефекти, розрахункове значення тієї частини постійної дії, яка спричиняє несприятливий (дестабілізуючий) ефект, обчислюють за допомогою формули (8.6), а розрахункове значення тієї частини постійної дії, яка спричиняє сприятливий (стабілізуючий) ефект, – за допомогою формули (8.7), замінивши $\gamma_{G,fav}$ на частковий коефіцієнт $\gamma_{G,stab}$, заданий формулою (8.8):

$$\gamma_{G,stab} = \gamma_G \rho, \quad (8.8)$$

де

ρ – понижувальний коефіцієнт.

Примітка. Значення ρ дорівнює 0,85, якщо в Національному додатку не вказано іншого.

8.3.3.2 Попереднє напруження

(1) Розрахункове значення зусилля попереднього напруження, P_d , що має несприятливий ефект, розраховують за формулою (8.9):

$$P_d = \gamma_P P_k, \quad (8.9)$$

де

γ_p – частковий коефіцієнт для зусилля попереднього напруження, визначений в додатку А чи у відповідних Єврокодах;

P_k – характеристичне значення зусилля попереднього напруження, див. 6.1.3.1.

8.3.3.3 Змінні дії

(1) Розрахункове значення змінної дії, Q_d , яка має несприятливий ефект, обчислюють за формулою (8.10):

$$Q_d = \gamma_Q Q_{rep}, \quad (8.10)$$

де

γ_Q – частковий коефіцієнт для змінних дій, визначений у додатку А;

Q_{rep} – репрезентативне значення змінної дії, визначене в 6.1.2.3.

8.3.3.4 Аварійні дії

(1) Розрахункове значення аварійної дії, A_d , має бути визначено безпосередньо (з характеристик).

Примітка 1. Характеристики аварійних дій див. у EN 1991 (усі частини), зокрема, в EN 1991-1-7.

Примітка 2. Щодо характеристик аварійних дій води див. 6.1.3.2.

8.3.3.5 Сейсмічні дії

(1) Розрахункове значення сейсмічної дії, A_{Ed} , має бути визначено згідно з EN 1998 (усі частини).

8.3.3.6 Втомлювальні дії

(1) Розрахункове значення втомлювальної дії, $F_{fat,d}$, обчислюють за формулою (8.11):

$$F_{fat,d} = \gamma_{Ff} F_{fat} , \quad (8.11)$$

де

F_{fat} – втомлювальна дія;

γ_{Ff} – частковий коефіцієнт для втомлювальних дій.

Примітка 1. Значення γ_{Ff} залежить від моделей втомлювальних дій та від моделей ефектів втомлювальних дій.

Примітка 2. Часткові коефіцієнти для моделей втомлювальних дій наводять у Національному додатку. Значення γ_{Ff} дорівнює 1,0, якщо моделі втомлювальних дій мають таку забезпеченість, за якої невизначеності ефектів дій охоплено в обсязі до 10 %. В іншому разі значення приймають як таке, що дорівнює 1,1.

8.3.3.7 Дії опорних частин

(1) Розрахункове значення дії опорної частини має бути визначено згідно з додатком G.

8.3.3.8 Часткові коефіцієнти

(1) Значення часткових коефіцієнтів для дій обирають згідно з додатком A.

Примітка 1. Стосовно загальних варіантів застосування та будівель див. пункт A.1. Стосовно мостів див. пункт A.2. Стосовно башт, щогл і димових труб див. пункт A.3². Стосовно силосів і резервуарів див. пункт A.4². Щодо підкранових конструкцій див. пункт A.5². Щодо берегових споруд див. пункт A.6².

Примітка 2. Часткові коефіцієнти втомлювальних дій див. у 8.3.3.6.

² Пункти A.3, A.4, A.5 та A.6 буде опубліковано в наступних змінах до цього стандарту.

8.3.4 Комбінація дій

8.3.4.1 Загальні положення

(1) Для кожного критичного сполучення навантажень розрахункові значення ефектів дій, E_d , потрібно визначати поєднанням значень дій, що, як вважають, відбуваються одночасно.

(2) Кожна комбінація дій, крім будь-яких постійних дій та супутніх змінних дій, має охоплювати одну з наведених нижче:

- провідну змінну дію, або
- аварійну дію, або
- сейсмічну дію,

відповідно до зазначених нижче характеристик.

(3) Дії, які не можуть відбуватися одночасно, не розглядають разом у комбінації.

Примітка. Одночасній появі деяких дій можуть перешкоджати фізичні причини, наприклад, максимально висока температура повітря, що виникає одночасно зі сніговими навантаженнями.

(4) Враховують прикладені деформації, якщо вони є.

Примітка. Інші рекомендації див. у 7.1.2 та інших Єврокодах.

(5) Комбінації дій для граничних станів за несною здатністю розраховують у разі:

- усталених та перехідних (основних) розрахункових ситуацій, див. 8.3.4.2;
- аварійних розрахункових ситуацій, див. 8.3.4.3;
- сейсмічних розрахункових ситуацій, див. 8.3.4.4;
- розрахункових ситуацій за втоми, див. 8.3.4.5.

Примітка. Правила застосування див. у додатку А.

8.3.4.2 Комбінація дій у разі усталених та перехідних (основних) розрахункових ситуацій

(1) Рекомендовано, щоб дії, які розглядають у разі усталених та перехідних (основних) розрахункових ситуацій, охоплювали:

- розрахункове значення провідної змінної дії;
- комбінаційні розрахункові значення супутніх змінних дій.

(2) Застосовуючи коефіцієнти до дій, комбінації дій, ΣF_d , у разі усталених та перехідних (основних) розрахункових ситуацій обчислюють за допомогою одної з наведених нижче формул:

- формули (8.12); або
- найбільш несприятливого з двох виразів у формулі (8.13); або
- найбільш несприятливого з двох виразів у формулі (8.14).

$$\Sigma F_d = \sum_i \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j} + (\gamma_P P_k), \quad (8.12)$$

або

$$\Sigma F_d = \begin{cases} \sum_i \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j} + (\gamma_P P_k) \\ \sum_i \xi_i \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j} + (\gamma_P P_k) \end{cases}, \quad (8.13)$$

або

$$\Sigma F_d = \begin{cases} \sum_i \gamma_{G,i} G_{k,i} + (\gamma_P P_k) \\ \sum_i \xi_i \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j} + (\gamma_P P_k) \end{cases} \quad (8.14)$$

де

F_d – розрахункове значення дії;

Σ – комбінація врахованих змінних;

$\gamma_{G,i}$ – частковий коефіцієнт для постійної дії i ;

$G_{k,i}$ – характеристичне значення постійної дії i ;

$\gamma_{Q,1}$ – частковий коефіцієнт для провідної змінної дії 1;

$\psi_{0,1}$ – коефіцієнт комбінації для провідної змінної дії 1 (якщо застосовно);

$Q_{k,1}$ – характеристичне значення провідної змінної дії 1;

$Q_{k,j}$ – характеристичне значення супутньої змінної дії j ;

$\psi_{0,j}$ – коефіцієнт комбінації для змінної дії j ;

$\gamma_{Q,j}$ – частковий коефіцієнт для змінної дії j ;

P_k – характеристичне значення зусилля попереднього напруження;

γ_P – частковий коефіцієнт для зусиль попереднього напруження;

ξ – понижувальний коефіцієнт, застосовний лише у разі несприятливих постійних дій.

Примітка 1. Треба використовувати формулу (8.12), якщо в Національному додатку не наведено інше.

Примітка 2. Значення $\xi = 0,85$, якщо в Національному додатку не наведено іншого значення.

8.3.4.3 Комбінація дій у разі аварійних розрахункових ситуацій

(1) Рекомендовано, щоб комбінації дій у разі аварійних розрахункових ситуацій відповідали одній із наведених нижче умов:

- охоплювали явну аварійну дію, A_d ; або
- стосувалися ситуації після настання аварійної дії, $A_d = 0$.

(2) Комбінацію дій у разі аварійних розрахункових ситуацій розраховують за формулою (8.15):

$$\Sigma F_d = \sum_i G_{k,i} + A_d + (\psi_{1,1} \text{ або } \psi_{2,1}) Q_{k,1} + \sum_{j>1} \psi_{2,j} Q_{k,j} + (P_k), \quad (8.15)$$

де, додатково до визначених для формул від (8.12) до (8.14) познач,

A_d – розрахункове значення аварійної дії, див. 8.3.3.4;

$\psi_{1,1}$ – коефіцієнт комбінації, застосовний до провідної змінної дії 1 для визначення її часто повторюваного значення;

$\psi_{2,1}$ – коефіцієнт комбінації, застосовний до провідної змінної дії 1 для визначення її квазіпостійного значення;

$\psi_{2,j}$ – коефіцієнт комбінації, застосовний до супутньої змінної дії j для визначення її квазіпостійного значення.

Примітка 1. Щодо нелінійного розрахунку див. 7.2.2.

Примітка 2. Вибір між $\psi_{1,1}$ чи $\psi_{2,1}$ залежить від застосовної аварійної розрахункової ситуації: ударного впливу, пожежі чи життєздатності після аварійної події чи ситуації. Рекомендації наведено в додатку А та інших Єврокодах.

8.3.4.4 Комбінація дій у разі сейсмічних розрахункових ситуацій

(1) Комбінацію дій у разі сейсмічних розрахункових ситуацій розраховують за формулою (8.16):

$$\Sigma F_d = \sum_i G_{k,i} + A_{Ed, ULS} + \sum_j \psi_{2,j} Q_{k,j} + (P_k), \quad (8.16)$$

де, додатково до визначених для формул від (8.12) до (8.14) познач,

$A_{Ed, ULS}$ – розрахункове значення сейсмічної дії в граничному стані за несною здатністю;

$\psi_{2,j}$ – коефіцієнт комбінації, застосовний до супутньої змінної дії j для визначення її квазіпостійного значення.

Примітка. Ця комбінація дій охоплює граничні стани за несною здатністю, визначені в EN 1998 (усі частини).

8.3.4.5 Комбінація втомлювальних дій з іншими діями

(1) Якщо інше не зазначено в інших Єврокодах, втомлювальну дію поєднувати з іншими діями не потрібно.

(2) Якщо в інших Єврокодах чітко зазначено вимогу щодо виконання конструкційного розрахунку за дії втоми в комбінації з іншими діями, то цю комбінацію розраховують за формулою (8.17):

$$\Sigma F_d = \Sigma_i G_{k,i} + \Sigma_j \psi_{2,j} Q_{k,j} + (P_k) + F_{fat,d} , \quad (8.17)$$

де, додатково до визначених для формул від (8.12) до (8.14) познач,

$\psi_{2,j}$ – коефіцієнт комбінації, застосовний до супровідної змінної дії j для визначення її квазіпостійного значення;

$F_{fat,d}$ – розрахункове значення втомлювальної дії, див. 8.3.3.6.

Примітка 1. В інших Єврокодах може бути визначено додаткові перевіряння на основі комбінації дій згідно з розділом 8. Для цих додаткових перевірянь може бути застосовано, наприклад, обумовлені межі максимального напруження чи розмаху напружень.

Примітка 2. Це положення стосується ситуацій, в яких абсолютне чи середнє значення ефекту дії є важливими для перевіряння опору втомі.

(3) Змінні дії того самого типу, що й втомлювальна дія, у частині

$\sum_j \psi_{2,j} Q_{k,j}$ не розглядають.

8.3.5 Розрахункові значення опору

8.3.5.1 Загальні положення

(1) Розрахункове значення опору, R_d , для конкретної розрахункової ситуації обчислюють за формулою (8.18):

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{Rd}} R \left\{ \frac{\eta X_k}{\gamma_m}; a_d; \Sigma F_{Ed} \right\}, \quad (8.18)$$

де

γ_{Rd} — частковий коефіцієнт, пов'язаний з невизначеністю моделі опору та застосовний для врахування геометричних відхилень, якщо їх не змодельовано точно;

$R \{...\}$ — вихідні дані моделі опору;

η — коефіцієнт перетворення для врахування ефектів масштабування, вологості та температури, ефектів старіння матеріалів та будь-яких інших застосовних параметрів, див. 6.2(5);

X_k — характеристичні значення властивостей матеріалу чи виробу, див. 6.2(2);

γ_m — частковий коефіцієнт властивості матеріалу, за допомогою якого враховують:

— несприятливе відхилення властивостей матеріалу чи виробу від їх характеристичних значень;

— довільну частину коефіцієнта перетворення η ;

a_d — розрахункові значення геометричних характеристик, визначених у 8.3.7;

F_{Ed} — розрахункові значення дій, використовуванні для визначення величини E_d , див. 8.3.2.

Примітка 1. До формули (8.18) долучено член F_{Ed} , оскільки в деяких ситуаціях розрахункове значення опору залежить від дій, наприклад, опір внаслідок тертя.

Примітка 2. Як F_{Ed} може бути прийнято розрахункове значення, F_d , або репрезентативне значення, F_{rep} , залежно від методу, використаного для визначення E_d .

(2) Для спрощення, наведені у формулі (8.18) часткові коефіцієнти γ_m та γ_{Rd} можна об'єднати в єдиний частковий коефіцієнт для врахування властивості матеріалу ($\gamma_M = \gamma_m \cdot \gamma_{Rd}$), або в єдиний частковий коефіцієнт для врахування опору ($\gamma_R = \gamma_m \cdot \gamma_{Rd}$).

Примітка. Хоча формули γ_M та γ_R є ідентичними, однак внаслідок виконуваного спрощення значення γ_M та γ_R не обов'язково бувають однаковими.

(3) Часткові коефіцієнти за властивостями матеріалу, γ_m , використовують для розрахунку:

- певних типів конструкцій згідно з іншими Єврокодами;
- певних типів геотехнічних конструкцій згідно з відповідною частиною EN 1997.

Примітка. Спрощену версію формули (8.18) із частковими коефіцієнтами, застосовними до властивостей матеріалу, наведено в 8.3.5.2.

(4) Часткові коефіцієнти опору, γ_R , використовують для розрахунку:

- певних типів конструкцій згідно з іншими Єврокодами;
- певних типів геотехнічних конструкцій згідно з відповідною частиною EN 1997.

Примітка. Спрощену версію формули (8.18) із коефіцієнтами, застосовними до опору, наведено в 8.3.5.3.

8.3.5.2 Часткові коефіцієнти властивостей матеріалу (метод коефіцієнтів властивостей матеріалу; MFA (*material factor approach*))

(1) У разі застосування часткових коефіцієнтів до властивостей матеріалу розрахункове значення опору, R_d , обчислюють за формулою (8.19):

$$R_d = R\{X_d; a_d; \Sigma F_{Ed}\} = R\left\{\frac{\eta X_k}{\gamma_M}; a_d; \Sigma F_{Ed}\right\}, \quad (8.19)$$

де, додатково до визначених для формули (8.18) познач,

X_d – розрахункові значення властивостей матеріалу згідно з 8.3.6;

γ_M – визначено в 8.3.5.1(2).

(2) Значення часткових коефіцієнтів властивостей матеріалу, γ_M , використовуваних у разі перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, приймають з інших Єврокодів.

8.3.5.3 Часткові коефіцієнти, застосовні до опору (метод коефіцієнтів опору; RFA (*resistance factor approach*))

(1) У разі застосування часткових коефіцієнтів до опору, його розрахункове значення, R_d , обчислюють за формулою (8.20):

$$R_d = \frac{R\{X_{rep}; a_d; \Sigma F_{Ed}\}}{\gamma_R} = \frac{R\{\eta X_k; a_d; \Sigma F_{Ed}\}}{\gamma_R}, \quad (8.20)$$

де, додатково до визначених для формули (8.18) познач,

X_{rep} – репрезентативні значення властивостей матеріалу, визначені як ηX_k ;

γ_R – визначено в 8.3.5.1(2).

(2) У разі конструкцій чи конструкційних елементів, які виготовляють із більш ніж одного матеріалу та розраховують за

використання нелінійних методів, розрахунковий опір, R_d , можна обчислити за формулою (8.21):

$$R_d = \frac{1}{\gamma_{R,1}} R \left\{ \eta_1 X_{k,1}; \frac{\eta_i X_{k,i}}{\gamma_{m,i}/\gamma_{m,1}}; a_d; \Sigma F_{Ed} \right\}, \quad (8.21)$$

де, додатково до визначених для формули (8.20) познач,

1 – позначення коефіцієнтів, застосовних до матеріалу 1;

i – позначення коефіцієнтів, застосовних до матеріалу i .

Примітка. У деяких ситуаціях для вираження розрахункового опору можна застосувати часткові коефіцієнти безпосередньо до окремих значень опорів. Інші рекомендації див. в інших Єврокодах.

(3) Значення часткових коефіцієнтів опору, γ_R , використовуваних у разі перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, приймають з інших Єврокодів.

(4) Як альтернативний спосіб, у геотехнічному проєктуванні розрахункове значення опору можна визначити за допомогою встановлених заходів згідно з застосовною частиною EN 1997.

8.3.5.4 Втома

(1) Розрахункове значення опору втомі, $R_{fat,d}$, обчислюють за формулою (8.22):

$$R_{fat,d} = \frac{R_{fat}}{\gamma_{Mf}}, \quad (8.22)$$

де

R_{fat} – репрезентативне значення опору втомі;

γ_{Mf} – частковий коефіцієнт, застосовний до опору втомі.

Примітка 1. Значення γ_{Mf} наведено у відповідних Єврокодах.

Примітка 2. Частковий коефіцієнт опору втомі застосовують для врахування наслідків втомного руйнування та придатності для нагляду за технічним станом і ремонтування чутливих до втоми елементів.

8.3.6 Розрахункові значення властивостей матеріалу

(1) Розрахункове значення властивості матеріалу, X_d , обчислюють за формулою (8.23):

$$X_d = \frac{X_{\text{rep}}}{\gamma_M} = \frac{\eta X_k}{\gamma_M}, \quad (8.23)$$

де, додатково до визначених для формули (8.19) познач,

X_{rep} – репрезентативне значення властивості матеріалу чи виробу.

Примітка. Значення для η та γ_M наведено в інших Єврокодах.

(2) За умови, що рівень надійності є не нижчим за той, що передбачено за використання формули (8.23), розрахункове значення властивості матеріалу можна визначити безпосередньо з:

- емпіричних чи теоретичних взаємозв'язків із виміряними фізичними властивостями;
- фізико-хімічного складу;
- попереднього досвіду;
- геотехнічного проєктування, застосовуючи встановлені заходи;
- геотехнічного проєктування, обравши найбільш несприятливе значення, якого практично можливо досягти за розглядуваним параметром;
- значень, наведених у європейських стандартах чи інших документах, які вказано в інших Єврокодах;

– розрахунку за надійністю, див. додаток С щодо інших рекомендацій; або

– результатів випробувань, див. додаток D щодо інших рекомендацій.

Примітка. Рекомендації щодо оцінювання розрахункових значень властивостей ґрунту наведено у відповідній частині EN 1997. Допустимі ситуації для використання спеціальних установлених заходів зазначено у відповідній частині EN 1997.

(3) Якщо властивості матеріалу чи виробу встановлюють безпосередньо (за характеристиками та параметрами), то для перевіряння за граничним станом використовують найнесприятливіше з установлених верхнього та нижнього розрахункових значень.

8.3.7 Розрахункові значення геометричних характеристик

(1) Якщо за проектом конструкція чутлива до відхилень геометричних характеристик, то розрахункове значення розглядуваного параметра, a_d , обчислюють за формулою (8.24):

$$a_d = a_{nom} \pm \Delta a, \quad (8.24)$$

де

a_{nom} – номінальне значення геометричної характеристики;

Δa – відхилення геометричної характеристики для врахування:

- несприятливих відхилень від номінального значення;
- кумулятивного ефекту від одночасного виникнення кількох геометричних відхилень.

Примітка 1. Приклади відхилень геометричних характеристик: неточності розташування навантажень, розміщення опор, розмірів конструкційних елементів.

Примітка 2. Ефекти відхилення геометричних характеристик можуть бути важливими, якщо ефекти другого порядку є суттєвими.

Примітка 3. Припускають, що відхилення геометричної характеристики в межах допуску має бути враховано за допомогою часткових коефіцієнтів γ_F , γ_M , γ_E та γ_R .

Примітка 4. Допуски визначено в інших Єврокодах чи в стандартах щодо виконання конструкцій, з якими їх пов'язано за допомогою посилань.

(2) Якщо за проєктом конструкція не має суттєвої чутливості до відхилень за геометричною характеристикою, то розрахункове значення параметра, a_d , можна обчислити за формулою (8.25):

$$a_d = a_{nom} \quad (8.25)$$

(3) Розрахункове значення геометричної недосконалості, i_d , можна обчислити за формулою (8.26):

$$i_d = \Delta a \quad (8.26)$$

Примітка. Значення Δa може бути наведено в інших Єврокодах.

8.4 Перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів експлуатаційної придатності (SLS)

8.4.1 Загальні положення

(1) Під час перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів експлуатаційної придатності має бути дотримано умов нерівності, заданої формулою (8.27):

$$E_d \leq C_{d,SLS} \quad (8.27)$$

де

E_d – розрахункове значення ефектів дій, установлених за критерієм експлуатаційної придатності, яке визначено на основі застосовної комбінації;

$C_{d,SLS}$ – граничне розрахункове значення застосовного критерію експлуатаційної придатності.

8.4.2 Розрахункові значення ефектів дій

(1) Розрахункове значення ефектів дій, E_d , для конкретної комбінації дій обчислюють за формулою (8.28):

$$E_d = E\{F_d; a_d; X_d\}, \quad (8.28)$$

де

$E\{\dots\}$ – сукупний ефект від уміщених у дужках змінних;

F_d – розрахункові значення дій, див. 8.3.3, де значення $\gamma_F = 1,0$;

a_d – розрахункові значення геометричних характеристик, див. 8.4.6;

X_d – розрахункові значення властивостей матеріалу, див. 8.4.5.

Примітка 1. Член X_d долучено до формули (8.28), оскільки, загалом, ефекти дій залежать від властивостей матеріалу, наприклад, жорсткості.

Примітка 2. Член a_d долучено до формули (8.28), оскільки ефекти дій зазвичай залежать від розмірів конструкції.

8.4.3 Комбінації дій

8.4.3.1 Загальні положення

(1) Рекомендовано, щоб комбінації дій, які враховують у застосовних розрахункових ситуаціях, відповідали вимогам щодо експлуатаційної придатності та установленим для експлуатаційних характеристик критеріям, які перевіряють.

(2) Для кожного критичного сполучення навантажень розрахункові значення ефектів дій, E_d , потрібно визначати поєднанням значень дій, що, як вважають, відбуваються одночасно.

(3) Комбінації дій, ΣF_d , для граничних станів експлуатаційної придатності розраховують за використання:

- характеристичних комбінацій, див. 8.4.3.2;
- часто повторюваних комбінацій, див. 8.4.3.3;
- квазіпостійних комбінацій, див. 8.4.3.4.

Примітка 1. Правила застосування див. у додатку А.

Примітка 2. В інших Єврокодах може бути визначено ситуації, в яких має бути використано ці комбінації дій.

(4) Кожна комбінація дій містить провідну змінну дію та будь-які супутні змінні дії.

(5) Якщо застосовно, враховують прикладені деформації.

Примітка. Інші рекомендації див. у 7.1.2 та інших Єврокодах.

8.4.3.2 Характеристична комбінація дій

(1) Для характеристичної комбінації використовують формулу (8.29):

$$\Sigma F_d = \sum_i G_{k,i} + Q_{k,1} + \sum_{j>1} \psi_{0,j} Q_{k,j} + (P_k), \quad (8.29)$$

де застосовано позначки, які визначено для формул від (8.12) до (8.14).

Примітка. За допомогою цієї комбінації дій зазвичай оцінюють незворотні граничні стани експлуатаційної придатності.

8.4.3.3 Часто повторювана комбінація дій

(1) Для визначення часто повторюваної комбінації використовують формулу (8.30):

$$\Sigma F_d = \sum_i G_{k,i} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{j>1} \psi_{2,j} Q_{k,j} + (P_k), \quad (8.30)$$

де, додатково до познач, визначених для формул від (8.12) до (8.14),

$\psi_{1,1}$ – коефіцієнт комбінації, застосовний до провідної змінної дії 1 для визначення її часто повторюваного значення;

$\psi_{2,j}$ – коефіцієнт комбінації, застосовний до супутньої змінної дії j для визначення її квазіпостійного значення.

Примітка. За допомогою цієї комбінації дій зазвичай оцінюють зворотні граничні стани експлуатаційної придатності.

8.4.3.4 Квазіпостійна комбінація дій

(1) Для визначення квазіпостійної комбінації використовують формулу (8.31):

$$\Sigma F_d = \sum_i G_{k,i} + \sum_j \psi_{2,j} Q_{k,j} + (P_k), \quad (8.31)$$

де застосовано позначки, які визначено для формули (8.30).

Примітка. За допомогою цієї комбінації дій зазвичай оцінюють довготривалі ефекти та зовнішній вигляд конструкції.

8.4.3.5 Комбінації дій у сейсмічних розрахункових ситуаціях

(1) У разі сейсмічних розрахункових ситуацій використовують формулу (8.32):

$$\Sigma F_d = \sum_i G_{k,i} + A_{Ed,SLS} + \sum_j \psi_{2,j} Q_{k,j} + (P_k), \quad (8.32)$$

де, додатково до познач, визначених для формул від (8.12) до (8.14),

$A_{Ed,SLS}$ – розрахункове значення сейсмічної дії в граничному стані експлуатаційної придатності, визначене в EN 1998 (усі частини).

Примітка. Залежно від величини $A_{Ed,SLS}$, ця комбінація дій охоплює як обумовлені межі пошкодження (DL), так і загалом граничні стани експлуатаційної придатності (OP), визначені в EN 1998 (усі частини).

8.4.4 Розрахункові критерії

(1) Для досягнення відповідності вимогам щодо експлуатаційної придатності враховують один із наведених нижче типів деформацій:

- зазначені в додатку А для різних видів споруд; або
- визначені компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці типи, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. Щодо інших конкретних критеріїв експлуатаційної придатності, наприклад, ширини тріщини, граничні значення напружень чи деформації або опору ковзанню, див. інші Єврокоди.

Примітка 2. Критерії експлуатаційної придатності для сейсмічного проєктування наведено в EN 1998 (усі частини).

8.4.5 Розрахункові значення властивостей матеріалу

(1) Розрахункові значення властивостей матеріалу для граничних станів експлуатаційної придатності обирають згідно з 8.3.6.

8.4.6 Розрахункові значення геометричних характеристик

(1) Розрахункові значення геометричних характеристик для граничних станів експлуатаційної придатності обирають згідно з 8.3.7, за винятком ситуацій, визначених у (2).

(2) Під час перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів експлуатаційної придатності відхилення Δa можна прийняти як таке, що дорівнює нулю, якщо в інших Єврокодах не зазначено іншого.

ДОДАТОК А

(обов'язковий)

ПРАВИЛА ЗАСТОСУВАННЯ

А.1 Застосування загальне та для будівель

А.1.1 Використання цього додатка

(1) Цей підрозділ А.1 містить додаткові положення до загальних правил, які викладено в розділах 1–8 для конструкцій, визначених в А.1.2.

А.1.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) Цей підрозділ А.1 застосовують до перевіряння методом часткових коефіцієнтів у разі проєктування будівель і пов'язаних із ними геотехнічних споруд.

(2) Цей підрозділ А.1 застосовують до перевіряння методом часткових коефіцієнтів у разі проєктування геотехнічних конструкцій, не охоплених в А.2–А.6.

(3) Цей підрозділ А.1 можна також застосовувати для перевіряння методом часткових коефіцієнтів у разі проєктування конструкцій, не охоплених в А.2–А.6.

Примітка. У цьому разі може бути потрібно застосувати додаткові положення чи зміни до них.

(4) Якщо для конструкції передбачено область застосовних значень, які охоплено в різних підрозділах додатка А, то всі ці підрозділи застосовують разом.

(5) Як альтернативний варіант щодо (4), застосування різних підрозділів додатка А може бути узгоджено для конкретного проєкту відповідними сторонами-учасниками.

Примітка. Важливою умовою є те, щоб застосування різних підрозділів до конкретного проекту, погоджене відповідними сторонами-учасниками, не суперечило вимогам, які визначено компетентним органом влади.

A.1.3 Класи наслідків

(1) Будівлі та геотехнічні конструкції поділяють за класами відповідно до наслідків їх відмови, як описано в 4.3.

Примітка 1. Приклади будівель різних класів наслідків наведено в таблиці A.1.1 (NDP), якщо в Національному додатку не наведено інших прикладів.

Примітка 2. Приклади геотехнічних конструкцій різних класів наслідків наведено в EN 1997-1.

Примітка 3. Приклади інших конструкцій, віднесених до різних класів наслідків, наведено в інших підрозділах додатка A.

Примітка 4. Частини конструкції може бути віднесено до іншого класу наслідків, порівняно з будівлею, якщо наслідки їхньої відмови відрізняються.

Таблиця A.1.1 (NDP) – Приклади будівель різних класів наслідків

Клас наслідків	Назва класу наслідків	Приклади
СС4 ^a	Найвищий	Атомна електростанція, дамби
СС3	Високий	Будівлі чи їхні частини, внаслідок відмови яких може постраждати дуже велика кількість людей, наприклад, трибуни, концертні зали, багатоповерхівки
СС2	Нормальний	Будівлі чи їхні частини, які не охоплено в СС1 або СС3

Кінець таблиці А.1.1

Клас наслідків	Назва класу наслідків	Приклади
СС1	Низький	Будівлі чи їхні частини, внаслідок відмови яких може постраждати невелика кількість людей, наприклад, сільськогосподарські будівлі, складські приміщення
СС0 ^а	Найнижчий	Неконструкційні елементи, див. 3.1.1.7.
^а Положення, що стосуються класів СС0 та СС4, див. у 4.3.		

А.1.4 Розрахунковий строк експлуатації

(1) Для будівлі чи геотехнічної конструкції визначають розрахунковий строк експлуатації, T_{lf} , згідно з 4.5.

Примітка. Значення T_{lf} для різних категорій будівель наведено в таблиці А.1.2 (NDP), якщо в Національному додатку не наведено інших значень чи категорій.

Таблиця А.1.2 (NDP) – Категорії будівель^с за розрахунковим строком експлуатації

Категорії будівель	Розрахунковий строк експлуатації, T_{lf} , роки
Будівельні конструкції визначних споруд	100
Будівельні конструкції, які не віднесено до інших категорій	50
Сільськогосподарські та подібні конструкції; змінні конструкційні частини	25

Кінець таблиці А.1.2

Категорії будівель	Розрахунковий строк експлуатації, T_{if} , роки
Тимчасові конструкції ^{a, b}	≤ 10
^a Щодо конструкцій чи їхніх частин, які можливо демонтувати для повторного використання, див. 4.5(3). ^b До конкретних тимчасових конструкційних елементів може бути застосовано менший розрахунковий строк експлуатації, див. в інших Єврокодах. ^c Щодо розрахункового строку експлуатації геотехнічних конструкцій див. відповідну частину EN 1997.	

А.1.5 Дії

(1) Дії, описані в 6.1, які враховують під час проєктування конструкцій, мають відповідати визначенням в EN 1991 (усі частини), у відповідній частині EN 1997 та EN 1998 (усі частини).

А.1.6 Комбінації дій**А.1.6.1 Граничні стани за несною здатністю (ULS)**

(1) Для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю із застосуванням до дій часткових коефіцієнтів комбінацію дій обирають залежно від розрахункової ситуації відповідно до:

- таблиці А.1.3, якщо використовують формулу (8.12); або
- таблиці А.1.4, якщо використовують формулу (8.13); або
- таблиці А.1.5, якщо використовують формулу (8.14).

Примітка 1. Формулу (8.12) використовують, якщо в Національному додатку не зазначено іншої, див. 8.3.4.2(2).

Примітка 2. Згідно з 8.3.2.1, часткові коефіцієнти дій та формулу (8.4) застосовують у разі розрахунку:

- лінійних та нелінійних конструкційних систем;
- певних типів геотехнічних конструкцій, згідно з застосовною частиною EN 1997.

Примітка 3. Наведене в таблицях A.1.4 та A.1.5 значення ξ становить 0,85, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення, див. 8.3.4.2(2), примітку 2.

Примітка 4. Як характеристичне значення зусилля попереднього напруження, P_k , може бути прийнято верхнє, нижнє або окреме характеристичне значення згідно з іншими Єврокодами.

Примітка 5. У разі аварійних розрахункових ситуацій вибір між ψ_1 та ψ_2 залежить від специфічних деталей розрахункової ситуації, наприклад, удар, пожежа чи життєздатність після аварійної події чи ситуації. Інші рекомендації див. в інших Єврокодах та в Національному додатку.

(2) Якщо розрахункові значення дій, використовувані для усталених і перехідних (основних) розрахункових ситуацій, обирають відповідно до таблиці A.1.4 чи таблиці A.1.5, то має бути перевірено найбільш несприятливе з двох виразів за допомогою відповідної формули комбінації дій.

Таблиця А.1.3 – Комбінації дій для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю з використанням формули (8.12)

Розрахункова ситуація	Усталена та перехідна (основна)	Аварійна	Сейсмічна ^а	За умов втоми ^б
Загальна формула для ефектів дій	(8.4)			
Формула комбінації дій	(8.12)	(8.15)	(8.16)	(8.17)
Постійна дія, $G_{d,i}$	$\gamma_{G,i} G_{k,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$
Провідна змінна дія, $Q_{d,1}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ або $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}$	с
Супутня змінна дія, $Q_{d,j}$	$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}$		
Попереднє напружування, P_d	$\gamma_P P_k$	P_k	P_k	P_k
Аварійна дія, A_d	—	A_d	—	—
Сейсмічна дія, A_{Ed}	—	—	$A_{Ed,ULS}$	—
Втомлювальна дія, F_{fat}	—	—	—	$\gamma_{Ff} F_{fat}$
^а Залежно від величини $A_{Ed,ULS}$, сейсмічна комбінація дій охоплює граничні стани за несною здатністю як близькі до руйнування (NC), так і пов'язані із суттєвим пошкодженням (SD), що визначені в EN 1998 (усі частини). ^б Щодо умов використання див. 8.3.4.5. ^с Дію, тип якої розглядають як F_{fat} , не враховують в комбінації як змінну дію				

Таблиця А.1.4 – Комбінації дій для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю з використанням формули (8.13)

Розрахункова ситуація	Усталена та перехідна (основна)		Аварій-на	Сейсміч-на	За умов втоми
Загальна формула для ефектів дій	(8.4)				
Формула комбінації дій	Верхня частина (8.13)	Нижня частина (8.13)	Використовують значення, наведені в таблиці А.1.3		
Постійна дія, $G_{d,i}$	$\gamma_{G,i}G_{k,i}$	$\xi\gamma_{G,i}G_{k,i}$			
Провідна змінна дія, $Q_{d,1}$	$\gamma_{Q,j}\psi_{0,j}Q_{k,j}$	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$			
Супутня змінна дія, $Q_{d,j}$		$\gamma_{Q,j}\psi_{0,j}Q_{k,j}$			
Попереднє напружування, P_d	$\gamma_P P_k$	$\gamma_P P_k$			
Аварійна дія, A_d	—	—			
Сейсмічна дія, A_{Ed}	—	—			
Втомлювальна дія, F_{fat}	—	—			

Таблиця А.1.5 – Комбінації дій для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю з використанням формули (8.14)

Розрахункова ситуація	Усталена та перехідна (основна)		Аварій-на	Сейсміч-на	За умов втоми
Загальна формула для ефектів дій	(8.4)				
Формула комбінації дій	Верхня частина (8.14)	Нижня частина (8.14)	Використовують значення, наведені в таблиці А.1.3		
Постійна дія, $G_{d,i}$	$\gamma_{G,i}G_{k,i}$	$\xi\gamma_{G,i}G_{k,i}$			
Провідна змінна дія, $Q_{d,1}$	—	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$			
Супутня змінна дія, $Q_{d,j}$		$\gamma_{Q,j}\psi_{0,j}Q_{k,j}$			
Попереднє напружування, P_d	$\gamma_P P_k$	$\gamma_P P_k$	Використовують значення, наведені в таблиці А.1.3		
Аварійна дія, A_d	—	—			
Сейсмічна дія, A_{Ed}	—	—			
Втомлювальна дія, F_{fat}	—	—			

(3) Комбінацію дій для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю із застосуванням часткових коефіцієнтів до ефектів дій обирають згідно з 8.3.2.3.

Примітка. Як визначено в 8.3.2.1, часткові коефіцієнти застосовують до ефектів дій та використовують формулу (8.5) для розрахунку:

— певних типів геотехнічних конструкцій згідно з відповідною частиною EN 1997;

– канатів, тросів та мембранних конструкції, якщо застосування часткових коефіцієнтів до ефектів дій дає більш несприятливий результат, ніж застосування часткових коефіцієнтів до дій.

А.1.6.2 Граничні стани експлуатаційної придатності (SLS)

(1) Комбінації дій для перевірення за граничними станами експлуатаційної придатності, щодо яких застосовують 8.4.3 та загальну формулу (8.28), обирають відповідно до таблиці А.1.6 залежно від комбінацій дій, які розглядають.

Таблиця А.1.6 – Комбінації дій для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів експлуатаційної придатності

Комбінації	Характери- стична	Часто повторювана	Квазіпостійна	Сейсмчна ^b
Загальна формула для ефектів дій	(8.28)			
Формула комбінації дій	(8.29)	(8.30)	(8.31)	(8.32)
Постійна дія, $G_{d,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$
Провідна змінна дія, $Q_{d,1}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,j}Q_{k,j}$	$\psi_{2,j}Q_{k,j}$
Супутня змінна дія, $Q_{d,j}$	$\psi_{0,j}Q_{k,j}$	$\psi_{2,j}Q_{k,j}$		
Попереднє напружування, P_d ^a	P_k	P_k	P_k	P_k
Сейсмічна дія, A_{Ed}	—	—	—	$A_{Ed,SLS}$

^a Як характеристичне значення попереднього напружування, P_k , може бути прийнято верхнє, нижнє чи середнє значення. Рекомендації наведено в інших Єврокодах.

^b Залежно від величини $A_{Ed,SLS}$, сейсмічна комбінація дій охоплює як обумовлені межі пошкоджень (DL), так і граничні стани експлуатаційної придатності (OP), визначені в EN 1998 (усі частини)

А.1.6.3 Коефіцієнти комбінації

(1) Комбінації дій можна розрахувати, використовуючи коефіцієнти комбінації ψ , як визначено в 6.1.2.3(3).

Примітка. Значення коефіцієнтів комбінації ψ наведено в таблиці А.1.7 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

(2) Переміщення фундаменту класифікують як постійну дію, G_{set} , та долучають до комбінації дій для перевірення відповідності вимогам щодо граничного стану за несною здатністю та граничного стану експлуатаційної придатності конструкції.

Таблиця А.1.7 (NDP) – Коефіцієнти комбінації для будівель

Дія	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Прикладені навантаження в будівлях (див. EN 1991-1-1):			
Категорія А: житлові будинки, житлові приміщення	0,7	0,5	0,3
Категорія В: офісні приміщення	0,7	0,5	0,3
Категорія С: місця скупчення людей	0,7	0,7	0,6
Категорія D: торговельні приміщення	0,7	0,7	0,6
Категорія Е: складські приміщення	1,0	0,9	0,8
Категорія F: зона дорожнього руху, вага транспортного засобу ≤ 30 кН	0,7	0,7	0,6
Категорія G: зона дорожнього руху, 30 кН < вага транспортного засобу ≤ 160 кН	0,7	0,5	0,3
Категорія Н: покрівлі, доступні лише для звичайного технічного обслуговування та ремонтування	0,7	0	0
Навантаження під час будівництва (див. EN 1991-1-6)	1,0	–	–

Кінець таблиці A.1.7

Дія	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Снігові навантаження на будівлі (див. EN 1991-1-3):			
– Фінляндія, Ісландія, Норвегія, Швеція;	0,7	0,5	0,2
– інші держави-члени CEN: для місцевостей, розташованих на висоті $H > 1000$ м над рівнем моря;	0,7	0,5	0,2
– інші держави-члени CEN: для місцевостей, розташованих на висоті $H \leq 1000$ м над рівнем моря;	0,5	0,2	0
Вітрові дії на будівлі (див. EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Температурні впливи (не пов'язані з пожежею) в будівлях (див. EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0
Обледеніння (див. EN 1991-1-9)	0,5	0,2	0
Дії води ^a (див. 6.1.3.2)	–	–	–
Хвилі та течії (див. EN 1991-1-8)	–	–	–
Комбінаційне значення дій води може ґрунтуватися на 10 % ймовірності його перевищення впродовж однорічного базового періоду			

А.1.7 Часткові коефіцієнти для граничних станів за несною здатністю (ULS)

(1) Відповідність вимогам щодо граничних станів можна перевірити за допомогою часткових коефіцієнтів γ_F , що застосовують до дій, або γ_E , що застосовують до ефектів дій, як визначено в 8.3.

Примітка 1. Значення часткових коефіцієнтів γ_F та γ_E , застосовних до усталених та перехідних (основних) розрахункових ситуацій наведено в таблиці A.1.8 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 2. Значення коефіцієнта за наслідками руйнування, k_F , для різних класів наслідків згідно з таблицею A.1.8 (NDP), наведено в таблиці A.1.9 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 3. Стосовно втоми див. 8.3.3.6.

(2) Значення часткових коефіцієнтів, γ_F , у разі застосування до несприятливих дій чи ефектів дій має бути щонайменше 1,0.

(3) У разі використання нижніх частин формул (8.13) та (8.14) значення $\xi\gamma_G$ має бути щонайменше 1,0.

(4) Граничні стани за несною здатністю, що охоплюють конструкційний опір, перевіряють, використовуючи часткові коефіцієнти, визначені для схеми перевірки VC1, як у разі конструкційного, так геотехнічного розрахунку (див. також (7)).

(5) Якщо змінення величини або просторові змінення постійних дій від одної первопричини (див. 6.1.1(4)) є значними, то граничні стани за несною здатністю, що охоплюють втрату статичної рівноваги та/або міцності елементів, які забезпечують рівновагу, перевіряють за допомогою часткових коефіцієнтів, визначених для схем перевірки VC2(a) та VC2(b), використовуючи будь-який з них, що дає найменш сприятливий результат розрахунку.

(6) Перевіряння за схемою VC2(b) можна не виконувати, якщо очевидно, що перевіряння за схемою VC2(a) є визначальним для результатів розрахунку.

(7) Відповідність вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, що охоплюють втрату несної здатності ґрунту, перевіряють за допомогою часткових коефіцієнтів, визначених для схем перевірки VC1, VC2, VC3 та VC4 згідно із застосовною частиною EN 1997.

Примітка. Рекомендації щодо використання схем перевірки для різних геотехнічних конструкцій наведено у відповідних частинах EN 1997.

Таблиця А.1.8 (NDP) – Часткові коефіцієнти, застосовні до дій та ефектів у усталених та перехідних (основних) розрахункових ситуаціях, визначені для схем перевірки VC1–VC4

Дія або ефект				Часткові коефіцієнти γ_F та γ_E , для схем перевірки				
Тип	Група	Позна-ка	Підсум-ковий ефект	Конструк-ційний опір ^a	Статична рівновага та підйомна сила ^b		Геотехнічне проєктування	
Схема перевірки				VC1 ^a	VC2(a) ^b	VC2(b) ^b	VC3 ^c	VC4 ^d
Постійна дія, G_k	Vci ^f	γ_G	Несприятливий/дестабілізуючий	$1,35k_F$	$1,35k_F$	1,0	1,0	G_k не враховують
	Вода ^l	γ_{Gw}		$1,2k_F$	$1,2k_F$	1,0	1,0	
	Vci ^f	$\gamma_{G,stb}$	Стабілізуючий ^g	Не застосовно	$1,15^e$	1,0	Не застосовно	
	Вода ^l	$\gamma_{Gw,stb}$			$1,0^e$	1,0		
	Vci	$\gamma_{G,fav}$	Сприятливий ^h	1,0	1,0	1,0	1,0	
Попереднє напруження, P_k		γ_P^k						
Змінна дія, Q_k	Vci ^f	γ_Q	Несприятливий	$1,5k_F$	$1,5k_F$	$1,5k_F$	1,3	$\gamma_{Q,red}^j$
	Вода ^l	γ_{Qw}		$1,35k_F$	$1,35k_F$	$1,35k_F$	1,15	1,0
	Vci	$\gamma_{Q,fav}$	Сприятливий	0				
Ефекти дій, E		γ_E	Несприятливий	γ_E не застосовують				$1,35k_F$
		$\gamma_{E,fav}$	Сприятливий					1,0

Кінець таблиці A.1.8

Дія або ефект				Часткові коефіцієнти γ_F та γ_E для схем перевірки				
Тип	Група	Позна-ка	Підсум-ковий ефект	Конструкційний опір ^a	Статична рівновага та підйомна сила ^b		Геотехнічне проєктування	
Схема перевірки				VC1 ^a	VC2(a) ^b	VC2(b) ^b	VC3 ^c	VC4 ^d
^a Схему перевірки VC1 використовують як для конструкційного, так і для геотехнічного проєктування. Для VC1 використовують формулу (8.4). ^b Схему перевірки VC2 використовують для спільного перевіряння міцності та статичної рівноваги, якщо конструкція чутлива до варіацій постійної дії, що виникають від окремої первопричини. Значення отримують з VC2(a) чи VC2(b) залежно від того, яка зі схем дає найменш сприятливий результат. Див. 8.3.3.1(5). Для VC2 використовують формулу (8.4). ^c Схему перевірки VC3 зазвичай використовують для розрахунку ухилів та насипів, фундаментів та гравітаційних підпірних конструкцій. Детальну інформацію див. у відповідній частині EN 1997. Для VC3 використовують формулу (8.4). ^d Схему перевірки VC4 зазвичай використовують для розрахунку паль із поперечним навантаженням, заглиблених підпірних стінок та (в деяких країнах) гравітаційних підпірних конструкцій. Детальну інформацію див. у EN 1997 (усі частини). Для VC4 використовують формулу (8.5). ^e Значення $\gamma_{G,stab} = 1,15$ та $1,0$ ґрунтуються на $\gamma_{G,inf} = 1,35\rho$ та $1,2\rho$, де $\rho = 0,85$. ^f Застосовне до всіх дій, крім дії води. ^g Застосовне до стабілізуючої частини дії, що походить з окремої первопричини. ^h Застосовне до дій, наслідки яких загалом є сприятливими й не залежать від несприятливої дії. ⁱ $\gamma_{Q,red} = \gamma_{Q,1} / \gamma_{G,1}$, де $\gamma_{Q,1}$ дорівнює відповідному значенню γ_Q з VC1, а $\gamma_{G,1}$ дорівнює відповідному значенню γ_G з VC1. ^k Щодо визначення γ_P, якщо γ_P залежить від матеріалу, див. інші відповідні Єврокоди. ^l Щодо дії води, спричиненої хвилями та течіями, див. розділ A.6.								

Таблиця А.1.9 (NDP) – Коефіцієнти для врахування наслідків руйнування будівель та геотехнічних споруд

Клас наслідків, CC^a	Назва класу наслідків	Коефіцієнт для врахування наслідків руйнування, k_F
CC3	Високий	1,1
CC2	Нормальний	1,0
CC1	Низький	0,9

^a Положення Єврокодів охоплюють правила проектування для конструкцій, які віднесено до класів CC1–CC3, див. 4.3.

А.1.8 Критерії експлуатаційної придатності будівель

А.1.8.1 Загальні положення

(1) Щодо кожного проекту будівлі визначають критерії експлуатаційної придатності згідно з 5.4.

Примітка 1. Критерії експлуатаційної придатності для будівель можуть охоплювати, наприклад, прогин та жорсткість підлоги; нерівномірність осадки; хиткість поверхів та/або будівлі; прогин та жорсткість покрівлі; частоту та амплітуду/прискорення коливань; ширину тріщин у бетоні.

Примітка 2. Граничні значення може бути визначено в Національному додатку.

Примітка 3. Розрахункові значення критеріїв експлуатаційної придатності для непромислових будівель, незалежно від конструкційних матеріалів, визначено в А.1.8.2 щодо деформацій. До виробничих будівель відносять складські будівлі.

Примітка 4. Розрахункові значення критеріїв експлуатаційної придатності геотехнічних конструкцій наведено в А.1.8.4.

(2) Залежно від конкретних характеристик конструкційної системи та застосовного матеріалу, інші граничні значення можуть визначити та узгодити відповідні сторони, залучені до проектування.

А.1.8.2 Вертикальні та горизонтальні деформації

А.1.8.2.1 Загальні положення

(1) Вертикальні та горизонтальні деформації розраховують, за потреби, використовуючи відповідні комбінації дій, як зазначено в таблиці А.1.6, з урахуванням вимог щодо експлуатаційної придатності, наведених у 5.4(1).

Примітка. Рекомендації щодо розрахунку деформацій наведено в інших Єврокодах.

(2) Деформації, які розраховують за використання комбінації дій, не охоплюють ефекти, спричинені допусками на виконання конструкцій; якщо вони суттєві, то їх враховують додатково.

(3) Враховують різницю між зворотними та незворотними граничними станами.

А.1.8.2.2 Вертикальні прогини

(1) Вертикальні прогини обчислюють, використовуючи параметри, зазначені на рисунку А.1.1.

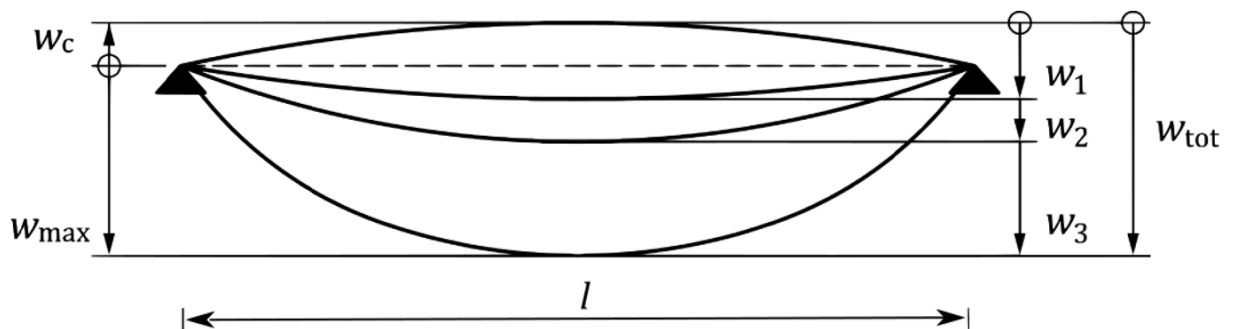


Рисунок А.1.1 – Вертикальні прогини

Умовні позначки:

w_c – попередній вигин конструкційного елемента в ненавантаженому стані;

w_1 – початкова частина прогину від постійних навантажень за відповідної комбінації дій згідно з формулами (8.29)–(8.32);

w_2 – тривала частина прогину внаслідок постійних навантажень разом із квазіпостійною частиною змінних дій;

w_3 – миттєвий прогин внаслідок змінних дій без урахування їх квазіпостійних частин;

w_{tot} – загальний прогин як сума w_1 , w_2 , w_3 ;

w_{max} – залишковий загальний прогин з урахуванням попереднього вигину;

l – прогін

Рисунок А.1.1 – аркуш 2

Примітка. Числові значення w_1 , w_2 та w_3 обчислюють з урахуванням поведінки матеріалу конструкційного елемента (наприклад, розтріскування та повзучості бетону).

(2) Можна визначити максимальні значення вертикальних прогинів.

Примітка. Рекомендовані значення максимальних вертикальних прогинів для непромислових будівель наведено в таблиці А.1.10 (NDP), якщо в Національному додатку не вказано інших значень.

(3) Інші максимальні значення приймають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади, або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проекту відповідні сторони-учасники.

(4) Якщо розглядають функціонування або потенційне пошкодження конструкції чи неконструкційних елементів, то в разі перевіряння на прогини враховують ефекти від постійних та змінних дій, що виникають після виконання конструкції.

Примітка. Неконструкційні елементи, до яких може бути застосовано зазначене вище положення, охоплюють перегородки, облицювання та оздоблення поверхонь.

(5) Довготривалі деформації внаслідок усадки, ослаблення чи повзучості враховують, якщо доцільно, та розраховують, використовуючи ефекти постійних дій та квазіпостійні значення змінних дій.

(6) Зазначені в цьому розділі граничні значення вертикального прогину, w_{tot} , застосовують лише до конструкцій та конструкційних елементів. Якщо використовують схильні до розтріскування перегородки, то для них приймають відповідне деталювання або визначають суворіші розрахункові граничні значення прогину.

Таблиця А.1.10 (NDP) – Рекомендовані максимальні значення вертикальних прогинів для непромислових будівель

Критерії експлуатаційної придатності	Граничні значення за умови непошкодження неконструкційних елементів	Комфортність для користувачів	Зовнішній вигляд
Комбінація дій, яку потрібно врахувати	Характеристична комбінація. Формула (8.29)	Часто повторювана комбінація. Формула (8.30)	Квазіпостійна комбінація. Формула (8.31)
Неексплуатована покрівля	<u>Покрівля</u> жорстка покрівля: $w_2 + w_3 \leq l / 250$ пружна покрівля: $w_2 + w_3 \leq l / 125$ <u>Стеля</u> оштукатурена стеля: $w_2 + w_3 \leq l / 350$ підвісна стеля: $w_2 + w_3 \leq l / 250$	$w_2 + w_3 \leq l / 300$	$w_1 + w_2 - w_c \leq l / 250$

Продовження таблиці А.1.10

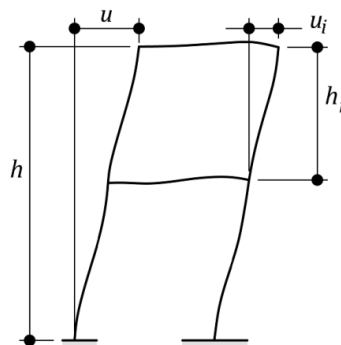
Критерії експлуатаційної придатності	Граничні значення за умови непошкодження неконструкційних елементів	Комфортність для користувачів	Зовнішній вигляд
Комбінація дій, яку потрібно врахувати	Характеристична комбінація. Формула (8.29)	Часто повторювана комбінація. Формула (8.30)	Квазіпостійна комбінація. Формула (8.31)
Перекриття, експлуатована покрівля	<u>Внутрішні перегородки</u> неармовані: – перегородки з крихкого чи негнучкого матеріалу: $w_2 + w_3 \leq l / 500;$ – перегородки з некрихких матеріалів: $w_{\max} \leq l / 400;$ армовані стіни: $w_2 + w_3 \leq l / 350;$ знімні стіни: $w_2 + w_3 \leq l / 250;$ <u>Перекриття</u> – плитка жорстко закріплена: $w_2 + w_3 \leq l / 500;$ – мозаїчна плитка^b або така, що не повністю передає прогин: $w_2 + w_3 \leq l / 350;$ – пружне покриття: $w_2 + w_3 \leq l / 250$ <u>Стеля</u> оштукатурена стеля: $w_2 + w_3 \leq l / 350$ підвісна стеля: $w_2 + w_3 \leq l / 250$	$w_2 + w_3 \leq l / 300$	$w_1 + w_2 - w_c \leq l / 250$

Кінець таблиці А.1.10

Критерії експлуатаційної придатності	Граничні значення за умови непошкодження неконструкційних елементів	Комфортність для користувачів	Зовнішній вигляд
Комбінація дій, яку потрібно врахувати	Характеристична комбінація. Формула (8.29)	Часто повторювана комбінація. Формула (8.30)	Квазіпостійна комбінація. Формула (8.31)
Конструкції каркасів	<u>Вікна</u> – відсутність нещільних стиків (відсутність зазору між склом та рамою): $w_2 + w_3 \leq l / 1000$; – з нещільними стиками: $w_2 + w_3 \leq l / 350$		
^a l = довжина прогону (або, у разі консолі, подвоєна довжина); $w_1, w_2, w_3, w_{\max}$ зазначено на рисунку А.1.1. ^b Мозаїчна плитка: сторони менші ніж 10 см.			

А.1.8.2.3 Горизонтальні переміщення

(1) Горизонтальні переміщення розраховують, використовуючи параметри, зазначені на рисунку А.1.2.



Умовні позначки:

u – загальне горизонтальне переміщення за висотою будівлі, h ;

u_i – відносне горизонтальне переміщення за висотою поверху, h_i

Рисунок А.1.2 — Визначення горизонтальних переміщень

(2) Може бути вказано максимальні значення горизонтальних переміщень.

Примітка. Рекомендовані максимальні горизонтальні переміщення для непромислових будівель наведено в таблиці А.1.11 (NDP), якщо в Національному додатку не вказано інших значень.

(3) Приймають інші максимальні значення, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Таблиця А.1.11 (NDP) – Рекомендовані максимальні горизонтальні переміщення для непромислових будівель

Критерії експлуатаційної придатності ^a	Відсутність пошкоджень неконструкційних елементів	Комфортність для користувачів	Зовнішній вигляд
Комбінація дій, яку потрібно врахувати	Характеристична комбінація. Формула (8.29)	Часто повторювана комбінація. Формула (8.30)	Квазіпостійна комбінація. Формула (8.31)
Загальне горизонтальне переміщення, u	Одноповерхові будівлі: $u \leq h/400$ Багатоповерхові будівлі: $u \leq h/500$	$u \leq h/250$	
Відносне горизонтальне зміщення, u_i , за висотою поверху, h_i	Крихкі перегородки: $u_i \leq h_i/500$; $u_i \leq 6$ мм. Відсутність крихких перегородок: $u_i \leq h_i/200$	$u_i \leq h_i/250$	$u_i \leq h_i/250$

^a h = висота будівлі; h_i = висота поверху; u_i та u зазначено на рисунку А.1.2.

A.1.8.3 Коливання

(1) Для досягнення задовільних коливальних характеристик будівель та їх конструкційних елементів за умов експлуатації враховують такі аспекти, зокрема:

- комфортність для користувачів;

- функціонування конструкції чи конструкційних елементів, наприклад, після появи тріщин у перегородках, пошкоджень облицювання, внаслідок чутливості внутрішніх складових частин будівлі до коливань.

Примітка. Інші аспекти, які треба враховувати для досягнення задовільних коливальних характеристик, може бути визначено в Національному додатку.

(2) Крім зазначених в (1), враховують інші аспекти, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці аспекти, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(3) Щоб граничні стани експлуатаційної придатності конструкції чи конструкційного елемента під час коливань не було перевищено, рекомендовано, щоб значення прискорення коливань конструкції чи конструкційного елемента були нижчі, ніж відповідні граничні значення прискорення, пов'язані з комфортністю для користувачів та функціональними властивостями.

Примітка 1. Спорудами, яких стосується зазначене вище положення, є, наприклад, лікарні, лабораторії, тренажерні та спортивні зали, танцювальні зали, концертні зали, а також підлоги, сходи та балкони загалом всіх будівель.

Примітка 2. Стосовно конкретних типів конструкцій чи конструкційних елементів, що мають типові властивості, пов'язані з масою та здатністю до амортизації, можна вважати, що обумовлені межі прискорення досягнуто, якщо

власна частота коливань підтримується на рівні, вищому за відповідні значення. Обумовлені межі та їх значення може бути встановлено в Національному додатку.

Примітка 3. Інші рекомендації наведено в інших Єврокодах.

(4) Якщо власна частота коливань конструкції нижча за відповідне значення, виконують точніший розрахунок на динамічну реакцію конструкції, з урахуванням загасання енергії коливань.

Примітка. Граничні значення динамічної реакції конструкції можуть бути встановлені в Національному додатку. Інші рекомендації див. в EN 1991-1-1, EN 1991-1-4 та ISO 10137.

(5) Визначають джерела коливань та їхні характеристики.

Примітка 1. До можливих джерел коливань відносять ходіння, синхронні переміщення людей, механізмів, вібрацію від транспорту, що передається ґрунтом, дії вітру, забивання паль та розміщення шпунтових стін.

Примітка 2. Визначаючи джерела вібрації стосовно конкретного проєкту, відповідним сторонам важливо забезпечити дотримання вимог, які встановлено компетентним органом влади.

A.1.8.4 Граничні значення переміщення фундаментів

(1) Під час проєктування розміщеної на фундаменті конструкції має бути обрано розрахунковий критерій для граничного стану експлуатаційної придатності, $C_{d,SLS}$, застосовний до переміщення фундаменту під будівлею.

(2) Конструкції поділяють на класи за чутливістю до переміщення фундаменту відповідно до таблиці A.1.12, окремо щодо різних форм його переміщення.

Примітка 1. Приклади будівель різних класів конструкційної чутливості наведено в таблиці A.1.16 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших прикладів.

Примітка 2. Визначення форм переміщення фундаменту див. у EN 1997-1.

(3) У разі визначення класу рекомендовано враховувати пов'язані з ґрунтом умови в зоні впливу конструкції.

Таблиця А.1.12 – Класифікація конструкцій за чутливістю до переміщення фундаменту

Клас чутливості конструкції	Назва класу за чутливістю
SSC5	Найвищий
SSC4	Високий
SSC3	Нормальний
SSC2	Низький
SSC1	Найнижчий

(4) Значення $C_{d,SLS}$ можна обрати відповідно до чутливості конструкції до переміщення фундаменту.

Примітка. Рекомендовані значення $C_{d,SLS}$ наведено в таблицях А.1.13 (NDP), А.1.14 (NDP) та А.1.15 (NDP), якщо в Національному додатку не вказано інших значень.

(5) Альтернативні значення $C_{d,SLS}$ приймають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади, або ж, якщо ним не встановлено цих значень, то їх мають узгодити для конкретного проекту відповідні сторони-учасники.

Таблиця А.1.13 (NDP) – Рекомендовані значення максимально допустимої відносної осадки фундаментів для різних класів конструкційної чутливості

Клас конструкційної чутливості	Назва класу за чутливістю	Максимальна відносна осадка ^a , $\Delta_{S_{cd,SLS}}$
SSC5	Найвищий	10 мм
SSC4	Високий	15 мм
SSC3	Нормальний	30 мм
SSC2	Низький	60 мм
SSC1	Найнижчий	100 мм
^a Визначення відносної осадки фундаментів див. в EN 1997-1		

Таблиця А.1.14 (NDP) – Рекомендовані значення максимально допустимої кутової деформації фундаментів для різних класів конструкційної чутливості

Клас конструкційної чутливості	Назва класу за чутливістю	Максимально допустима кутова деформація ^a , $\beta_{cd,SLS}$
SSC5	Найвищий	0,05 %
SSC4	Високий	0,075 %
SSC3	Нормальний	0,15 %
SSC2	Низький	0,3 %
SSC1	Найнижчий	0,5 %
^a Визначення кутової деформації фундаментів див. в EN 1997-1		

Таблиця А.1.15 (NDP) – Рекомендовані значення максимально допустимого нахилу фундаментів для різних класів конструкційної чутливості

Клас конструкційної чутливості	Назва класу за чутливістю	Максимальний нахил ^a , $\omega_{Cd,SLS}$
SSC5	Найвищий	0,1 %
SSC4	Високий	0,2 %
SSC3	Нормальний	0,3 %
SSC2	Низький	0,4 %
SSC1	Найнижчий	0,5 %
^a Визначення нахилу фундаменту див. в EN 1997-1		

Таблиця А.1.16 (NDP) – Приклади будівель різних класів конструкційної чутливості

Розрахункові критерії для SLS, $C_{d,SLS}$	Тип або призначеність конструкції	Клас конструкційної чутливості
Відносна осадка, s_{Cd}	Підключення інженерних систем будівлі	SSC1
Кутова деформація, β_{Cd}	Каркасні будівлі та армовані несні стіни	SSC3
	Підлоги, плити перекриття	SSC1
Нахил, ω_{Cd}	Башти, високі будівлі (візуально), висота $h < 24$ м	SSC2
	Башти, високі будівлі (візуально), $24 \text{ м} \leq h < 60 \text{ м}$	SSC3
	Башти, високі будівлі (візуально), $60 \text{ м} \leq h < 100 \text{ м}$	SSC4
	Башти, високі будівлі (візуально), $100 \text{ м} \leq h$	SSC5
	Експлуатація ліфта та ескалатора	SSC5

A.2 Застосування для мостів

A.2.1 Використання цього додатка

(1) Цей підрозділ A.2 містить додаткові положення до загальних правил, які викладено в розділах 1–8 для конструкцій, визначених в A.2.2.

A.2.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) Цей підрозділ A.2 застосовують до розрахунку автодорожніх, пішохідних та залізничних мостів.

Примітка 1. Положення цього підрозділу A.2 забезпечують конкретне застосування загальних правил, викладених у розділах 1–8, для зазначених конструкцій.

Примітка 2. Рекомендації щодо інших заходів проєкту, спрямованих на підвищення живучості конструкцій мостів, наведено в додатку E.

(2) Цей підрозділ A.2 призначено для визначення комбінацій дій, застосовних до автодорожніх, пішохідних та залізничних мостів, а також для визначення комбінацій дій, застосовних до аварійних та перехідних розрахункових ситуацій, включно з виконанням конструкцій.

Примітка. Більшість правил комбінацій, які визначено в A.2.7.3–A.2.7.10, наведено для спрощення, щоб уникнути надмірного ускладнення обчислень.

(3) Цей підрозділ A.2 може бути використано як основу для визначення комбінацій дій щодо інших інженерних споруд, що забезпечують рух транспорту, згідно з правилами, визначеними компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено ці правила, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(4) Якщо для конструкції передбачено область застосовних значень, які охоплено в різних підрозділах додатка A, то всі ці

підрозділи застосовують разом, згідно з правилами, визначеними компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено ці правила, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(5) Правила, викладені в цьому підрозділі А.2, можуть бути потрібні як додаткові до умов, які було визначено компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено цих умов, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники щодо:

- мостів, для яких дії не охоплено в EN 1991-2 (наприклад, мостів під злітно-посадкову смугу аеропорту; мостів, по яких проходить вода, тощо);

- мостів, які піддано навантаженням, не розглянутим в EN 1991 (всі частини) (наприклад, тиск льоду, повінь, грязьові зсуви, а також шляхопроводи для тварин чи природні естакади);

- мостів, що забезпечують як автомобільне, так і залізничне сполучення;

- рухомих мостів;

- критих мостів;

- мостів військового призначення та інших розбірних тимчасових мостів; а також

- оцінювання наявних мостів.

А.2.3 Класи наслідків

(1) Мости поділяють на класи наслідків згідно з 4.3.

Примітка 1. Приклади мостів різних класів наслідків наведено в таблиці А.2.1 (NDP), якщо в Національному додатку не зазначено інших прикладів.

Примітка 2. Частина конструкції може бути віднесено до іншого класу наслідків, порівняно з мостом, якщо наслідки їхньої відмови відрізняються.

Таблиця A.2.1 (NDP) – Приклади мостів різних класів наслідків

Клас наслідків ^a	Назва класу наслідків	Приклади
СС4 ^b	Найвищий	
СС3b	Високий (підвищеного рівня)	За потреби підвищеного рівня надійності, якщо це зазначено компетентним органом влади або, в іншому разі, узгоджено для конкретного проекту відповідними сторонами-учасниками
СС3a	Високий (зниженого рівня)	Залізничні мости на магістральних залізничних шляхах, мости над коліями магістральних залізничних шляхів, мости над автомагістралями та під ними
СС2	Нормальний	Мости, які не віднесено до інших класів наслідків
СС1	Низький	Короткопрогонові мости на дорогах місцевого значення з невисокою інтенсивністю руху транспорту (за умови, що вони не проходять над магістральними залізничними шляхами чи автомагістралями)
СС0 ^b	Найнижчий	Неконструкційні елементи, див. 3.1.1.7
^a СС3b відповідає підвищеному рівню надійності порівняно з СС3a.		
^b Положення, що стосуються СС0 та СС4, див. в 4.3.		

(2) Фундаменти та геотехнічні конструкції, на які опирається міст, відносять до того самого класу наслідків, що й сам міст, або до вищого класу.

Примітка. Приклади геотехнічних конструкцій різних класів наслідків наведено в EN 1997-1.

А.2.4 Розрахунковий строк експлуатації

(1) Для моста визначають розрахунковий строк експлуатації, T_{lf} , згідно з 4.5.

Примітка 1. Значення T_{lf} для різних категорій конструкцій наведено в таблиці А.2.2 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень чи категорій.

Примітка 2. Щодо використання розрахункового строку експлуатації див. 4.5(2).

Таблиця А.2.2 (NDP) – Категорії мостів за розрахунковим строком експлуатації

Категорія конструкцій	Розрахунковий строк експлуатації, T_{lf} , роки
Мости, інші інженерні споруди, що забезпечують рух автомобільного чи залізничного транспорту ^a	100 ^b
Мости, в яких основні конструкційні елементи мають знижений рівень захисту ^a	50 ^b
Змінні конструкційні деталі, крім розтягнутих компонентів	25
Тимчасові конструкції ^c	≤ 10

Кінець таблиці A.2.2

Категорія конструкцій	Розрахунковий строк експлуатації, T_{if} , роки
^a Вимоги щодо довговічності систем захисту конструкційних елементів, що забезпечують повний розрахунковий строк експлуатації, або зниженого рівня захисту, що забезпечує менший розрахунковий строк експлуатації, див. в інших Єврокодах. ^b Можна використати інше значення розрахункового строку експлуатації, якщо його встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено цього значення, то його може бути узгоджено для конкретного проєкту відповідними сторонами-учасниками. Нижче значення розрахункового строку експлуатації може бути застосовано, наприклад, для мостів класу зниженого рівня наслідків руйнування, відповідно до якого економічні наслідки, пов'язані зі замінюванням (елементів чи деталей) після закінчення меншого розрахункового строку експлуатації, визначено компетентним органом влади або узгоджено відповідними сторонами-учасниками проєкту як прийнятні. ^c Щодо класифікації тимчасових конструкцій, за винятком тих, які можна демонтувати та використовувати повторно, див. 4.5(3).	

(2) Частини конструкції та неконструкційні елементи, які неможливо запроектувати так, щоб вони досягали розрахункового строку експлуатації моста, мають бути замінними.

Примітка. Вимоги щодо розрахунку замінних частин конструкції див. у 4.5.
Приклади замінних частин конструкції та неконструкційних елементів:

- опорні частини (або елементи опорних частин);
- деформаційні шви;
- дренажні пристрої;
- перильні огорожі, парапети;
- асфальтовий шар та інші захисні системи поверхні;
- вітрозахисні щити;
- шумозахисні бар'єри.

(3) Якщо міст має конструкційні частини та неконструкційні елементи, які може бути замінено, то можливість їх безпечного замінювання перевіряють як перехідну розрахункову ситуацію.

A.2.5 Довговічність

(1) Усі частини конструкції, для яких прийнято проєктне припущення щодо нагляду за технічним станом чи технічного обслуговування, має бути запроєктовано так, щоб уможливити нагляд за технічним станом та технічне обслуговування для дотримання вимог стосовно їх довговічності протягом розрахункового строку експлуатації.

Примітка 1. Вимоги щодо довговічності див. у 4.6.

Примітка 2. Технічне обслуговування може охоплювати: відновлення захисного покриття поверхонь, замінювання частин конструкції чи неконструкційних елементів, а також очищення.

(2) Якщо нагляд за технічним станом чи технічне обслуговування конструкційної частини неможливі, то цю конструкційну частину має бути запроєктовано з таким розрахунком, щоб забезпечити її відповідну довговічність упродовж розрахункового строку експлуатації без нагляду за її технічним станом чи технічного обслуговування.

Примітка. Див. в інших Єврокодах заходи, спрямовані на забезпечення відповідної довговічності упродовж розрахункового строку експлуатації без нагляду за технічним станом чи технічного обслуговування, що можуть охоплювати: забезпечення матеріалів на заміну зношених; захисне покриття (конструкційної) частини; використання матеріалів із підвищеною довговічністю; контролювання середовища навколо частини конструкції.

A.2.6 Дії

(1) Дії, описані в 6.1, які потрібно врахувати під час розрахунку мостів та відповідних геотехнічних конструкцій, має бути визначено

згідно з EN 1991 (усі частини), EN 1997 (усі частини) та EN 1998 (усі частини), якщо застосовно.

(2) Ефекти, що виникають внаслідок переміщення фундаменту, класифікують як постійну дію, G_{set} , та долучають до комбінації дій для перевіряння відповідності вимогам щодо граничного стану за несною здатністю та граничного стану експлуатаційної придатності конструкції.

Примітка. Щодо граничних значень переміщення фундаменту в граничному стані експлуатаційної придатності, з урахуванням загальної та відносної осадки, див. А.2.9.5.

(3) Інші дії, не визначені в EN 1991 (усі частини), EN 1997 (усі частини) або EN 1998 (усі частини), вводять до розрахунку мостів та пов'язаних із ними геотехнічних конструкцій згідно з правилами, визначеними компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено ці правила, то їх мають узгодити для конкретного проекту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Щодо комбінацій, до яких долучено дії, не охоплені сферою застосування Єврокодів, див. А.2.7.3.6.

(4) Значення навантажень від льоду на елементи (конструкції) мосту (від льоду на річках, озерах тощо) приймають згідно з тими, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проекту відповідні сторони-учасники.

А.2.7 Комбінації дій

А.2.7.1 Граничні стани за несною здатністю (ULS)

(1) Комбінації дій для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю із застосуванням часткових

коефіцієнтів дій (див. 8.3.2.2) обирають залежно від розрахункової ситуації відповідно до:

- таблиці А.2.3, якщо використовують формулу (8.12); або
- таблиці А.2.4, якщо використовують формулу (8.13); або
- таблиці А.2.5, якщо використовують формулу (8.14).

Примітка 1. Формулу (8.12) використовують, якщо в Національному додатку не зазначено іншого, див. 8.3.4.2(2).

Примітка 2. Стосовно доцільності застосування до дій часткових коефіцієнтів див. 8.3.2.1(3).

Примітка 3. Положення щодо обрання ψ_1 чи ψ_2 у разі аварійних розрахункових ситуацій може бути наведено в Національному додатку залежно від детальної інформації стосовно розрахункової ситуації; див. 8.3.4.3. Правила комбінування, застосовні до аварійних розрахункових ситуацій, див. також в А.2.7.8.

Примітка 4. Щодо сейсмічних розрахункових ситуацій див. EN 1998 (усі частини).

Примітка 5. Стосовно схем перевіряння, в яких характеристичне значення постійних дій, G_k , представляють верхнім та нижнім характеристичними значеннями, $G_{k,sup}$ та $G_{k,inf}$, див. 6.1.2.2.

Примітка 6. Як характеристичне значення попереднього напруження, P_k , може бути прийнято верхнє, нижнє або середнє значення згідно з іншими Єврокодами.

Примітка 7. Значення ξ згідно з таблицями А.2.4 та А.2.5 становить 0,85, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення, див. 8.3.4.2(2), примітку 2.

(2) Якщо розрахункові значення дій для усталених та перехідних (основних) розрахункових ситуацій обирають згідно з таблицею А.2.4 або таблицею А.2.5, то має бути перевірено найбільш несприятливий з

двох виразів за використання відповідної формули для застосовної комбінації дій.

Таблиця А.2.3 – Комбінації дій для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю з використанням формули (8.12)

Розрахункова ситуація	Усталена та перехідна (основна)	Аварійна ^а	Сейсмічна ^б	За умов втоми ^с
Загальна формула для ефектів дій	(8.4)			
Формула комбінації дій	(8.12)	(8.15)	(8.16)	(8.17)
Постійна дія, $G_{d,i}$	$\gamma_{G,i} G_{k,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$
Провідна змінна дія, $Q_{d,1}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$ або $\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}^c$
Супутня змінна дія, $Q_{d,j}$	$\gamma_{Q,j} \psi_{0,j} Q_{k,j}$	$\psi_{2,j} Q_{k,j}$		
Попереднє напруження, P_d	$\gamma_P P_k$	P_k	P_k	P_k
Аварійна дія, A_d	—	A_d	—	—
Сейсмічна дія, A_{Ed}	—	—	$A_{Ed,ULS}$	—
Втомлювальна дія, F_{fat}	—	—	—	$\gamma_{Ff} F_{fat}$

^а Комбінації дій для аварійних розрахункових ситуацій наведено в А.2.7.8.

^б Залежно від величини $A_{Ed,ULS}$, сейсмічна комбінація дій охоплює граничні стани за несною здатністю як близькі до руйнування (NC), так і пов'язані із суттєвим пошкодженням (SD), що визначені в EN 1998 (усі частини).

^с Щодо використання за умов втоми див. 8.3.4.5.

Таблиця А.2.4 – Комбінації дій для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю з використанням формули (8.13)

Розрахункова ситуація	Усталена та перехідна (основна)		Аварій-на	Сейсміч-на	За умов втоми
Загальна формула для ефектів дій	(8.4)				
Формула комбінації дій	Верхня частина (8.13)	Нижня частина (8.13b)	Використовують значення, наведені в таблиці А.2.3		
Постійна дія, $G_{d,i}$	$\gamma_{G,i}G_{k,i}$	$\xi\gamma_{G,i}G_{k,i}$			
Провідна змінна дія, $Q_{d,1}$	$\gamma_{Q,j}\psi_{0,j}Q_{k,j}$	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$			
Супутня змінна дія, $Q_{d,j}$		$\gamma_{Q,j}\psi_{0,j}Q_{k,j}$			
Попереднє напруження, P_d	$\gamma_P P_k$	$\gamma_P P_k$			
Аварійна дія, A_d	—	—			
Сейсмічна дія, A_{Ed}	—	—			
Втомлювальна дія, F_{fat}	—	—			

Таблиця А.2.5 – Комбінації дій для перевірення відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю з використанням формули (8.14)

Розрахункова ситуація	Усталена та перехідна (основна)		Аварій-на	Сейсміч-на	За умов втоми
Загальна формула для ефектів дій	(8.4)				
Формула комбінації дій	Верхня частина (8.14)	Нижня частина (8.14)	Використовують значення, наведені в таблиці А.2.3		
Постійна дія, $G_{d,i}$	$\gamma_{G,i}G_{k,i}$	$\xi\gamma_{G,i}G_{k,i}$			

Кінець таблиці A.2.5

Розрахункова ситуація	Усталена та перехідна (основна)		Аварій-на	Сейсміч-на	За умов втоми
Провідна змінна дія, $Q_{d,1}$	—	$\gamma_{Q,1}Q_{k,1}$	Використовують значення, наведені в таблиці A.2.3		
Супутня змінна дія, $Q_{d,j}$		$\gamma_{Q,j}\psi_{0,j}Q_{k,j}$			
Попереднє напруження, P_d	$\gamma_P P_k$	$\gamma_P P_k$			
Аварійна дія, A_d	—	—			
Сейсмічна дія, A_{Ed}	—	—			
Втомлювальна дія, F_{fat}	—	—			

(3) Комбінацію дій для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю із застосуванням часткових коефіцієнтів до ефектів дій обирають згідно з 8.3.2.3.

Примітка. Стосовно доцільності застосування часткових коефіцієнтів до ефектів дій див. 8.3.2.1(4).

A.2.7.2 Граничні стани експлуатаційної придатності (SLS)

(1) Комбінації дій для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів експлуатаційної придатності, до яких застосовують положення 8.4.2 та загальну формулу (8.28), обирають згідно з таблицею A.2.6 залежно від комбінацій дій, які розглядають.

Примітка. Характеристичне значення попереднього напруження, P_k , може бути представлено верхнім, нижнім чи середнім значенням, які зазначено в інших Єврокодах.

Таблиця А.2.6 – Комбінації дій для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів експлуатаційної придатності

Комбінації	Характеристична	Часто повторювана	Квазіпостійна	Сейсмчна ^a
Загальна формула для ефектів дій	(8.28)			
Формула комбінації дій	(8.29)	(8.30)	(8.31)	(8.32)
Постійна дія, $G_{d,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$	$G_{k,i}$
Провідна змінна дія, $Q_{d,1}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{1,1}Q_{k,1}$	$\psi_{2,j}Q_{k,j}$	$\psi_{2,j}Q_{k,j}$
Супутня змінна дія, $Q_{d,i}$	$\psi_{0,j}Q_{k,j}$	$\psi_{2,j}Q_{k,j}$		
Попереднє напруження, P_d	P_k	P_k	P_k	P_k
Сейсмічна дія, A_{Ed}	—	—	—	$A_{Ed,SLS}$
^a Залежно від величини $A_{Ed,SLS}$, сейсмічна комбінація дій охоплює як обумовлені межі пошкоджень (DL), так і граничні стани експлуатаційної придатності (OP), визначені в EN 1998 (усі частини)				

А.2.7.3 Загальні комбінаційні правила

А.2.7.3.1 Конкретні розрахункові ситуації

(1) Для конкретних розрахункових ситуацій (наприклад, у разі розрахунку вигину моста з огляду на його естетичні властивості, міркування стосовно відведення води тощо) застосовують вимоги щодо використання комбінацій, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проекту відповідні сторони-учасники.

А.2.7.3.2 Група дій від дорожнього руху як окрема змінна дія

(1) Для утворення будь-якої комбінації дій від дорожнього руху з іншими змінними діями, зазначеними в інших частинах EN 1991, будь-

яку групу рухомих навантажень, згідно з EN 1991-2, має бути враховано як одну змінну дію.

A.2.7.3.3 Втрата несної здатності ґрунту

(1) Комбінації дій для перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів, пов'язаних із втратою несної здатності ґрунту, визначають згідно з EN 1997 (усі частини).

Примітка. Граничні стани, пов'язані з втратою несної здатності ґрунту, можуть охоплювати віддалення (ґрунтового) матеріалу від конструкції, або утворення тимчасових умов, наприклад, пов'язаних зі стійкістю укусу, що утримує проміжну опору моста, зі спливанням або руйнуванням дна котловану, в якому розташовано основу моста.

A.2.7.3.4 Вода

(1) Якщо доцільно, репрезентативні значення сил, обумовлених діями води, та застосовні комбінації дій приймають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо їх не встановлено органом влади, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. Для елементів моста, які піддано дії проточної води (наприклад, проміжної опори моста через річку) може бути доцільним визначити репрезентативні значення сили, обумовленої дією води, способом безпосереднього оцінювання у ситуаціях, в яких використання окремих значень ψ_0 , ψ_1 та ψ_2 не уможливлює врахування різниці між ділянками за параметрами інтенсивності потоку води, швидкості та висоти. Щодо характеристик дії води див. 6.1.3.2.

Примітка 2. Щодо дій води, спричинених морськими течіями та хвилями, і застосовних комбінацій дій див. розділ A.6 та EN 1991-1-8.

(2) У разі комбінацій дій, в яких охоплено дії проточної води, визначають величину загальної та місцевої глибини розмиву та враховують ефект розмиву, виконуючи відповідне перевіряння, як

визначено компетентним органом влади або ж, якщо цього не визначено органом влади, то це мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Інтенсивність розмиву може бути зменшено за допомогою відповідних заходів захисту від розмиву.

A.2.7.3.5 Обледеніння внаслідок атмосферних впливів

(1) За потреби врахування комбінацій, що охоплюють обледеніння внаслідок атмосферних впливів та вітрової дії, ці комбінації визначають згідно з пунктом A.3.

Примітка 1. Щодо дій, спричинених обледенінням внаслідок атмосферних впливів, див. EN 1991-1-9.

Примітка 2. Обледеніння внаслідок атмосферних впливів може утворюватися на розтягнутих компонентах, наприклад, на вантових мостах. Може бути потрібно вжити запобіжні заходи від падіння льоду на транспортні засоби чи на пішоходів.

A.2.7.3.6 Дії, не охоплені сферою застосування Єврокодів

(1) Комбінації, які уміщують дії, не охоплені сферою застосування Єврокодів, визначають згідно з 1.1(6).

Примітка 1. Комбінації, які уміщують дії, не охоплені сферою застосування Єврокодів, може бути визначено в Національному додатку.

Примітка 2. Діями, які не охоплено сферою застосування Єврокодів, можуть бути, наприклад, дії, спричинені осіданням ґрунту внаслідок гірничих робіт, ефектами аварійних дій вітру, води, плавучих уламків, затоплення, зсувів, лавин, пожежі (що впливає на мости) та тиску льоду.

A.2.7.4 Правила комбінування для автодорожніх мостів

A.2.7.4.1 Загальні положення

(1) Комбінації дій для автодорожніх мостів розраховують, використовуючи коефіцієнти комбінації, ψ , які визначено в 6.1.2.3(3).

Примітка 1. Значення коефіцієнта комбінації, ψ , для автодорожніх мостів наведено в таблиці A.2.7 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 2. Правила комбінування дій, пов'язаних зі спеціальними транспортними засобами за звичайних умов дорожнього руху (які охоплено в LM1 та LM2) разом з іншими змінними діями, може бути встановлено в Національному додатку. Див. також EN 1991-2, додаток A.

Таблиця A.2.7 (NDP) – Коефіцієнти комбінації для автодорожніх мостів

Дія	Познака		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Рухомі навантаження ^{e,g} (див. EN 1991-2, таблицю 6.5 та таблицю 6.6)	gr1a	TS	0,75	0,75	0
	(LM1+навантаження на пішохідну та велосипедну доріжки) ^{m,n}	UDL	0,40	0,40	0 чи 0,2 ^o
		Навантаження на пішохідну доріжку + навантаження на велосипедну доріжку ^l	0,40	0,40	0
	gr1b (навантаження від однієї осі) ^{d,n}		0	0,75	0
	gr2 (навантаження від горизонтальних сил)		0	0	0
	gr3 (навантаження від руху пішоходів)		0	0,4	0
	gr4 (LM4 – навантаження від натовпу)		0	–	0
Сили вітру ^{a,f,g,h}	gr5 (LM3 – спеціальні транспортні засоби) ^c		0	–	0
	F_{Wk}				
	Постійні розрахункові ситуації		0,6	0,2	0
	Виконання (конструкцій) ^b		0,8	–	0
Теплові дії ^h	F_w^*		1,0	–	–
	T_k		0,6 ^k	0,6	0,5
Снігові навантаження	$Q_{Sn,k}$				
	Усталені розрахункові ситуації ⁱ		0	0	0
Дії води	Виконання (конструкцій) ^b		0,8	–	–
			j	j	j
Дії під час зведення ^b	Q_c		1,0	–	1,0

Кінець таблиці A.2.7

Дія	Познака	ψ_0	ψ_1	ψ_2
^a	Комбінації дій, що охоплюють обледеніння внаслідок атмосферних впливів, див. в A.2.7.3.5.			
^b	Правила комбінування дій, що охоплюють виконання конструкцій, див. в A.2.7.9.			
^c	Правила комбінування, що охоплюють дії від спеціальних транспортних засобів, див. в A.2.7.4.1(1), примітка 2.			
^d	Щодо комбінацій, які охоплюють навантаження на одну вісь, див. в A.2.7.4.2.			
^e	Щодо комбінацій рухомих навантажень на плиту проїзної частини та проїзну частину за береговою опорою див. A.2.7.4.3.			
^f	Щодо граничних значень вітрових дій, супровідних щодо рухомих навантажень, див. A.2.7.4.4.			
^g	Щодо комбінації вітрових дій та рухомих навантажень див. A.2.7.4.4.			
^h	Щодо комбінацій вітрових та теплових дій див. A.2.7.4.5.			
ⁱ	Щодо комбінацій снігового та рухомого навантажень див. A.2.7.4.6.			
^j	Щодо комбінацій дій води, хвиль і течій див. A.2.7.3.4.			
^k	Критерії, згідно з якими можна не враховувати теплові дії у граничних станах за несною здатністю, наведено в інших Єврокодах.			
^l	Комбінаційне значення навантаження на пішохідну та велосипедну доріжки в таблиці 6.5 EN 1991-2 є «зменшеним» значенням. До цього зменшеного значення застосовують коефіцієнти ψ_0 , ψ_1 та ψ_2 .			
^m	Значення для gr1a застосовують також до моделі навантаження на берегові опори та стіни, прилеглі до мостів, згідно з 6.9 EN 1991-2, разом зі значеннями ψ_0 , ψ_1 та ψ_2 для TS, застосовними до зосередженого навантаження, а також значення ψ_0 , ψ_1 та ψ_2 для UDL, застосовними до рівномірно розподіленого навантаження.			
ⁿ	Значення ψ_0 , ψ_1 та ψ_2 для gr1a та gr1b, наведені стосовно рухомого навантаження, відповідають поправковим коефіцієнтам α_{Qi} , α_{qi} , α_{qr} та β_Q , які дорівнюють 1. Ті, що стосуються UDL, відповідають звичайним сценаріям дорожнього руху, за умов яких може відбуватися нечасте скупчення вантажівок. Інші значення може бути передбачено для доріг інших класів, або очікуваних рухомих навантажень, або аварійних розрахункових ситуацій, з якими пов'язують обрання відповідних коефіцієнтів α . Наприклад, значення ψ_2 , що не дорівнює нулю, може бути застосовно лише до системи UDL LM1 для мостів, по яких відбувається безперервний інтенсивний дорожній рух. Див. також EN 1998 (усі частини).			
^o	Для UDL приймають значення ψ_2 , що дорівнює 0, за винятком сейсмічних розрахункових ситуацій для мостів класу CC3 (відповідно до якого передбачено складні умови дорожнього руху). Див. також EN 1998 (усі частини).			

A.2.7.4.2 Комбінації, що охоплюють зосереджені рухомі навантаження

(1) Нижче наведено зосереджені навантаження, які в разі перевіряння місцевих ефектів не поєднують із жодними іншими змінними діями, які не спричинено дорожнім рухом:

– модель навантаження 2 від однієї осі (зосередженого) та пов'язана з нею група навантажень $gr1b$; та

– характеристичне значення зосередженого навантаження на пішохідний міст, Q_{fwk} .

A.2.7.4.3 Комбінація рухомих навантажень на плиту проїзної частини та проїзну частину за береговою опорою

(1) Якщо застосовно, модель рухомого навантаження на берегову опору (див. 6.9 EN 1991-2) поєднують із групами рухомих навантажень на плиту проїзної частини, використовуючи характеристичні значення.

Примітка. Додаткові правила застосування може бути встановлено в Національному додатку.

A.2.7.4.4 Комбінації дій вітрових та рухомих навантажень

(1) У разі одночасної дії вітру та рухомих навантажень, граничне значення F_w^* можна визначити для сили вітру, $\psi_0 F_{wk}$, як супутньої дії у комбінації з моделлю навантаження 1 чи з пов'язаною групою навантажень $gr1a$.

Примітка. Граничне значення вітрової дії, яка є супутньою до дій від дорожнього руху, наведено в EN 1991-1-4.

(2) Вітрові дії не поєднують із:

– силами гальмування та прискорення чи відцентровими силами або пов'язаною з ними групою навантажень gr_2 ;

– навантаженнями на пішохідні та велосипедні доріжки або з пов'язаною з ними групою навантажень gr_3 ;

– навантаженням від натовпу (модель навантаження 4) або з пов'язаною з ним групою навантажень gr_4 .

A.2.7.4.5 Комбінації вітрових та теплових дій

(1) Вітрові та теплові дії враховують як одночасні, якщо інше не зазначено стосовно місцевих кліматичних умов.

Примітка. Комбінаційні правила щодо вітрових і теплових дій, застосовні до місцевих кліматичних умов, може бути встановлено в Національному додатку.

A.2.7.4.6 Комбінації снігових та рухомих навантажень

(1) За винятком критих мостових переходів, снігові навантаження не поєднують із:

– моделями навантажень 1 та 2 або з відповідними їм групами навантажень gr_{1a} та gr_{1b} , якщо інше не зазначено для конкретних географічних зон;

– силами гальмування та прискорення чи відцентровими силами або пов'язаною з ними групою навантажень gr_2 ;

– навантаженнями на пішохідні та велосипедні доріжки або пов'язаною з ними групою навантажень gr_3 ;

– навантаженням від натовпу (модель навантаження 4) або пов'язаною з ним групою навантажень gr_4 .

Примітка 1. Географічні зони, для яких снігові навантаження поєднують із групами навантажень gr_{1a} та gr_{1b} у комбінаціях дій, може бути встановлено в Національному додатку.

Примітка 2. Комбінації дій від снігового та рухомого навантажень для критих мостових переходів може бути встановлено в Національному додатку.

A.2.7.5 Комбінаційні правила для пішохідних мостів

A.2.7.5.1 Загальні положення

(1) Комбінації дій для пішохідних мостів розраховують, використовуючи коефіцієнти комбінації, ψ , які визначено в 6.1.2.3(3).

Примітка 1. Значення коефіцієнта комбінації, ψ , для пішохідних мостів наведено в таблиці A.2.8 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 2. Поняття «пішохідні мости» охоплює мости, призначені здебільшого для сприймання рухомих навантажень на велосипедні доріжки.

Таблиця A.2.8 (NDP) – Коефіцієнти комбінації для пішохідних мостів

Дія	Познака	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Рухомі навантаження ^a (див. таблицю 7.1 EN 1991-2)	gr1	0,40	0,40	0
	gr2	0,40	0,40	0
	gr3 ^b	0,40	0,40	0
Сили вітру ^{c,h}	F_{Wk}	0,3	0,2	0
Теплові дії ^c	T_k	0,6 ^g	0,6	0,5
Снігові навантаження	$Q_{Sn,k}$			
	Усталені розрахункові ситуації ^d	0	0	0
	Виконання (конструкцій) ^f	0,8	—	—
Дії води		e	e	e
Дії під час зведення ^f	Q_c	1,0	—	1,0

Кінець таблиці A.2.8

Дія	Познака	ψ_0	ψ_1	ψ_2
^a Щодо сфери застосування значень дій від дорожнього руху на пішохідних мостах див. A.2.7.5.1(1), примітку 2, ^b Щодо комбінацій, які охоплюють зосереджене навантаження, Q_{fwb} , див. A.2.7.5.2. ^c Щодо комбінацій вітрових і теплових дій див. A.2.7.5.3. ^d Щодо комбінацій снігових та рухомих навантажень див. A.2.7.5.4. ^e Щодо комбінацій, які охоплюють дії води, хвиль та течій, див. A.2.7.3.4. ^f Комбінаційні правила, застосовні під час виконання конструкцій, див. в A.2.7.9. ^g Критерії, згідно з якими можна не враховувати теплові дії у граничних станах за несною здатністю, наведено в інших Єврокодах. ^h Щодо комбінацій, які охоплюють обледеніння внаслідок атмосферних впливів, див. в A.2.7.3.5.				

A.2.7.5.2 Комбінації, що охоплюють зосереджені рухомі навантаження

(1) Характеристичне значення зосередженого навантаження на пішохідний міст, Q_{fwb} , та пов'язану з ним групу навантажень $gr3$ не поєднують з іншими змінними діями, які не спричинено дорожнім рухом.

A.2.7.5.3 Комбінації вітрових і теплових дій

(1) Вітрові та теплові дії враховують як одночасні, якщо інше не зазначено стосовно місцевих кліматичних умов.

Примітка. Комбінаційні правила щодо вітрових і теплових дій, застосовні до місцевих кліматичних умов, може бути встановлено в Національному додатку.

A.2.7.5.4 Комбінацій снігових та рухомих навантажень

(1) За винятком критих мостових переходів, снігові навантаження не поєднують із групами навантажень $gr1$, $gr2$ та $gr3$ у разі пішохідних

мостів, якщо інше не зазначено для конкретних географічних зон та конкретних типів пішохідних мостів.

Примітка 1. Географічні зони та конкретні типи пішохідних мостів, для яких снігове навантаження поєднують із групами навантажень gr_1 , gr_2 та gr_3 у комбінаціях дій, може бути встановлено в Національному додатку.

Примітка 2. Комбінації дій, що охоплюють снігові та рухомі навантаження на криті пішохідні мости, може бути встановлено в Національному додатку.

A.2.7.6 Комбінаційні правила для залізничних мостів

A.2.7.6.1 Загальні положення

(1) Комбінації дій для залізничних мостів розраховують, використовуючи коефіцієнти комбінації, ψ , які визначено в 6.1.2.3(3).

Примітка. Значення коефіцієнта комбінації, ψ , для залізничних мостів наведено в таблиці A.2.9 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Таблиця А.2.9 (NDP) – Коефіцієнти комбінації для залізничних мостів

Дія ^p		ψ_0	ψ_1	ψ_2^a
Окремі дії у складі рухомого навантаження ^{d,e,g}	LM 71 ^o	0,80	b	0 чи 0,3 ^q
	SW/0 ^o	0,80	b	0
	SW/2 ^h	0	1,00	0
	Порожній потяг ^g	1,00	–	–
	HSLM	1,00	1,00	0
	Зчеплення та гальмування ^o	До окремих дій у складі рухомих навантажень у розрахункових ситуаціях, в яких рухомі навантаження розглядають не як групи навантажень, а як одну (багатовекторну) провідну дію, застосовують ті самі значення коефіцієнтів ψ , які прийнято для відповідних вертикальних навантажень		
	Відцентрові сили ^o			
	Сили взаємодії внаслідок деформації за умов вертикальних рухомих навантажень			
	Поперечні навантаження від коліс	1,00	0,80	0
	Навантаження на службові проходи	0,80	0,50	0
	Навантаження від рухомого складу	1,00	1,00	0
	Горизонтальний тиск на ґрунт внаслідок додаткового рухомого навантаження	0,80	b	0
	Аеродинамічні ефекти	0,80	0,50	0

Продовження таблиці А.2.9

Дія ^p		ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂ ^a	
	gr11 (LM71+SW/0)	0,80	0,80	0	Сили максимальні вертикальні 1 із максимальними поздовжніми
	gr12 (LM71 + SW/0)				Сили максимальні вертикальні 2 із максимальними поперечними
	gr13 (гальмування/ зчеплення)				Максимальні поздовжні сили
	gr14 (відцентрові сили/поперечні навантаження від коліс)				Максимальні поперечні сили
	gr15 (порожній потяг)				Бічна стійкість за умов «порожнього потягу»
	gr16 (SW/2)				SW/2 із максимальними поздовжніми силами

Продовження таблиці А.2.9

Дія ^p			ψ_0	ψ_1	ψ_2^a
Основні дії у складі рухомого навантаження ^{c,g,h} (групи навантажень)	gr17 (SW/2)	SW/2 із максимальними поперечними силами			
	gr21 (LM71+SW/0)	Сили максимальні вертикальні 1 із максимальними поздовжніми	0,80	0,70	0
	gr22 (LM71+SW/0)	Сили максимальні вертикальні 2 із максимальними поперечними			
	gr23 (гальмування/зчеплення)	Максимальні поздовжні сили			
	gr24 (відцентрові сили/поперечні навантаження від коліс)	Максимальні поперечні сили			
	gr26 (SW/2)	SW/2 із максимальними поздовжніми силами			
	gr27 (SW2)	SW/2 із максимальними поперечними силами			
	gr31 (LM71+SW/0)	Додаткові сполучення навантажень	0,80	0,60	0

Продовження таблиці А.2.9

Дія ^p		ψ_0	ψ_1	ψ_2^a
Інші дії, пов'язані з експлуатацією	Аеродинамічні ефекти ⁱ	0,80	0,50	0
	Загальне навантаження від службових проходів під час технічного обслуговування	0,80	0,50	0
Сили вітру ^{f,g,h,i}	F_{Wk}	0,75	0,50	0
	F_w^{**}	1,00	0	0
Теплові дії	T_k	0,60 ^{m,n}	0,60	0,50
Снігові навантаження	$Q_{Sn,k}$			
	Усталені розрахункові ситуації ^k	0	0	0
	Виконання (конструкцій) ^l	0,8	–	–
Дії води		j	j	j
Дій під час зведення ^l	Q_c	1,0	–	1,0

^a Якщо в усталених та перехідних розрахункових ситуаціях розглядають деформацію, то для дій від залізничного руху значення ψ_2 приймають таке, що дорівнює 1,0.

^b Значення ψ_1 для LM71 та SW/0, якщо їх розглядають як окремі складові дії, становить:

- 0,8 у разі завантаження лише 1 доріжки/колій;
- 0,7 у разі одночасного завантаження 2 доріжок/колій;
- 0,6 у разі одночасного завантаження 3 та більше доріжок/колій.

^c Щодо визначення груп навантажень див. А.2.7.6.2(1).

^d Щодо окремих дій у складі рухомих навантажень див. А.2.7.6.2(2).

^e Щодо комбінацій окремих складових дій див. А.2.7.6.2(3).

^f Щодо граничних значень вітрових дій, супровідних щодо рухомого навантаження, див. А.2.7.6.3(1).

^g Щодо комбінацій вітрових дій та рухомих навантажень див. А.2.7.6.3(2).

^h Щодо комбінацій вітрових дій та рухомих навантажень див. А.2.7.6.3(3).

ⁱ Щодо комбінацій вітрових дій та аеродинамічних ефектів див. А.2.7.6.3(4) та А.2.7.6.3(5).

^j Щодо комбінацій, які охоплюють дії води, хвиль та течій, див. А.2.7.3.4.

^k Щодо комбінацій снігового та рухомого навантажень див. А.2.7.6.4.

^l Щодо комбінаційних правил, застосованих під час виконання конструкцій, див. А.2.7.9.

^m Щодо комбінації, призначених для перевіряння взаємодії колії та моста, див. 8.5.4 EN 1991-2.

Кінець таблиці A.2.9

Дія ^p	ψ_0	ψ_1	ψ_2^a
ⁿ Критерії, згідно з якими можна не враховувати теплові дії в граничних станах за несною здатністю, наведено в інших Єврокодах. ^o Мінімальне сприятливе вертикальне навантаження, що виникає одночасно з окремими діями у складі навантаження від залізничного руху (наприклад, відцентрове, зчеплення/гальмування) становить $0,5 \times LM71$ або $0,5 \times SW/0$. Див. таблицю 8.15 в EN 1991-2. ^p Щодо комбінацій дій, які охоплюють обледеніння внаслідок атмосферних впливів, див. A.2.7.3.5. ^q Значення ψ_2 для LM71 приймають таке, що дорівнює 0, за винятком сейсмічних розрахункових ситуацій у разі мостів класу CC3 (для яких передбачено складні умови руху). Див. також EN 1998 (усі частини).			

A.2.7.6.2 Комбінації дій, які охоплюють рухомі навантаження

(1) Для залізничних мостів використовують групи навантажень, які визначено в 8.8.2 та таблиці 8.15 EN 1991-2. До однієї групи навантажень застосовують індивідуальне значення ψ , приймаючи його таким, що дорівнює значенню ψ , яке застосовують до головного компонента групи.

(2) Якщо для визначення рухомого навантаження від залізничного транспорту групи навантажень не використовують, то ці навантаження від залізничного транспорту розглядають як одну різноспрямовану змінну дію з окремими складовими діями рухомого навантаження, які приймають як максимально несприятливі та мінімально сприятливі значення, залежно від обставин.

(3) У відповідних ситуаціях, для залізничних мостів враховують комбінації окремих дій від дорожнього руху (включно з їх окремими складовими).

Примітка. Приклади ситуацій, в яких може бути доцільно розглянути окремі дії у складі рухомого навантаження: розрахунок опорних частин; визначення величини максимального поперечного та мінімального вертикального рухомих

навантажень; обмеження переміщень опорних частин; максимальні ефекти від перекидання берегових опор (зокрема, стосовно нерозрізних мостів) тощо.

A.2.7.6.3 Комбінації вітрових дій та рухомих навантажень

(1) У разі одночасної дії вітру та рухомих навантажень, граничне значення F_w^{**} можна визначити для сили вітру, $\psi_0 F_{wk}$, як супутньої дії у комбінації з рухомими навантаженнями.

Примітка. Граничне значення вітрової дії, яка є супровідною щодо дій від дорожнього руху, наведено в EN 1991-1-4.

(2) Комбінації дій, які має бути враховано у разі одночасної дії вітру та рухомого навантаження, охоплюють:

– вертикальні дії від руху залізничного транспорту, разом із динамічним коефіцієнтом, горизонтальні дії від руху залізничного транспорту та сили вітру, причому кожен дію по черзі розглядають як провідну в комбінації;

– вертикальні дії від руху залізничного транспорту (за винятком динамічного коефіцієнта) та поперечні дії від руху залізничного транспорту, як за умов «порожнього потяга» згідно з 8.3.4, 8.5 та таблиці 8.15 EN 1991-2, з урахуванням сили вітру для перевіряння стійкості.

(3) Вітрову дію не поєднують із:

– групами навантажень gr11, gr21, gr13 та gr23 (максимальні поздовжні сили);

– моделлю навантаження SW/2 та пов'язаними з нею групами навантажень gr16, gr17, gr26, gr27.

(4) Дії, спричинені аеродинамічними ефектами від руху залізничного транспорту (див. 8.6 EN 1991-2) та дії вітру поєднують

разом у комбінації. Кожну дію розглядають окремо як провідну змінну дію.

(5) Якщо елемент конструкції не піддано безпосередньому впливу вітру, то дію q_{1k} , спричинену аеродинамічними ефектами, визначають для швидкостей потяга, збільшених з урахуванням швидкості вітру.

Примітка. Це положення може бути застосовано в разі вітрової дії уздовж руху потяга, але в протилежному напрямку.

A.2.7.6.4 Комбінації, що охоплюють снігове навантаження

(1) Снігове навантаження не враховують у жодній комбінації в усталених розрахункових ситуаціях чи в будь-якій перехідній розрахунковій ситуації стосовно завершеного будівництвом моста, якщо інших вимог не зазначено для конкретних географічних зон та конкретних типів залізничних мостів компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Географічні зони та конкретні типи залізничних мостів, щодо яких у комбінаціях дій має бути враховано снігове навантаження, може бути встановлено в Національному додатку.

A.2.7.6.5 Комбінації для сейсмічних розрахункових ситуацій

(1) У сейсмічних розрахункових ситуаціях вважають завантаженою лише одну колію, а модель навантаження SW/2 можна не враховувати.

(2) Щодо сейсмічних розрахункових ситуацій дотримують вимоги, встановлені компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

A.2.7.7 Комбінаційні правила для мостів, що забезпечують рух як автомобільного, так і залізничного транспорту

(1) Стосовно мостів, по яких здійснюють рух як автомобільного, так і залізничного транспорту, комбінаційні правила, включно з відповідними комбінаціями для перевіряння на втому, мають відповідати тим, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці правила, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. Загалом, може бути доцільно застосовувати відповідні значення ψ_0 тощо, до рухомих навантажень від залізничного та автомобільного транспорту, враховуючи їх як окремі змінні дії, розглядаючи кожну по черзі як провідну в комбінації.

Примітка 2. У разі проєктів спеціальних конструкцій та мостів із великими прогонами, наприклад, конструкцій вантових мостів, може виникнути потреба більш детального дослідження відповідних комбінацій дій від руху автомобільного та залізничного транспорту.

(2) У комбінаціях для перевіряння на втому враховують кількість циклів напружень, спричинених одночасними рухомими навантаженнями від автомобільного та залізничного транспорту.

A.2.7.8 Комбінації дій для аварійних розрахункових ситуацій

(1) Якщо потрібно врахувати дію в аварійній розрахунковій ситуації, то жодну іншу аварійну дію або дію вітру чи снігове навантаження в тій самій комбінації не враховують.

(2) В аварійній розрахунковій ситуації, що стосується (динамічного) впливу, спричиненого рухомим навантаженням від транспорту (автомобільного, залізничного чи водного), рухомі навантаження на міст враховують у комбінаціях як супутні дії, застосовуючи їх часто повторювані значення та значення ψ_1 , якщо

інше не зазначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Щодо дій, спричинених ударами транспортних засобів під мостом, див. EN 1991-1-7. Щодо дій, спричинених ударами транспортних засобів по плиті проїзної частини, див. EN 1991-2.

(3) Конструкційні частини моста, до яких приєднують парапети чи пішохідні поручні, проєктують із таким розрахунком, щоб пластичні деформації парапетів чи пішохідних поручнів в аварійній розрахунковій ситуації відбувалися без пошкодження конструкції.

Примітка. Щодо аварійних дій на конструкційні елементи внаслідок сил від зіткнення із дорожніми обмежувальними системами та пішохідними парапетами див. 6.7.3.3 та 6.8 EN 1991-2.

(4) Для залізничних мостів, у разі аварійної розрахункової ситуації, яка стосується дій, спричинених потягом, що зійшов з рейок на мосту, рухомі навантаження від залізничного транспорту на інших коліях у комбінаціях враховують як супутні дії з їх комбінаційними значенням за використання ψ_0 , якщо інше не зазначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Для аварійних розрахункових ситуацій дії від удару залізничного транспорту, що рухається по мосту, включно з діями внаслідок сходження з рейок, визначено в 8.7 EN 1991-2.

(5) Аварійні розрахункові ситуації, які охоплюють дії від зіткнення суден з мостами, визначають згідно з вимогами, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Щодо дій від зіткнення судна див. EN 1991-1-7.

(6) Додаткові комбінації дій для інших аварійних розрахункових ситуацій (наприклад, комбінації дій від автомобільного чи залізничного транспорту з діями від лавин, повеней чи розмивів) мають відповідати вимогам, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проекту відповідні сторони-учасники.

(7) Якщо в аварійних ситуаціях одну чи кілька змінних дій потрібно розглядати як одночасну з аварійною дією, то їхні репрезентативні значення приймають згідно з тими, які визначено компетентним органом влади, або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проекту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Прикладом аварійної ситуації є випадкове падіння збірного елемента під час виконання конструкції, див. А.2.7.9(7).

А.2.7.9 Комбінаційні правила, застосовні до дій під час виконання конструкції

(1) Під час виконання конструкції потрібно враховувати застосовні розрахункові ситуації.

Примітка. Щодо дій під час виконання конструкцій див. EN 1991-1-6.

(2) У разі поетапного введення в експлуатацію моста потрібно враховувати застосовні розрахункові ситуації.

(3) Якщо доцільно, окремі дії під час зведення враховують як одночасні у відповідних комбінаціях дій.

Примітка. Якщо дії під час зведення не можуть відбуватися одночасно внаслідок упровадження заходів контролювання, то їх не потрібно враховувати у застосовних комбінаціях як одночасні дії.

(4) Снігові навантаження та вітрові дії не розглядають як одночасні разом із навантаженнями, що виникають внаслідок будівельної діяльності (тобто навантаженнями, спричиненими персоналом під час роботи), якщо інше не визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці навантаження, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. Для конкретного проєкту може бути доцільно узгодити вимоги щодо снігового навантаження та вітрової дії, які має бути враховано як одночасні з іншими діями під час зведення (наприклад, діями, спричиненими важким обладнанням чи кранами) під час певних перехідних розрахункових ситуацій.

Примітка 2. Характеристичні значення снігового навантаження та вітрової дії під час виконання конструкцій визначено в EN 1991-1-6.

(5) Якщо доцільно, теплові дії та дії води розглядають як одночасні разом із діями під час зведення. Якщо застосовно, під час визначення відповідних комбінацій, в яких охоплено дії під час зведення, враховують різні параметри, пов'язані з діями води, та компоненти теплових дій.

(6) Якщо для забезпечення стійкості під час виконання конструкції використовують противагу, то змінюваність її характеристик може бути враховано, дотримуючи правил, одного чи обох із наведених нижче, або визначених компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено ці правила, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники, зокрема:

– розглядаючи противагу як сприятливий ефект за використання часткового коефіцієнта, $\gamma_{G,fav}$, якщо її власну вагу не визначено точно (наприклад, щодо контейнерів);

– розглядаючи змінення її зазначеного в проєкті положення, яке визначають пропорційно до розмірів моста, якщо величину противаги встановлено точно.

Примітка. Наприклад, для мостів під час опускання конструкції значення варіації положення противаги часто приймають як таке, що дорівнює ± 1 м.

(7) На етапах виконання конструкцій, під час яких існує ймовірність втрати статичної рівноваги за умов аварійної розрахункової ситуації, всі дії під час зведення розглядають як супутні змінні дії, застосовуючи їхні квазіпостійні значення, причому не враховуючи жодних інших змінних дій.

Примітка. Наприклад, у разі будівництва мостів методом консолей певні дії під час зведення можна розглядати як одночасні разом із діями, що відповідають випадковому падінню збірного елемента.

А.2.7.10 Комбінаційні правила для мостів на об'єднаних берегових опорах

(1) Має бути враховано ефекти закріплення цілісної прогонової будови, яка зазнає прикладених переміщень.

Примітка 1. Ефекти закріплення від прикладених переміщень залежать від конфігурації конструкції. Наприклад, ефекти закріплення може бути використано в таких ситуаціях: у разі суцільних з'єднань між опорною конструкцією та прогоною будовою, за бічної взаємодії «ґрунт-конструкція», взаємодії «колія-міст», попереднього напруження тощо.

Примітка 2. Прикладені переміщення може бути спричинено поздовжніми діями, наприклад, від зчеплення та гальмування.

Примітка 3. Розширення чи стискання прогонової будови може відбуватися внаслідок впливів температури, усадки чи повзучості. Рекомендації щодо матеріалів наведено в інших Єврокодах.

(2) Ефекти, спричинені тепловими діями, можна вилучити або не враховувати в граничному стані за несною здатністю, залежно від

придатності до деформування та умов, пов'язаних зі схемою перевірки.

Примітка 1. В інших Єврокодах наведено критерії, згідно з якими ефекти можливо вилучити або не враховувати.

Примітка 2. Зазвичай, ефекти підвищеного тиску ґрунту здебільшого не може бути вилучено.

(3) Вплив тиску ґрунту на об'єднані берегові опори моста розглядають з урахуванням впливу циклічних переміщень на тиск ґрунту та змінення тиску ґрунту з часом і за умов зміщення берегової опори.

Примітка. Рекомендації щодо інерційних ефектів ґрунту за береговими опорами для сейсмічних розрахункових ситуацій наведено в EN 1998-5.

(4) Властивості ґрунту визначають відповідно до EN 1997 (усі частини), застосовуючи до конструкції найбільш несприятливі ефекти.

Примітка 1. Взаємодія «ґрунт-конструкція» може бути сприятливою або несприятливою, залежно від навантаження, конструкційної системи та конструкційного елемента. Наприклад, у разі гальмівного навантаження взаємодія є сприятливою для прогонової будови, але несприятливою для кінцевої діафрагми, а підвищення температури є несприятливим як для прогонової будови, так і для захисного екрана.

Примітка 2. Різниця в жорсткості компонентів може вплинути на ефекти закріплення від переміщень. Наприклад, ефекти закріплення можуть посилюватися внаслідок різних властивостей матеріалу, відмінностей будівельних процесів, які було застосовано на різних етапах будівництва на протилежних кінцях моста.

(5) Рекомендовано, щоб характеристичне значення переміщення об'єднаної берегової опори не перевищувало значення D_{int} .

Примітка 1. Значення D_{int} становить ± 30 мм, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення.

Примітка 2. Переміщення внаслідок характеристичної теплової дії вважають характеристичним значенням теплового переміщення, якщо в Національному додатку не передбачено іншого підходу.

Примітка 3. Циклічні переміщення берегової опори спричиняють поступове переміщення забутки за береговою опорою, що з часом може призвести до осадки та збільшення тиску ґрунту, а це спричиняє збільшення сил, які діють на конструкцію. Ці ефекти збільшуються зі збільшенням діапазону переміщення.

(6) Заходи щодо контролювання чи зменшення наслідків осадки за об'єднаними береговими опорами визначають згідно з тими, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці заходи, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Наприклад, може бути забезпечено перехідні плити.

(7) Ефект повторюваного розширення та стискання, спричинений циклічними тепловими діями на мости на об'єднаних берегових опорах, можна представити як збільшений тиск ґрунту, прикладений до берегової опори.

Примітка. Поступове, з року в рік, збільшення тиску ґрунту відбувається внаслідок прикладеного циклічного стиснення та розширення, що спричиняє перерозподіл зернистих частинок ґрунту.

(8) До берегової опори застосовують певний діапазон значень тиску ґрунту з урахуванням розвитку збільшеного тиску ґрунту впродовж повторюваних циклів переміщення та напрямків зміщення берегової опори (розширення досередини забутки чи стиснення та віддалення від забутки).

(9) Враховують найбільш несприятливі комбінації збільшеного тиску ґрунту, додаткового навантаження та поздовжніх навантажень.

Примітка. Комбінаційні правила, в яких детально описують підхід щодо розгляду рухомих навантажень та гальмівного навантаження у комбінації зі збільшеним тиском ґрунту, може бути встановлено в Національному додатку.

(10) Якщо тиск ґрунту за підпірною стінкою використовують для сприймання змінних поздовжніх навантажень, то тиск ґрунту визначають на основі переміщення берегової опори, включно зі сполученням навантажень на початку строку експлуатації моста до виникнення перенапружень забутовки внаслідок накопичення деформацій.

Примітка. Методи визначення величини переміщень для використання заданої частки пасивного опору наведено в EN 1997-3.

A.2.8 Часткові коефіцієнти для граничних станів за несною здатністю (ULS)

(1) Відповідність вимогам щодо граничних станів за несною здатністю перевіряють, використовуючи часткові коефіцієнти, γ_F , застосовні до дій, або γ_E , застосовні до ефектів дій, згідно з 8.3.

Примітка 1. У таблиці A.2.10 (NDP) наведено значення часткових коефіцієнтів, γ_F , для усталених та перехідних розрахункових ситуацій, якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 2. У таблиці A.2.10 (NDP) наведено значення часткових коефіцієнтів, γ_E , для усталених та перехідних розрахункових ситуацій для відповідних геотехнічних схем перевірки, якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 3. У таблиці A.2.11 (NDP) наведено значення k_F для різних класів наслідків згідно з таблицею A.2.10 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 4. Щодо втоми див. 8.3.3.6.

(2) Значення часткових коефіцієнтів, γ_F , що застосовують до несприятливих дій чи ефектів дій, має становити щонайменше 1,0.

(3) У разі використання формул (8.13b) та (8.14b) значення $\xi_{\gamma G}$ має становити щонайменше 1,0.

(4) Відповідність вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, які охоплюють конструкційний опір, перевіряють, використовуючи часткові коефіцієнти для схеми перевірки VC1.

(5) Якщо варіації величини чи просторові варіації постійних дій, що походять від одної і тої самої первопричини, є суттєвими, то відповідність вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, які охоплюють втрату статичної рівноваги, перевіряють за допомогою часткових коефіцієнтів для схем перевірки VC2(a) та VC2(b), застосовуючи будь-який з них, що дає найменш сприятливий результат розрахунку.

(6) Перевірку за схемою VC2(b) можна не виконувати, якщо очевидно, що перевіряння за схемою VC2(a) є визначальним для результатів розрахунку.

(7) Відповідність вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, умовами яких передбачено втрату несної здатності ґрунту, перевіряють, використовуючи часткові коефіцієнти для схем перевірки VC1, VC2, VC3 та VC4 згідно з EN 1997-1.

Примітка. Рекомендації щодо використання схем перевірки для різних геотехнічних конструкцій наведено в EN 1997 (усі частини).

(8) Часткові коефіцієнти для дій, які не охоплено сферою застосування EN 1991 (усі частини), приймають згідно з тими, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці коефіцієнти, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(9) Якщо застосовне значення, γ_p , для зусиль попереднього напруження не визначено в інших Єврокодах, тоді значення γ_p приймають таке, як визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено цього значення, то його мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники; див. 6.1.3.1.

(10) Частковий коефіцієнт, $\gamma_{G,Set}$, можна застосовувати до ефектів осадки (та інших типів переміщень фундаменту), які спричинено у конструкції, за використання $C_{d,SLS}$, граничного розрахункового значення критерію експлуатаційної придатності, пов'язаного з переміщеннями фундаменту, згідно з A.2.9.5.

(11) Якщо розрахункове значення дії води не отримують застосуванням часткового коефіцієнта до репрезентативного значення дії води, то спосіб його отримання визначають згідно з тим, який визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено цей спосіб, то його мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники згідно з цим стандартом та, якщо застосовно, EN 1997-1.

Примітка. Згідно з EN 1997 (усі частини) допустимо безпосереднє оцінювання або застосування відхилів до репрезентативного рівня (води), наприклад, якщо рівень води має фізичну межу.

(12) Під час виконання конструкції, якщо будівельний процес відповідно контролюють для забезпечення потрібного рівня безпеки, частковий коефіцієнт для змінних дій під час зведення, використовуваний для перевіряння статичної рівноваги, може бути зменшено до значення, установленого компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено це значення, то його мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Наприклад, можна обрати значення $\gamma_Q = 1,35$ замість значення $\gamma_Q = 1,5$, що використовують для інших змінних дій.

Таблиця А.2.10 (NDP) – Часткові коефіцієнти, застосовні до дій та ефектів в усталених та перехідних (основних) розрахункових ситуаціях, для схем перевірки VC1–VC4 щодо мостів та відповідних геотехнічних конструкцій

Дія або ефект ^п				Часткові коефіцієнти γ_F та γ_E для схем перевірки				
Тип	Група	Позна-ка	Підсум-ковий ефект	Конструк-ційний опір	Комбінація конструкційного опору і статич-ної рівноваги/підйомної сили		Геотехнічне проєктування	
Схема перевірки				VC1 ^a	VC2(a) ^a	VC2(b) ^a	VC3 ^a	VC4 ^a
Постійна дія, G_k	Всі ^c	γ_G	Несприят-ливий/дестабілі-зуючий	$1,35k_F$	$1,35k_F$	1,0	1,0	G_k не врахо-вують
	Вода ^м	γ_{Gw}		$1,2k_F$	$1,2k_F$	1,0	1,0	
	Осад-ка ^о	$\gamma_{G,set}$		$1,2k_F^h$	$1,2k_F^h$	1,0	1,0	
	Всі ^c	$\gamma_{G,stb}$	Стабілізу-ючий ^d	Не засто-совно	$1,25^b$	1,0	Не засто-совно	
	Вода ^м	$\gamma_{Gw,stb}$			$1,0^b$	1,0		
	Всі ^c	$\gamma_{G,fav}$	Сприят-ливий ^e	1,0	1,0	1,0	1,0	
	Осад-ка ^о	$\gamma_{G,set,fav}$		0	0	0	0	0
Поперед-нє напру-ження, P_k		γ_{p^g}						

Продовження таблиці А.2.10

Дія або ефект ^п				Часткові коефіцієнти γ_F та γ_E для схем перевірки				
Тип	Група	Позна-ка	Підсум-ковий ефект	Конструкційний опір	Комбінація конструкційного опору і статичної рівноваги/підйомної сили		Геотехнічне проєктування	
Схема перевірки				VC1 ^a	VC2(a) ^a	VC2(b) ^a	VC3 ^a	VC4 ^a
Змінна дія, Q_k	Дорожній/пішохідний рух		Несприятливий	$1,35k_F$	$1,35k_F$	$1,35k_F$	1,15	$\gamma_{Q,red}^f$
	Залізничний рух (крім наведеного нижче) ⁱ			$1,45k_F$	$1,45k_F$	$1,45k_F$	1,25	
	SW/2, gr16, gr17 ^j			$1,2k_F$	$1,2k_F$	$1,2k_F$	1,0	
	Інші ^k	γ_Q		$1,5k_F$	$1,5k_F$	$1,5k_F$	1,3	
	Змінна дія води ^l	γ_{Qw}		$1,35k_F$	$1,35k_F$	$1,35k_F$	1,15	1,0
	Всі	$\gamma_{Q,fav}$	Сприятливий	0				
Ефекти дій, E		γ_E	Несприятливий	γ_E не застосовують				$1,35k_F$
		$\gamma_{E,fav}$	Сприятливий					1,0

Продовження таблиці А.2.10

Дія або ефект ^п				Часткові коефіцієнти γ_F та γ_E для схем перевірки				
Тип	Група	Позна-ка	Підсум-ковий ефект	Конструкційний опір	Комбінація конструкційного опору і статичної рівноваги/підйомної сили		Геотехнічне проєктування	
Схема перевірки				VC1 ^a	VC2(a) ^a	VC2(b) ^a	VC3 ^a	VC4 ^a
^a Щодо перевіряння з використанням схем перевірки VC1–VC4 див. А.2.7(4)–А.2.7(7). ^b Значення $\gamma_{G,stab} = 1,25$ ґрунтується на $1,35 \times \rho$, де $\rho = 0,925$. Значення $\gamma_{Gw,stab} = 1,0$ ґрунтується на $1,2 \times \rho$, де $\rho = 0,85$, див. 8.3.3.1. ^c Застосовне до всіх постійних дій, крім дій води та осадки, разом із власною вагою конструкційних елементів та неконструкційних елементів, баластом, ґрунтом, ґрунтовими водами та гравітаційною вологою, знімними навантаженнями тощо. ^d Застосовне до стабілізуючої частини дії, що походить з окремої первопричини. ^e Застосовне до дій, наслідки яких загалом є сприятливими й не залежать від несприятливої дії. ^f $\gamma_{Q,red} = \gamma_{Q,1}/\gamma_{G,1}$, де $\gamma_{Q,1}$ = значення, відповідне до γ_Q з VC1 та $\gamma_{G,1}$ = значення, відповідне до γ_G з VC1. ^g Щодо визначення γ_R див. інші відповідні Єврокоди, згідно з якими γ_R залежить від матеріалу. ^h Застосовне у разі лінійно-пружного розрахунку. У разі нелінійного розрахунку частковий коефіцієнт для врахування осадки збільшують до $1,35k_F$. Для розрахункових ситуацій, за умовами яких дії внаслідок нерівномірної осадки мають сприятливий ефект, ці дії не враховують, а частковий коефіцієнт приймають такий, що дорівнює 0. ⁱ Застосовне до рухомих дій від залізничного транспорту для груп навантажень gr11–gr31 (крім gr16, gr17, gr26 та gr27). Застосовне до моделей навантаження LM71, SW/0 та HSLM, а також звичайних потягів, якщо їх розглядають як окремі провідні дії внаслідок дорожнього руху. Застосовне до окремих компонентів дій внаслідок дорожнього руху, пов'язаних із моделями навантажень LM71, SW/0 та HSLM, а також звичайними потягами, у разі дій внаслідок руху залізничного транспорту, визначених для груп навантажень 26 та 27. ^j Застосовне до дій внаслідок руху залізничного транспорту для груп навантажень gr16 та gr17, а також SW/2. Застосовне до окремих компонентів дій внаслідок дорожнього руху, пов'язаних із SW/2, стосовно дій від руху залізничного транспорту в разі груп навантажень gr26 та gr27.								

Кінець таблиці A.2.10

Дія або ефект ^п				Часткові коефіцієнти γ_F та γ_E для схем перевірки				
Тип	Група	Позна-ка	Підсум-ковий ефект	Конструкційний опір	Комбінація конструкційного опору і статичної рівноваги/підйомної сили		Геотехнічне проєктування	
Схема перевірки				VC1 ^а	VC2(a) ^а	VC2(b) ^а	VC3 ^а	VC4 ^а
^к Застосовне до інших змінних дій (крім води), включно із невизначеними вище діями від дорожнього руху, змінним горизонтальним тиском від ґрунту, діями ґрунтових вод, гравітаційної вологи та баласту, із горизонтальним тиском ґрунту через перенавантаження від дорожнього руху, аеродинамічними діями від дорожнього руху, вітровими та тепловими діями, діями під час зведення тощо. ^і Для змінних дій води див. A.2.7.3.4. ^м Значення застосовують, лише якщо розрахункове значення постійної дії води отримано застосуванням часткового коефіцієнта до репрезентативного значення. Допустимо також безпосереднє визначення (за параметрами та характеристиками) та застосування відхилів від рівня (води). Див. A.2.8(11). ^п Критерії, згідно з якими теплові дії, дії внаслідок переміщення фундаменту чи повзучості та усадки можна зменшити або не враховувати в разі перевіряння відповідності вимогам щодо граничних станів за несною здатністю, наведено в інших Єврокодах. ^о Див. A.2.8(10).								

Таблиця A.2.11 (NDP) — Коефіцієнти для врахування наслідків руйнування мостів та пов'язаних із ними геотехнічних споруд

Клас наслідків, CC	Назва класу наслідків	Коефіцієнт для врахування наслідків руйнування, k_F
CC3 ^б	Високий (підвищеного рівня)	1,1
CC3 ^а	Високий (зниженого рівня)	1,0
CC2	Нормальний	1,0
CC1	Низький	0,9
^а Положення Єврокодів охоплюють правила проєктування для конструкцій, які віднесено до класів CC1–CC3, див. 4.3.		

A.2.9 Критерії експлуатаційної придатності

A.2.9.1 Загальні положення

(1) Для мостів може бути визначено додаткові критерії експлуатаційної придатності, крім зазначених в A.2.9.

Примітка. Мінімальні вимоги щодо додаткових граничних станів експлуатаційної придатності мостів може бути встановлено в Національному додатку.

(2) Додаткові критерії експлуатаційної придатності визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці критерії, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники згідно з 5.4.

(3) За потреби, граничні стани експлуатаційної придатності конструкцій під час їх виконання визначають згідно з цим стандартом та іншими застосовними Єврокодами.

(4) За дії характеристичної комбінації навантажень забезпечують умови, за яких жодна частина конструкції не перетинатиме межі визначеного габариту наближення конструкцій.

(5) Спричинені вітром коливання конструкцій та конструкційних елементів має бути перевірено згідно з EN 1991-1-4.

A.2.9.2 Критерії експлуатаційної придатності автодорожніх мостів

(1) Вимоги та критерії визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці вимоги та критерії, то їх мають узгодити щодо деформацій та коливань для автодорожніх мостів, якщо застосовно, відповідні сторони-учасники конкретного проєкту.

Примітка 1. Для визначення величини деформацій можна використовувати часто повторювану комбінацію дій.

Примітка 2. Коливання автодорожніх мостів можуть мати різне походження, зокрема, внаслідок дій від дорожнього руху та вітру. Щодо коливань, спричинених діями вітру, див. EN 1991-1-4. Стосовно коливань, спричинених діями внаслідок дорожнього руху, можна враховувати критерії комфортності. У разі розгляду втомлювальних дій може бути доцільно врахувати коливання автодорожнього моста.

Примітка 3. Може бути доцільно визначити межі деформацій, якщо надмірні деформації можуть:

- створювати загрози для дорожнього руху через надмірний поперечний ухил за умов обледеніння поверхні;
- впливати на динамічне навантаження моста внаслідок ударів коліс автотранспорту;
- впливати на динамічну поведінку конструкцій, спричиняючи дискомфорт для користувачів;
- призвести до утворення тріщин в асфальтовому покритті;
- негативно впливати на відведення води з мостового полотна.

A.2.9.3 Критерії експлуатаційної придатності пішохідних мостів

A.2.9.3.1 Підхід до визначення величини коливань, спричиненої рухом пішоходів

(1) Потрібно визначити величину спричинених людьми коливань для досягнення впевненості в тому, що коливання внаслідок пішохідного руху є прийнятними.

(2) Визначення величини спричинених людьми коливань можна не виконувати, якщо багаторічний досвід використання порівнянних мостів із подібним пішохідним рухом може свідчити про дотримання

вимог, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено цих вимог, то їх мали узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(3) Величину коливань, спричинених рухом пішоходів, визначають, якщо будь-яке відповідне значення частоти власних коливань моста перебуває на рівні критичних значень частоти власних коливань, які визначено в А.2.9.3.3.

Примітка. Для певних конструкцій, частота яких пов'язана з крутильними (поперечно-крутильними) чи комбінованими формами власних коливань, може бути застосовано інші граничні значення критичної частоти або критерії оцінювання.

(4) Щодо конструкцій, утримуваних вантами, конструкцій напружених стрічкових мостів (*stressed ribbon bridge*) та інших особливих конструкцій визначають величину спричиненого рухом пішоходів коливання, навіть якщо всі значення власних коливання виходять за межі критичних граничних значень власних коливань, визначених в А.2.9.3.3, якщо інше не зазначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(5) Рекомендовано встановити методи визначення величини коливань внаслідок руху пішоходів.

Примітка 1. Методи визначення величини коливань, спричинених рухом пішоходів, може бути встановлено в Національному додатку.

Примітка 2. Додаток Н містить рекомендації щодо допустимих граничних значень, які може бути використано для визначення величини коливань, спричинених рухом пішоходів.

Примітка 3. У додатку G EN 1991-2 викладено настанови щодо динамічного розрахунку коливань, спричинених рухом пішоходів.

A.2.9.3.2 Критерії комфортності для пішоходів

(1) Застосовні розрахункові ситуації, включно з відповідними рівнями комфорту та класами доріг, визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці ситуації, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. Сприйняття коливань є суб'єктивним, і відтак, різним у кожного пішохода. Тому допустимі межі вібрації залежать від місця розташування та типу користувача пішохідного моста.

Примітка 2. Додаток Н містить рекомендації щодо застосовних розрахункових ситуацій, рівнів комфорту та класів доріг.

Примітка 3. Масові скупчення людей (наприклад, під час спортивних заходів, демонстрацій, надзвичайних подій) не охоплено в рекомендаціях щодо моделей динамічного навантаження та рівнів комфорту, які наведено в додатку Н; якщо доцільно, їх може бути узгоджено окремо для граничного стану експлуатаційної придатності або як розрахункові ситуації для граничного стану за несною здатністю.

(2) Динамічні дії, спричинені рухом велосипедистів, можна вважати несуттєвими порівняно з діями, які спричинено пішоходами та бігунами.

(3) Умисне збурення розглядають як аварійну розрахункову ситуацію в ULS.

Примітка. У конструкціях зростає загасання енергії коливань, пов'язане зі збільшенням амплітуди коливань, і люди втрачають зосередженість та силу, щоб збурювати міст упродовж періоду часу тривалішого, ніж це потрібно для впливання на опір втомі будівельного матеріалу. Умисне збурення припиняється, якщо амплітуда не збільшується протягом певного часу, або якщо в людей не залишилося сил для збурення моста.

A.2.9.3.3 Критичний діапазон власної частоти

(1) Критерії комфортності, пов'язані з впливами на пішоходів, перевіряють стосовно вертикальних та поздовжніх коливань, якщо відповідні значення власної частоти конструкції моста перебувають у заданих критичних межах діапазону власних частот.

Примітка 1. Критичні граничні значення власної частоти становлять 1,25 Гц та 2,3 Гц, якщо в Національному додатку не вказано інших значень.

Примітка 2. Для рекомендованих критичних граничних значень власної частоти застосовний до навантаження понижувальний коефіцієнт, ψ_w , приймають згідно з таблицею G.2 EN 1991-2.

(2) Якщо міст є особливо чутливим до збурення, виконують перевіряння за критеріями комфортності стосовно вертикальних і поздовжніх коливань, так само і в ситуації, якщо основна власна частота є нижчою ніж 4,6 Гц, згідно з вимогами, визначеними компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. У таких ситуаціях можуть виникнути неприйнятні коливання, спричинені гармонікою другого порядку за навантаження від пішоходів.

(3) Критерії комфортності, пов'язані зі збуренням внаслідок дій пішоходів, перевіряють стосовно бічних коливань чи коливань крутильної форми, якщо відповідні значення власної частоти моста перебувають у заданих критичних межах діапазону власних частот.

Примітка 1. Критичні граничні значення власної частоти становлять 0,5 Гц та 1,2 Гц, якщо в Національному додатку не вказано інших значень.

Примітка 2. Для рекомендованих критичних граничних значень власної частоти застосовний до навантаження понижувальний коефіцієнт, ψ_w , приймають згідно з таблицею G.2 EN 1991-2.

(4) Критерії комфортності, пов'язані зі збуренням внаслідок дій бігуна, перевіряють стосовно вертикальних коливань, якщо відповідні значення власної частоти моста перебувають в заданих критичних межах діапазону власних частот.

Примітка 1. Критичні граничні значення власної частоти становлять 1,9 Гц та 3,5 Гц, якщо в Національному додатку не вказано інших значень.

Примітка 2. Для рекомендованих критичних граничних значень власної частоти застосовний до навантаження понижувальний коефіцієнт, ψ_j , приймають згідно з таблицею G.3 EN 1991-2.

Примітка 3. Модель навантаження у разі дій бігуна може передбачати дуже несприятливі наслідки, що не становить систематичної вимоги. Дуже часто тривалість пересування бігуна пішохідним мостом є відносно короткою і не залишає достатньо часу для розвитку явища резонансу. Крім того, будь-який резонанс, що виник, впливає на інших пішоходів упродовж доволі короткого періоду часу. Відтак, залежно від передбаченої призначеності моста, в таких ситуаціях збурення внаслідок дій бігуна буває доцільно не враховувати.

Примітка 4. Ситуація, пов'язана зі збуренням внаслідок дій бігуна, не охоплює такі виняткові події, як популярний марафонський забіг.

(5) Перевіряння відповідності вимогам щодо граничного стану за несною здатністю в разі умисного збурення виконують стосовно вертикальних коливань, якщо відповідні значення власної частоти моста перебувають у межах від 1,7 Гц до 3,0 Гц, якщо інше не визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

A.2.9.3.4 Гасії коливань

(1) Потенційну потребу щодо гасіїв коливань визначають згідно з вимогами, встановленими компетентним органом влади або ж, якщо

ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Існує невизначеність розрахованої реакції системи внаслідок невизначеності конструкційних властивостей, наприклад, щодо загасання енергії коливань, тому остаточне підтвердження динамічних характеристик іноді можливо отримати лише вимірюванням на виконаній конструкції та, якщо потрібно на цьому етапі, досягти за допомогою встановлення гасія коливань.

А.2.9.4 Критерії експлуатаційної придатності залізничних мостів

А.2.9.4.1 Загальні положення

(1) Під час проєктування нових залізничних мостів потрібно врахувати граничні значення деформації та коливань згідно з А.2.9.4.

Примітка 1. Надмірні деформації моста можуть створити загрози для дорожнього руху, спричиняючи неприйнятні зміни за вертикальними та горизонтальними геометричними параметрами колії, надмірні напруження в рейках та коливання в конструкціях моста. Надмірні коливання можуть призвести до нестабільності баласту та неприйнятного зменшення сил контактування залізничних коліс. Надмірні деформації також можуть вплинути на навантаження системи «колія-міст» і створити умови, що спричиняють дискомфорт для пасажирів.

Примітка 2. Граничні значення деформації та коливання зазначають чітко або приймають як припущення, встановлюючи критерії жорсткості моста згідно з А.2.9.4.1(2).

Примітка 3. Граничні значення деформації та коливань, які має бути враховано під час проєктування тимчасових залізничних мостів, може бути встановлено в Національному додатку.

Примітка 4. Спеціальні вимоги щодо тимчасових мостів, залежно від умов їх використання (наприклад, спеціальні вимоги щодо косих у плані мостів), може бути встановлено в Національному додатку.

(2) Для забезпечення дорожнього руху потрібно виконати перевіряння щодо деформацій моста за такими пунктами:

- вертикальні прискорення мостового полотна (щоб уникнути нестабільності баласту та неприйнятного зменшення сил контактування залізничних коліс, див. А.2.9.4.2.1);

- вертикальний прогин мостового полотна по кожному прогону (для забезпечення прийнятних вертикальних радіусів колії, комфортності для пасажирів та досягнення мінімального рівня жорсткості, щоб сприяти зменшенню майбутніх потреб технічного обслуговування, див. А.2.9.4.2.3(1) та А.2.9. 4.3.2);

- підймання нерозкріплених опорних частин (щоб уникнути їх передчасної відмови);

- вертикальний прогин кінцевої частини мостового полотна за межами опорних частин (щоб уникнути дестабілізації колії, обмежити дії підйомних сил на системи кріплення рейок та обмежити додаткові напруження в рейках, див. 8.5.4.5.2 EN 1991-2);

- скрученість мостового полотна, вимірюване вздовж центральної осі кожної колії на підходах до моста та по мосту (для зменшення ризику сходження з рейок потяга, див. А.2.9.4.2.2);

Примітка 1. В А.2.9.4.2.2 визначено сукупність критеріїв безпеки руху та комфортності пасажирів, які відповідають вимогам як щодо безпеки руху, так і щодо комфортності для пасажирів.

- повороти кожної з кінцевих частин мостового полотна навколо поперечної осі або відносний повний поворот сусідніх кінців мостового полотна (для обмеження додаткових напружень у рейках (див. 8.5.4 EN 1991-2), обмеження дій підйомних сил на системи кріплення рейок

та обмеження кутового розриву в розширювальних пристроях та перемикачах колій, див. А.2.9.4.2.3(2));

– поздовжнє зміщення кінцевої частини верхньої поверхні мостового полотна внаслідок поздовжнього зміщення та повороту кінця мостового полотна (щоб обмежити додаткові напруження в рейках та зменшити зрушення колійного баласту та прилеглої верхньої будови колії, див. 8.5.4.5.2 EN 1991-2);

– горизонтальний поперечний вигин (для забезпечення прийнятних радіусів колії по горизонталі, див. А.2.9.4.2.4, таблицю А.2.13);

– поворот мостового полотна по горизонталі відносно вертикальної осі на кінцевих частинах настилу (щоб забезпечити по горизонталі прийнятну геометричну форму колії та комфортність пасажирів, див. А.2.9.4.2.4 та таблицю А.2.13);

– обмеження для значення першої власної частоти поперечних коливань прогону, щоб уникнути виникнення резонансу бічного руху транспортних засобів на їхніх підвісках та мосту, див. А.2.9.4.2.4(4).

Примітка 2. В межах значень власної частоти моста, згідно з 8.4.4 EN 1991-2, є інші не явні критерії жорсткості, які під час визначення динамічних коефіцієнтів застосовують до звичайних потягів згідно з 8.4.6.4 EN 1991-2 та додатком С EN 1991-2.

(3) Перевіряння деформацій моста виконують для комфортності пасажирів, тобто перевіряють вертикальний прогин мостового полотна, щоб обмежити прискорення кузова вагона згідно з А.2.9.4.3.

Примітка. У граничних значеннях, які наведено в А.2.9.4.2 та А.2.9.4.3, враховано пом'якшувальні ефекти від технічного обслуговування колії (наприклад, для подолання наслідків осадки основ, повзучості тощо).

A.2.9.4.2 Критерії безпеки дорожнього руху

A.2.9.4.2.1 Вертикальне прискорення мостового полотна

(1) За потреби динамічного розрахунку має бути визначено найбільше пікове вертикальне прискорення мостового полотна внаслідок дій від руху залізничного транспорту в граничному стані експлуатаційної придатності, щоб запобігти нестабільності колії з міркувань безпеки дорожнього руху.

Примітка. Вимоги щодо визначення потреби динамічного розрахунку наведено в 8.4.4 EN 1991-2.

(2) У разі виконання динамічного розрахунку має бути дотримано вимог, які наведено в 8.4.6 EN 1991-2.

Примітка. Щодо характеристичних значень дій, застосовних до залізничного транспорту, див. 8.4.6.1 EN 1991-2.

(3) Потрібно, щоб максимальні пікові значення прискорення мостового полотна, розраховані вздовж кожної колії, не перевищували наведені нижче розрахункові значення:

– a_{bt} для колії з баластом,

– a_{df} для безбаластних колій, у разі колії та конструкційних елементів, які призначено для високошвидкісного руху,

які застосовують до всіх елементів, що безпосередньо сприймають навантаження від колії, з урахуванням частоти коливань (включно з відповідними формами коливань), не перевищуючи найбільшого з таких значень:

– 30 Гц;

– 1,5-кратну частоту коливань за основною формою стосовно розглядуваного елемента;

– частоту за третьою формою коливань елемента.

Примітка. Нижче наведено граничні значення максимальної величини пікового вертикального прискорення, якщо в Національному додатку не вказано інших значень:

– $a_{bt} = 3,5 \text{ м/с}^2$ в загальних ситуаціях;

– $a_{bt} = 5,0 \text{ м/с}^2$ для зони уздовж колії у разі відстані щонайбільше 2 шпали;

– $a_{df} = 5 \text{ м/с}^2$.

A.2.9.4.2.2 Скрученість мостового настилу

(1) Скрученість мостового полотна вздовж кожної колії має бути перевірено на підході до моста, по мосту та на з'їзді з моста (див. A.2.9.4.1(2)).

(2) Скрученість мостового полотна моста та на ділянках підходів до нього має бути обчислено за використання характеристичних значень у моделі навантаження 71, а також SW/0 або SW/2, якщо застосовно, помножуючи на Φ_{dyn} та α , а також за допомогою моделі навантаження HSLM та застосовних моделей «звичайних потягів», включно з відцентровими ефектами, дотримуючи вимог 8.3, 8.4, 8.5.1 та 8.8 EN 1991-2.

(3) Вимоги щодо методів перевіряння та/або прийнятих проєктних рішень для ділянок підходів до моста та перехідних зон мають відповідати тим, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(4) Рекомендовано, щоб максимальна величина скрученості t (мм/3 м) колії s_g (м) 1,435 м, виміряна на довжині 3 м (рисунок A.2.1), не перевищувала значень, наведених у таблиці A.2.12.

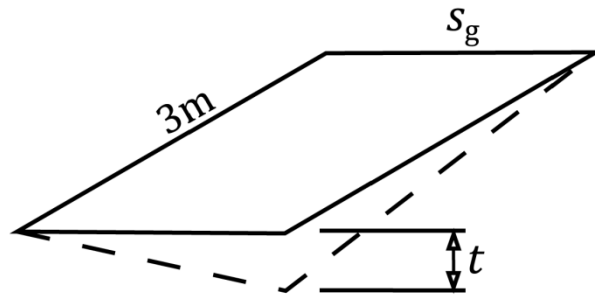


Рисунок А.2.1 – Визначення скрученості мостового настилу

Таблиця А.2.12 – Граничні значення скрученості мостового настилу

Швидкість потяга, V_T , км/год	Максимальна величина скрученості, t , мм/3 м
$V_T \leq 120$	$t \leq t_1$
$120 < V_T \leq 200$	$t \leq t_2$
$V_T > 200$	$t \leq t_3$

Примітка. Якщо в Національному додатку не наведено інших значень, включно зі значеннями для колій з іншою шириною, якщо застосовно, використовують наведені нижче граничні значення максимальної скрученості, t :

– $t_1 = 4,5$;

– $t_2 = 3,0$;

– $t_3 = 1,5$.

(5) Потрібно, щоб загальна скрученість колії внаслідок будь-якого наявного на ній кручення, якщо міст не піддано діям внаслідок руху залізничного транспорту (наприклад, на кривій перехідної зони), з урахуванням кручення колії через загальну деформацію моста внаслідок дії від руху залізничного транспорту, не перевищувала t_T .

Примітка. Значення t_T становить 7,5 мм/3 м, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення.

А.2.9.4.2.3 Вертикальна деформація мостового полотна

(1) Потрібно, щоб у разі всіх конфігурацій конструкцій, що сприймають навантаження за характеристичних комбінацій моделей навантаження 71 та SW/0, відповідно, помножуючи на динамічний коефіцієнт Φ_{dyn} та α , а також моделей HSLM та «звичайних потягів», разом із відцентровими ефектами згідно з 8.3, 8.4, 8.5.1 та 8.8 EN 1991-2, максимальний загальний вертикальний прогин, виміряний уздовж будь-якої колії, спричинений діями від руху залізничного транспорту, не перевищував $L/600$.

Примітка 1. Додаткові вимоги щодо обмеження вертикальної деформації для мостів може бути встановлено в Національному додатку.

Примітка 2. Додаткові обмеження щодо деформації кінцевих частин настилу моста наведено в 8.5.4.5.2 EN 1991-2.

(2) Може бути визначено мінімальні вимоги щодо граничних значень кутового повороту кінцевих частин мостового полотна (зазначених на рисунку А.2.2 як θ_1 , θ_2 та θ_3).

Примітка. Додаткові граничні значення кутових поворотів може бути встановлено в Національному додатку.

(3) Додаткові вимоги щодо граничних значень кутового повороту кінцевих частин мостового полотна визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проекту відповідні сторони-учасники.

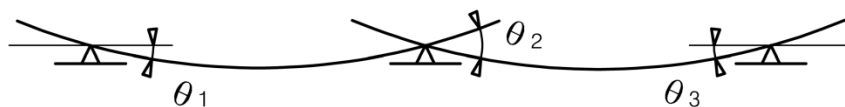


Рисунок А.2.2 – Визначення кутових поворотів на кінцевих частинах настилів

Примітка. Граничні значення вертикального зміщення кінцевих частин настилу моста за межами опорних частин наведено в 8.5.4.5.2 EN 1991-2.

A.2.9.4.2.4 Поперечна деформація та коливання мостового полотна

(1) Поперечну деформацію та коливання мостового полотна має бути перевірено з уведенням характеристичних комбінацій за моделями навантаження 71 та SW/0, відповідно, помножуючи на динамічний коефіцієнт Φ_{dyn} та α (або за моделлю «звичайний потяг» із відповідним динамічним коефіцієнтом, якщо застосовно), щодо вітрового навантаження, поперечних навантажень від коліс потягу, відцентрових сил відповідно до розділу 8 EN 1991-2, та ефекту від визначеного поперек моста перепаду температур на кінцевих ділянках.

(2) Поперечний вигин, δ_h , у верхній частині настилу рекомендовано обмежити так, щоб:

- горизонтальний кут повороту кінцевої частини мостового полотна відносно вертикальної осі не перевищував граничних значень від α_1 до α_3 , які наведено в таблиці A.2.13 (NDP); або

- зміна радіуса колії уздовж мостового полотна не перевищувала граничних значень від $r_{\text{tr}1}$ до $r_{\text{tr}3}$ (для одноярусних мостів) або від $r_{\text{tr}4}$ до $r_{\text{tr}6}$ (для багатоярусних мостів) згідно з таблицею A.2.13 (NDP); або

- на кінцевих ділянках мостового полотна перепад поперечного вигину між полотном та прилеглої верхньої будови колії або між прилеглими полотнами не перевищував граничного значення $\Delta\delta_h$.

Примітка 1. Поняття поперечного прогину, δ_h , охоплює деформацію полотна моста та опорних конструкцій (включно з проміжними опорами, палями та фундаментами).

Примітка 2. Граничні значення для α_1 – α_3 та r_{tr1} – r_{tr3} наведено в таблиці А.2.13 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 3. Значення максимального перепаду поперечного вигину, $\Delta\delta_h$, може бути встановлено в в Національному додатку.

(3) Зміну радіуса колії по полотну можна визначити за допомогою формули (А.2.1):

$$r_{rt} = \frac{L^2}{8\delta_h} \quad (\text{А.2.1})$$

Таблиця А.2.13 (NDP) – Максимальний горизонтальний поворот і максимальна зміна радіуса кривизни

Швидкість потяга, V_T км/год	Максимальний горизонтальний поворот, радіан	Максимальна зміна радіуса кривизни, м	
		Одноярусний міст	Багатоярусний міст
$V_T \leq 120$	$\alpha_1 = 0,003\ 5$	$r_{tr1} = 1\ 700$	$r_{tr4} = 3\ 500$
$120 < V_T \leq 200$	$\alpha_2 = 0,002\ 0$	$r_{tr2} = 6\ 000$	$r_{tr5} = 9\ 500$
$V_T > 200$	$\alpha_3 = 0,001\ 5$	$r_{tr3} = 14\ 000$	$r_{tr6} = 17\ 500$

(4) Рекомендовано, щоб основна власна частота поперечних коливань прогону не була меншою, ніж f_{h0} , у разі визначення її величини в кожному прогоні для визначення типу деформації мостового полотна з врахуванням опор як нерухомих, тобто не враховуючи поперечну гнучкість проміжних чи берегових опор.

Примітка. Значення f_{h0} становить 1,2 Гц, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення.

А.2.9.4.2.5 Поздовжнє переміщення мостового полотна

(1) Якщо залізничні рейки є безперервними і проходять поверх розривів опорної конструкції колії (наприклад, у разі розрізної

конструкції), то потрібно встановити межі поздовжнього переміщення мостового полотна.

Примітка 1. Граничні значення для поздовжнього переміщення кінцевих частин мостового полотна визначено в 8.5.4.5.2 EN 1991-2.

Примітка 2. Див. також А.2.9.4.2.3.

А.2.9.4.3 Критерії комфортності для пасажирів

А.2.9.4.3.1 Вертикальне прискорення

(1) Рівень комфорту для пасажирів та пов'язане з ним граничне значення вертикального прискорення визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. Граничні значення вертикального прискорення щодо різних рівнів комфорту пасажирів наведено в таблиці А.2.14.

Примітка 2. Комфортність для пасажирів залежить від вертикального прискорення, b_v , всередині вагона під час руху потяга на підході до моста, під час проїзду по мосту та з'їзду з нього.

Таблиця А.2.14 – Рівні комфорту та пов'язані з ними граничні значення вертикального прискорення

Рівень комфорту	Граничне значення вертикального прискорення, b_v, м/с²
Дуже хороший	1,0
Хороший	1,3
Прийнятний	2,0

(2) Вимоги щодо комфортності для пасажирів, застосовні до тимчасових мостів, визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади, або ж, якщо ним не визначено ці вимоги,

то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(3) Вертикальне прискорення, b_v , можна визначити методом динамічного розрахунку взаємодії транспортного засобу та моста (див. А.2.9.4.3.3).

(4) Для особливих конструкцій, наприклад, нерозрізних балок із широким діапазоном варіацій довжини прогонів, або у разі прогонів із суттєвою мінливістю характеристик жорсткості, виконують спеціальний динамічний розрахунок.

(5) Як альтернативний варіант, за винятком особливих конструкцій, для прогонів до 120 м щодо вертикального прискорення транспортного засобу може бути застосовано граничні значення, наведені в таблиці А.2.14, за допомогою обмеження максимального вертикального прогину, δ_v , уздовж центральної осі колії залізничних мостів (див. А.2.9.4.3.2).

А.2.9.4.3.2 Вертикальний прогин

(1) Якщо для вертикального прогину встановлюють граничні значення, щоб обмежити вертикальне прискорення, то вертикальні прогини, δ_v , визначають за допомогою моделі навантаження 71, помножуючи на коефіцієнт Φ_{dyn} та використовуючи значення $\alpha = 1$ згідно з розділом 8 EN 1991-2.

(2) Розглядаючи мости з двома чи більше коліями, вважають навантаженою лише одну колію.

3) Граничні значення вертикального прогину визначають згідно з рисунком А.2.3 за довжини прогону, L , у метрах, і модифікують, використовуючи наведені нижче пункти, щоб врахувати:

– швидкість потяга, V_T , км/год;

- кількість прогонів; та
- конфігурацію моста (проста балка, нерозрізна балка).

Примітка. Значення L/δ_v на рисунку A.2.3 наведено для зазначення послідовності простих балок у разі трьох чи більше прогонів.

(4) Коефіцієнти модифікації не застосовують до граничного значення $L/\delta_v = 600$.

(5) Для прогонів довших, ніж 120 м, виконують спеціальний розрахунок.

Примітка. Значення L/δ_v , наведені на рисунку A.2.3, застосовні у разі довжини прогону до 120 м.

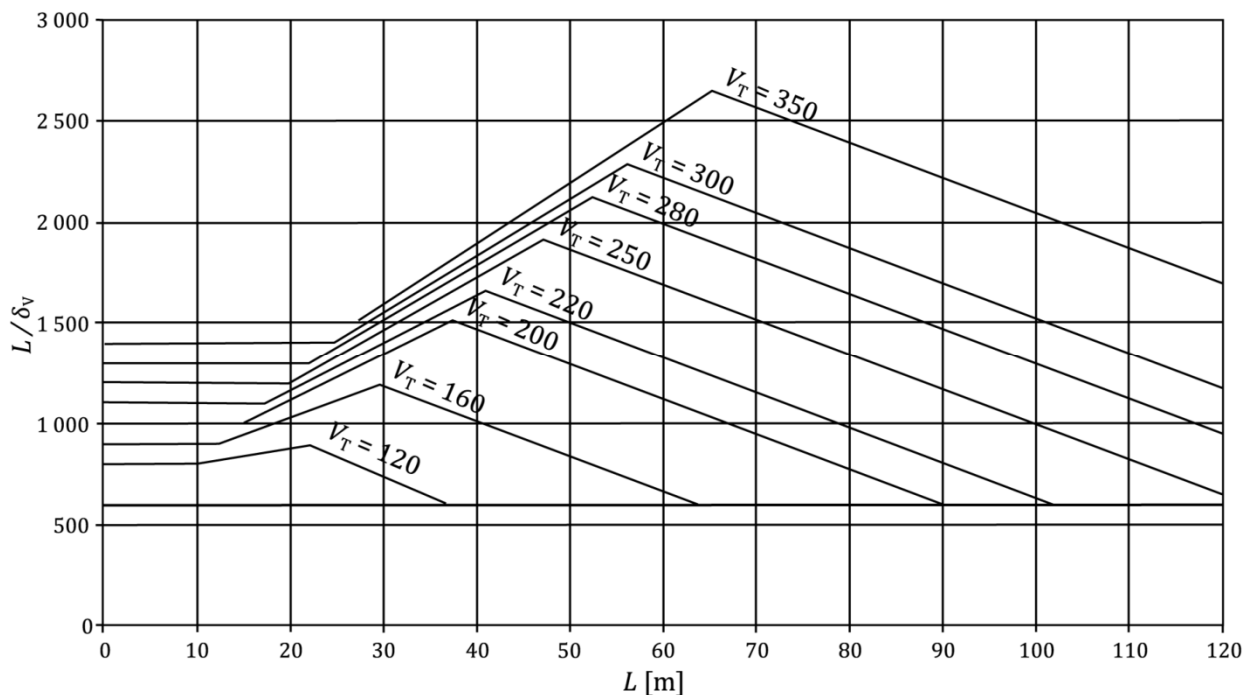


Рисунок A.2.3 – Максимально допустимий вертикальний прогин, δ_v , для залізничних мостів із трьома чи більше послідовними прогонами з простих балок, що відповідає допустимому вертикальному прискоренню $b_v = 1 \text{ м/с}^2$ у вагоні за швидкості V_T км/год

(6) Граничні значення вертикального прогину для отримання рівнів комфорту, крім «дуже хорошого», може бути модифіковано

діленням значень L/δ_v , наведених на рисунку А.2.3, на b'_v , м/с^2 , де b'_v – максимально допустиме вертикальне прискорення, що відповідає рівню комфорту згідно з таблицею А.2.14.

Примітка. Граничні значення L/δ_v на рисунку А.2.3 наведено для $b_v = 1,0 \text{ м/с}^2$, що можна прийняти в разі забезпечення «дуже хорошого» рівня комфорту.

(7) У разі моста, складеного з одного прогону чи з послідовності двох простих балок, або з двох нерозрізних прогонів, значення L/δ_v , наведені на рисунку А.2.3, помножують на 0,7.

(8) Щодо нерозрізних балок у разі трьох чи більше прогонів значення L/δ_v , наведені на рисунку А.2.3, помножують на 0,9.

А.2.9.4.3.3 Динамічний розрахунок взаємодії транспортного засобу та моста

(1) За потреби виконання розрахунку динамічної взаємодії транспортного засобу та моста враховують:

а) перелік значень швидкості транспортного засобу до досягнення вказаної максимальної швидкості;

б) характеристичне навантаження звичайних потягів, визначене для окремого проєкту згідно з 8.4.6.1.1 EN 1991-2;

с) динамічну взаємодію між масами транспортних засобів звичайного потягу та конструкції;

д) характеристики демпфування та жорсткості підвіски транспортного засобу;

е) достатню кількість транспортних засобів для досягнення максимального ефекту навантаження за найдовший проміжок часу;

f) достатню кількість прогонів у конструкції з кількома прогонами для розвитку будь-яких ефектів резонансу в підвісці транспортного засобу.

(2) Вимоги щодо врахування нерівності колії в динамічному розрахунку взаємодії транспортного засобу та моста визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

A.2.9.5 Переміщення фундаменту

(1) Під час проєктування моста потрібно обрати розрахункові значення критеріїв експлуатаційної придатності, $C_{d,SLS}$, стосовно переміщення фундаменту.

Примітка 1. Критерії експлуатаційної придатності стосовно переміщення фундаменту можуть охоплювати осадку, відносну (або диференціальну) осадку, поворот, нахил, відносний прогин, кутову деформацію, коефіцієнт прогину, горизонтальне зміщення та амплітуду коливань. Див. EN 1997-1.

Примітка 2. Граничні значення переміщення фундаменту може бути встановлено в Національному додатку.

(2) Ефекти переміщень фундаменту враховують, якщо вважають їх суттєвими порівняно з ефектами безпосередніх дій, чи згідно з правилами, які визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці правила, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Явища осадки змінюються з часом монотонно (в одному напрямку) і стають дієвими з моменту, коли вони спричиняють ефекти для конструкції (тобто після того, як конструкція чи її частина стають статично невизначуваними). Крім того, у залізобетонній конструкції чи конструкції з залізобетонними елементами може бути взаємодія між розвитком осадки та повзучістю залізобетонних елементів.

(3) Якщо конструкція є дуже чутливою до переміщень фундаменту, то величини цих переміщень визначають з урахуванням невизначеності.

(4) Нерівномірну осадку представляють у вигляді набору значень, що відповідають різницям (порівняно з базовим рівнем) між осадками окремих фундаментів або частин фундаментів, $d_{set,i}$ (де i – порядковий номер окремого фундаменту чи частини фундаменту).

(5) Значення різниці між осадками окремих фундаментів чи частин фундаментів, $d_{set,i}$, враховують як репрезентативні значення відповідно до EN 1997 (усі частини) за врахування відповідного процесу зведення конструкції.

Примітка. Методи визначення величини осадки та пов'язаної з нею невизначеності наведено в EN 1997 (усі частини).

(6) Дії та комбінації дій, які має бути враховано під час розрахунку осадки, визначають згідно з вимогами, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. У деяких ситуаціях може бути потрібно врахувати частину змінних дій, наприклад, спричинених дорожнім рухом.

(7) За відсутності заходів контролю постійну дію, якою представлено осадку, визначають так:

– для всіх окремих фундаментів або частин фундаментів приймають репрезентативні значення, $d_{set,i}$;

– два окремих фундаменти або частини окремого фундаменту, обрані з таким розрахунком, щоб отримати найбільш несприятливий ефект, обчислюють як $d_{set,i} \pm \Delta d_{set,i}$, де за допомогою $\Delta d_{set,i}$ враховують невизначеності, пов'язані з оцінюванням осадки.

A.2.10 Втома

(1) Частковий коефіцієнт, застосовний до втомлювальних дій, γ_{Ff} , використовують для перевіряння на втому.

Примітка. Значення γ_{Ff} дорівнює 1,0, якщо в Національному додатку не вказано інше значення.

(2) Конструкційні елементи, які розробляють за використання методу стійкості до пошкоджень щодо втомного руйнування, потрібно запроєктувати так, щоб уможливити нагляд за технічним станом та технічне обслуговування.

Примітка. Рекомендації, пов'язані з обранням матеріалів та застосуванням методу стійкості до пошкоджень щодо втомного руйнування, наведено в інших відповідних Єврокодах. Стосовно проєктування, що уможливорює нагляд за технічним станом та технічне обслуговування, див. також A.2.5.

A.2.11 Компоненти моста

A.2.11.1 Розтягнуті компоненти вантових мостів

(1) Розтягнуті компоненти вантових мостів мають відповідати вимогам EN 1993-1-11.

(2) Якщо вантовий міст споруджують, застосовуючи контролювання деформацій під час монтажу вант, то відповідні постійні дії, спричинені власною вагою, G , та попереднім напружуванням (попереднім деформуванням) у вантах, P , можна розглядати як взаємопов'язані, а до пов'язаних із G та P дій застосовувати один і той самий частковий коефіцієнт.

Примітка. Застосовні значення γ_G , які використовують також за умови $\gamma_P = \gamma_G$, наведено в таблиці A.2.10 (NDP). Див. також EN 1993-1-11.

(3) Якщо власну вагу, G , та попереднє напруження у вантах, P , вважають невзаємопов'язаними, то до дій, відповідних G та P , застосовують різні часткові коефіцієнти.

Примітка. Значення γ_F , застосовні у разі відсутності взаємозв'язку, наведено у відповідних частинах стандарту, пов'язаних з використанням матеріалу.

(4) Мінімальні вимоги щодо міцності елементів, призначених для з'єднання основних вант, підвісів чи вантових відтяжок з конструкцією, визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади, або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Міцність з'єднувальних елементів, що є нижчою за міцність основних вант, підвісів чи вантових відтяжок, може утворити слабе з'єднання та призвести до деформації та місцевої несправності елемента.

(5) Після завершення будівництва моста рекомендовано забезпечити можливість регулювання кожної опорної ванти, принаймні з одного з її кінців.

(6) Діапазон коригування визначають згідно з тим, який встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановленого цей діапазон, то його мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Діапазон коригування може охоплювати ефекти, такі, наприклад, як непередбачені відхили власної ваги, деформації внаслідок повзучості та усадки, геометричні недосконалості, нерівномірна осадка проміжних опор, тощо

(7) Рекомендовано, щоб усі призначені для мостів ванти/підвіси були замінними.

(8) Щодо кожної(-го) ванти/підвісу перевіряють ситуацію замінювання одної ванти/одного підвісу за раз.

(9) Зазначають дії, які має бути розглянуто в розрахунковій ситуації замінювання опорної ванти/одного підвісу.

Примітка. Дії, які має бути розглянуто в розрахунковій ситуації замінювання ванти/підвісу, може бути встановлено в Національному додатку.

(10) Втрату одної ванти/одного підвісу за аварійних умов перевіряють щодо кожної(-го) ванти/підвісу, разом із динамічними ефектами від розриву ванти/підвісу, згідно з EN 1993-1-11.

(11) Додаткові вимоги щодо втрати ванти/підвісу за аварійних умов визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Наприклад, залежно від відстані між вантами/підвісами, такі сценарії, як загоряння транспортного засобу чи наїзд транспортного засобу, можуть спричинити одночасну втрату більше ніж одної ванти/одного підвісу.

(12) Додаткові вимоги щодо аварійної ситуації, за умов якої загоряння транспортного засобу впливає на основну ванту підвісного моста, визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

A.2.11.2 Опорні частини

(1) Зусилля та переміщення опорних конструкцій, а також пов'язані з ними сили, розподілені опорними частинами на конструкцію, має бути визначено згідно з додатком G у несейсмічних розрахункових ситуаціях.

A.2.11.3 Протисейсмічні пристрої

(1) Протисейсмічні пристрої мають відповідати вимогам щодо проєктування, викладеним у EN 1998 (усі частини).

A.2.11.4 Деформаційні шви

A.2.11.4.1 Сфера застосування

(1) Положення A.2.11.4 використовують щодо деформаційних швів, які відповідають застосовним узгодженим технічним специфікаціям.

Примітка. У залізничних мостах, до яких не передбачено загального доступу, навантаження від руху транспортних засобів перерозподіляється через несучільності конструкції за допомогою рейок чи компенсаторів розширення рейок. Для утримання і обпирання колії та баласту по несучільностях конструкції може бути забезпечено деформаційні шви чи накладні пластини.

(2) Зусилля та переміщення, застосовні в разі визначення характеристик та розроблення деформаційних швів, визначають згідно з A.2.11.4.

(3) Ефекти від деформаційних швів, що впливають на конструкцію, визначають згідно з A.2.11.4.

A.2.11.4.2 Експлуатаційні характеристики

(1) Експлуатаційні характеристики деформаційних швів, потрібні для забезпечення сумісності з експлуатаційними характеристиками моста, визначають, використовуючи категорії, визначені в Європейській технічній специфікації на продукцію.

Примітка 1. Описи експлуатаційних характеристик виробу містять відповідні Європейські оцінювальні документи EAD (*European Assessment Document*). Від концептуального розташування конструкції залежать:

- придатність до переміщення;
- категорії користувачів;
- категорії дій;
- мінімальна та максимальна температури під час експлуатації;

- розрахунковий строк експлуатації (разом із передбаченими характеристиками втомної міцності);
- сейсмічна поведінка.

Примітка 2. Інші експлуатаційні характеристики, які безпосередньо не пов'язані з проектуванням конструкції, але застосовні до деформаційного шва, зокрема: ремонтпридатність, зручність для очищення, стійкість до зношування, водонепроникність, безпечність у разі пожежі, вивільнення небезпечних речовин, відповідність зазорів та рівнів, протиковзні властивості, придатність до водовідведення, захист від шуму, енергоощадність та довговічність.

A.2.11.4.3 Здатність до переміщення

(1) Потрібно визначити здатність до переміщення деформаційного шва.

(2) Здатність до переміщення визначають в ULS, якщо інше не зазначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено цієї вимоги, то її мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(3) Переміщення та повороти в місці встановлення деформаційного шва розраховують згідно з G.7.4, як для опорних частин.

Примітка. Переміщення та повороти можуть виникати внаслідок поведінки матеріалів та ефектів дій, включно з рухомими навантаженнями, тепловими діями, діями повзучості, усадки, осадки тощо.

(4) Здатність до переміщення визначають у поздовжньому, поперечному та вертикальному напрямках відносно спрямованості деформаційного шва.

Примітка 1. Якщо деформаційні шви встановлюють похило під кутом, то поздовжні переміщення мостового полотна спричинятимуть як поздовжні, так і поперечні переміщення деформаційного шва.

Примітка 2. В широких чи криволінійних в плані мостах може відбуватися взаємодія між поздовжніми переміщеннями моста та поперечними переміщеннями деформаційного шва.

Примітка 3. Якщо міст має нахил у поздовжньому чи поперечному напрямку, але опорні частини встановлені рівно, переміщення мостового полотна можуть призвести до змінення нахилу вздовж деформаційного шва та до ефективного вертикального зсуву вузла.

Примітка 4. Кутове переміщення кінцевої частини мостового полотна може збільшити переміщення, якого зазнає деформаційний шов, залежно від відстані між нейтральною віссю та вертикальним положенням деформаційного шва.

(5) Рекомендовано визначити здатність до кутового переміщення.

Примітка. Здатність до кутового переміщення може бути важливою експлуатаційною характеристикою деформаційного шва.

(6) Якщо під час замінювання опорних частин передбачено утримування деформаційного шва на місці встановлення, то рекомендовано визначити здатність деформаційного шва до вертикального переміщення, щоб додати допуск на підйом для моста у разі замінювання опорних частин (див. G.3.4) .

A.2.11.4.4 Дії, застосовні до деформаційного шва

(1) Потрібно визначити дії, застосовні до компенсатора теплового розширення (деформаційного шва).

Примітка. Відповідні Європейські оцінювальні документи EAD зазвичай містять експлуатаційні характеристики, визначені за категоріями користувачів та категоріями дій.

A.2.11.4.5 Вплив деформаційного шва на конструкцію

(1) З'єднання деформаційного шва та конструкції має бути розроблено з таким розрахунком, щоб забезпечити опір силам, які сприймає деформаційний шов.

(2) Конструкційні елементи, які підтримують деформаційний шов, потрібно запроєктувати так, щоб забезпечити опір діям, які передає деформаційний шов.

Примітка. Вимоги щодо додаткового коефіцієнта динамічності, застосовного в зонах поблизу деформаційних швів, викладено в 6.6.2(2) EN 1991-2.

(3) Конструкційні елементи моста, до яких передбачено приєднання деформаційного шва, розробляють із таким розрахунком, щоб можливе перевантаження деформаційного шва могло відбуватися без пошкодження конструкції чи водонепроникного шару покриття моста.

Примітка. Додаткові рекомендації може бути надано в Національному додатку.

A.2.11.4.6 Проєктування опорних елементів

(1) Деталювання конструкційних елементів, на які опирається деформаційний шов, виконують із таким розрахунком, щоб забезпечити їх сумісність із характеристиками деформаційного шва.

Примітка. Інформація про деформаційний шов, якої потребують для проєктних робіт, може охоплювати:

- номінальні розміри, яких має бути дотримано стосовно примикання в розглядуваній частині конструкції, щоб забезпечити правильне розміщення деформаційного шва, зокрема, відстані між частинами конструкції;

- умови вирівнювання шва (зміщення за висотою, змінення нахилу тощо) відносно суміжної поверхні (наприклад, безпечність використання для цілей комфортності);

- забезпечення приєднання до гідроізоляції та/або системи водовідведення моста;

- найнижча допустима марка бетону в зоні з'єднання;

- допустима деформація прилеглої конструкції;

– допустиме розташування стикових швів деформаційного шва в місці встановлення.

(2) Опорні елементи проєктують із таким розрахунком, щоб прогини за умов часто повторюваної комбінації не перевищували найменшу із таких величин: 5 мм за умов часто повторюваної комбінації дій або граничне значення, визначене для конкретного типу деформаційного шва.

A.2.11.4.7 Режим роботи деформаційного шва

(1) Рекомендовано підготувати режим роботи деформаційного шва.

Примітка 1. Формат режиму роботи деформаційного шва може бути визначено у Національному додатку.

Примітка 2. Режим роботи деформаційного шва може містити:

– конструкційні характеристики, включно зі здатністю до переміщення, категорії користувачів, категорії дій, мінімальні та максимальні значення температури під час експлуатації, категорії втомного рухомого навантаження, розрахунковий строк експлуатації, сейсмічну поведінку;

– геометричні характеристики щодо розташування деформаційних швів, разом з їх довжиною, взаємозв'язками з системою з'єднань елементів моста та геометричною формою моста;

– взаємодію з іншими функціональними чи конструкційними елементами, включно з пішохідними доріжками, парапетами, повітроводами та службовими проходами, вимоги щодо захисту від шуму;

– інформацію щодо монтажу, включно з попереднім фіксуванням зазору деформаційного шва, поправку на фактичну температуру під час установлення, умови для виконання анкерних кріплень та з'єднань, вимоги щодо міцності бетону для з'єднань;

– вимоги щодо довговічності, разом із тими, що стосуються доступу для нагляду за технічним станом та технічного обслуговування, очищення шва,

відведення води з мостового полотна та шва, сполучення з системами гідроізоляції;

– форму протоколу для виконання систематичного нагляду за технічним станом, в якому документують всі потрібні приписні дії та записують значення коригування.

A.3 Застосування для башт, щогл і димових труб³

A.4 Застосування для силосів і резервуарів³

A.5 Застосування для підкранових конструкцій³

A.6 Застосування для морських берегових споруд³

³ Пункти A.3, A.4, A.5 та A.6 буде викладено в наступній поправці

ДОДАТОК В

(довідковий)

ЗАХОДИ ТЕХНІЧНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЄКТУВАННЯМ ТА ВИКОНАННЯМ КОНСТРУКЦІЙ

В.1 Використання цього додатка

(1) У цьому довідковому додатку викладено рекомендації додатково до положень, які наведено в 4.2, 4.3 та 4.8 стосовно заходів технічного управління, які охоплюють проєктування та виконання конструкцій, для забезпечення відповідності припущенням згідно з 1.2.

Примітка. Параметри, відкриті для національного вибору, що пов'язані з застосуванням цього довідкового додатка, визначають у Національному додатку. Цей довідковий додаток може бути застосовано в разі, якщо в Національному додатку немає ніякої інформації, пов'язаної з застосуванням положень, викладених у цьому довідковому додатку.

В.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) Цей довідковий додаток установлює основні принципи впровадження заходів технічного управління, призначених для:

- забезпечення якості проєкту;
- перевіряння проєкту;
- забезпечення якості виконання конструкцій;
- впровадження нагляду під час виконання конструкцій для досягнення заданого рівня надійності конструкції (або частини конструкції) відповідно до положень Єврокодів та дотримання припущень, наведених у 1.2.

Примітка 1. Виконання положень цього довідкового додатка залежить від системи законодавства, що діє в кожній країні. Цей додаток подано як настанову

для розробників національних додатків, що може забезпечити послідовний підхід до питань їх розроблення.

Примітка 2. У Національному додатку може бути окремо визначено заходи з технічного управління, що стосуються конструкцій, охоплених у різних пунктах додатка А.

В.3 Обрання заходів із технічного управління

(1) Заходи з технічного управління обирають відповідно до визначених класів наслідків (див. 4.3).

Примітка. Щодо обрання відповідних заходів технічного управління див. В.8.

В.4 Якість проєкту

(1) Термін «якість» у процесах проєктування та виконання конструкцій використовують щодо відповідних технічних знань та їх правильного застосування, щоб забезпечити потрібний механічний опір, стійкість, експлуатаційну придатність та довговічність конструкції.

(2) Рекомендовано, щоб персонал, відповідальний за проєктування конструкцій, мав відповідну кваліфікацію та досвід, з огляду на наслідки відмови конструкції та складність її проєктування.

Примітка. Мінімальний рівень відповідної кваліфікації та досвіду персоналу, який виконує проєктування конструкцій, може бути визначено в Національному додатку. Рівні якості проєктування залежно від кваліфікації та досвіду (*design qualification and experience levels; DQL*), наведені в таблиці В.1 (NDP), може бути використано як основу для визначення мінімальних вимог щодо кваліфікації та досвіду персоналу.

(3) Додаткові специфічні для проєкту вимоги щодо кваліфікації та досвіду персоналу, відповідального за проєктування конструкцій, визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом

влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Таблиця В.1 (NDP) – Рівні якості проєктування залежно від кваліфікації та досвіду персоналу (DQL)

DQL	Кваліфікація та досвід персоналу в сфері проєктування	Потрібний рівень
DQL3	Рівень кваліфікації та досвіду в сфері проєктування щонайменше такий самий, як і для розроблення складного проєкту	Має бути визначено в національних нормативних документах
DQL2	Рівень кваліфікації та досвіду в сфері проєктування щонайменше такий самий, як і для розроблення ускладненого проєкту	Має бути визначено в національних нормативних документах
DQL1	Рівень кваліфікації та досвіду в сфері проєктування відповідний для розроблення простого проєкту	Має бути визначено в національних нормативних документах

В.5 Перевіряння проєкту

(1) Проєкт перевіряють, щоб зменшити ризики, пов'язані з людськими помилками, яких могли припуститися в процесі проєктування.

Примітка. Мінімальні вимоги щодо перевіряння проєкту може бути встановлено в Національному додатку. Рівні перевірки проєкту (*design check levels; DCL*), представлені в таблиці В.2 (NDP), може бути використано як структуру для визначення мінімальних вимог щодо перевіряння проєкту.

Таблиця В.2 (NDP) – Рівні перевірки проєкту (DCL)

DCL	Перевірка проєкту	Потрібний рівень
DCL3	Розширена незалежна перевірка ^a	Має бути визначено в національних нормативних документах
DCL2	Звичайна незалежна перевірка ^a	Має бути визначено в національних нормативних документах
DCL1	Самостійна перевірка	Має бути визначено в національних нормативних документах
^a Термін може бути визначено в національному нормативному документі		

(2) Додаткові специфічні для проєкту вимоги щодо перевіряння визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(3) Самостійну перевірку потрібно виконувати щодо всіх проєктів.

(4) Перевіряння проєкту охоплює:

- навантаження, моделі для розрахунку навантажень та розрахункові ситуації;
- розрахункові та геотехнічні моделі, розрахунок ефектів дій та розрахункове перевіряння проєкту;
- відповідний рівень знань ґрунтових умов та розрахункових параметрів;
- за потреби, окремі розрахунки, виконувані альтернативним методом, для перевіряння проєктних розрахунків;
- узгодженість розрахунків, креслеників, деталізації та технічних вимог щодо виконання робіт.

(5) Заходи з перевіряння проєкту зосереджують на тих частинах конструкції, відмова яких матиме найтяжчі наслідки щодо опору конструкції, її довговічності та функціонування.

В.6 Якість виконання конструкцій

(1) Виконання та забезпечення якості конструкцій і будівельних виробів мають відповідати застосовним європейським стандартам на їх виконання.

Примітка. Інші вимоги щодо забезпечення якості виконання конструкцій може бути визначено в Національному додатку.

(2) Якщо відповідного європейського стандарту на виконання конструкції не існує, то рекомендовано запровадити заходи із забезпечення якості виконання.

Примітка 1. Ці заходи можуть охоплювати систему управління, в межах якої визначають ролі та відповідальність.

Примітка 2. Вимоги щодо систем управління процесом виконання конструкцій, якщо не існує відповідного європейського стандарту на виконання, може бути визначено в Національному додатку.

Примітка 3. Щодо наведених у Єврокодах припущень, які стосуються виконання, див. 1.2(3).

В.7 Нагляд у процесі виконання конструкцій

(1) Нагляд у процесі виконання конструкцій проводять для перевіряння на відповідність вимогам проєкту та специфікаціям щодо виконання, а також для зменшення кількості людських помилок під час виконання.

Примітка 1. Термін «специфікація щодо виконання» охоплює, наприклад, розрахунки, кресленики, описи робіт, вибір виробів, класи виконання, класи допусків тощо.

Примітка 2. Мінімальні вимоги щодо рівня перевірки під час виконання конструкцій може бути встановлено в Національному додатку. Рівні нагляду (*inspection levels; IL*), наведені в таблиці В.3 (NDP), може бути використано як основу для визначення мінімальних вимог щодо нагляду в процесі виконання конструкцій.

Таблиця В.3 (NDP) – Рівні нагляду (IL)

IL	Нагляд	Потрібний рівень
IL3	Розширений незалежний нагляд ^a	Має бути визначено в національних нормативних документах
IL2	Звичайний незалежний нагляд ^a	Має бути визначено в національних нормативних документах
IL1	Самостійний нагляд	Має бути визначено в національних нормативних документах
^a Термін може бути визначено в національному нормативному документі.		

(2) Додаткові специфічні для проєкту вимоги щодо рівнів нагляду визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(3) Самостійний нагляд потрібно проводити щодо виконання всіх конструкцій.

(4) Проведення нагляду забезпечує умови, за яких:

- специфікації щодо виконання наявні в процесі виготовлення та виконання конструкцій;
- виконання конструкцій відбувається згідно з відповідною специфікацією;
- персонал має потрібні для роботи кваліфікацію та підготовку;
- заходи з нагляду відповідним способом документують;

– використовувані матеріали та будівельні вироби відповідають специфікації.

(5) Заходи з нагляду зосереджують на тих частинах конструкції, відмова яких матиме найтяжчі наслідки щодо опору конструкції, її довговічності та функціонування.

В.8 Заходи з технічного управління

(1) У разі використання DQL, DCL та IL обирають рівні відповідно до наслідків відмови (конструкцій).

Примітка. Мінімальні рівні DQL, DCL та IL наведено в таблиці В.4 (NDP), якщо в Національному додатку не зазначено інших мінімальних рівнів.

(2) У разі використання DQL, DCL та IL для геотехнічних конструкцій обирають рівні відповідно до наслідків відмови та складності ґрунту, згідно з EN 1997-1.

Таблиця В.4 (NDP) – Мінімальні рівні якості проєкту та перевірки проєкту, клас виконання та рівень нагляду, застосовні до різних класів наслідків

Клас наслідків	Мінімальний рівень якості проєктування (DQL)	Мінімальний рівень перевірки проєкту (DCL)	Мінімальний клас виконання (EXC)	Мінімальний рівень нагляду (IL)
CC3	DQL3	DCL3	Див. відповідні стандарти щодо виконання конструкцій ^a	IL3
CC2	DQL2	DCL2		IL2
CC1	DQL1	DCL1		IL1

^a Відповідні стандарти на виконання конструкцій бувають застосовними не до всіх матеріалів, див. В.6(2).

ДОДАТОК С

(довідковий)

РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ТА НОРМУВАЛЬНЕ КАЛІБРУВАННЯ

С.1 Використання цього додатка

(1) Цей довідковий додаток містить рекомендації щодо використання методів розрахунку, що ґрунтуються на показниках надійності та калібруванні часткових коефіцієнтів.

Примітка. Параметри, відкриті для національного вибору, що пов'язані з застосуванням цього довідкового додатка, визначають у Національному додатку. Цей довідковий додаток може бути застосовано в разі, якщо в Національному додатку немає ніякої інформації, пов'язаної з застосуванням положень, викладених у цьому довідковому додатку.

С.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) Положення пункту С.3 забезпечують основу для встановлення видів розрахункового перевіряння надійності, які може бути використано в Єврокодах. У цьому пункті наведено інформацію та теоретичні основи, а також принципи калібрування, що ґрунтуються на показниках надійності за використання методу часткових коефіцієнтів, які описано в підрозділах 5–8 цього додатка та в додатку А. Цей довідковий додаток забезпечує також передумови для використання додатка D та взаємозв'язок з положеннями додатка В.

(2) У пункті С.3 наведено також інформацію щодо:

– оцінювання конструкційної надійності;

– застосування методів, заснованих на надійності, для визначення часткових коефіцієнтів у розрахункових формулах способом калібрування.

Примітка. Більшість конструкцій може бути запроектовано згідно з Єврокодами без застосування методів, представлених у цьому довідковому додатку. Однак ці методи можуть бути корисними в разі розрахункових ситуацій, які недостатньо детально описано, а також за можливого розширення сфери застосування цього стандарту.

(3) У пункті С.4 встановлено принципи нормувального калібрування на основі надійності та наведено відповідні рекомендації щодо розширення можливостей і розвитку методів розрахунку з використанням часткових коефіцієнтів.

Примітка. Калібрування та верифікацію часткових коефіцієнтів має виконувати компетентний орган влади.

С.3 Основи розрахункового аналізу надійності та проєктування за допомогою методу часткових коефіцієнтів

С.3.1 Огляд методів перевіряння надійності

(1) Для перевіряння конструкції на відповідність вимогам щодо надійності за всіх розрахункових ситуацій та в разі оцінювання величин потрібно обрати за відповідними критеріями один із зазначених нижче методів:

- напівімовірнісний, згідно з яким конструкція відповідає умовам сукупності формул (нерівностей) за використання визначених розрахункових значень базових змінних; або

- заснований на надійності, згідно з яким конструкція відповідає сукупності вимог щодо надійності; або

- орієнтований на імовірнісне оцінювання ризиків, згідно з яким суму всіх витрат (на будівництво, технічне обслуговування тощо) та економічних ризиків (пов'язаних із відмовою чи несправністю) мінімізують, одночасно гарантуючи, що аспекти, пов'язані з безпекою для людини, відповідатимуть суспільним потребам.

Примітка. Обрання одного з цих методів здійснюють відповідно до підпунктів з (3) по (8).

(2) Щоб оцінити експлуатаційні характеристики конструкцій, реакції конструкцій поділяють на дві області значень: бажані та небажані стани. Границю між цими областями називають граничним станом. Поняття «відмова» визначають як входження в небажаний стан (див. 5.1).

Примітка. Згідно з цим визначенням, поняття «відмова» може також стосуватися граничних станів, в яких не задіяно несну здатність, наприклад, граничного стану експлуатаційної придатності.

(3) Якщо в Єврокодах не зазначено інше, напівімовірнісний метод із використанням формату розрахунку з частковими коефіцієнтами застосовують в усіх розрахункових ситуаціях.

(4) Метод, заснований на надійності, може бути застосовано до розрахункових ситуацій, в яких невизначеності в представленні дій, ефектів дій, опору матеріалу та ефектів системи, вказують на те, що заснований на надійності метод дає значно краще представлення граничного стану, ніж формат розрахунку з використанням часткових коефіцієнтів.

Примітка. Розрахункові ситуації, які не охоплено форматом розрахунку з використанням часткових коефіцієнтів, можуть містити:

- ситуації, в яких застосовано дії чи сценарії небезпечного розвитку дій, які не розглянуто в EN 1991 (усі частини);
- варіанти використання будівельних матеріалів чи комбінацій різних матеріалів, які не охоплено звичайною сферою застосування, наприклад, новітні матеріали, поведінка матеріалів за дуже високих температур;
- ґрунтові умови, наприклад, гірські породи, на які суттєво впливають несущільності та інші пов'язані з геометричними параметрами явища.

(5) Для використання методів, заснованих на надійності, можна визначити умови.

Примітка. Мінімальні умови може бути визначено в Національному додатку.

(6) Умови використання методів, заснованих на надійності, визначають згідно з тими, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці умови, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(7) Метод, заснований на надійності, використовують також для калібрування часткових коефіцієнтів, застосовних для напівімовірнісного підходу, див. пункт С.4.

Примітка. Калібрування часткових коефіцієнтів має виконати компетентний орган влади.

(8) Використання методу, орієнтованого на імовірнісне оцінювання ризиків, можна застосовувати до розрахункових ситуацій, в яких як невизначеності, так і наслідки виходять за межі загальноприйнятих діапазонів значень.

Примітка 1. Розрахункові ситуації, в яких невизначеності та наслідки виходять за межі загальноприйнятих діапазонів значень, охоплюють, наприклад, такі, що пов'язані з аваріями, та такі, що явно відрізняються від ситуацій, зазвичай розглядуваних у Єврокодах.

Примітка 2. Інших рекомендацій щодо застосування методу, орієнтованого на імовірнісне оцінювання ризиків, у цьому додатку не надано. Відповідні рекомендації можна знайти в ISO 2394:2015.

Примітка 3. В таблиці С.1 представлено опис різних методів перевіряння відповідних експлуатаційних характеристик, пов'язаних із надійністю конструкцій.

(9) Методи, орієнтовані на імовірнісне оцінювання ризиків та засновані на надійності, потрібно застосовуватися лише за умови, що

невизначеності послідовно представлено на основі неупереджених припущень.

Таблиця С.1 – Опис методів перевіряння на відповідність характеристик надійності конструкцій разом із типовими областями застосовних значень

Метод	Опис	Умови застосування
Напівімовірнісний метод	Формат убезпечення, згідно з яким визначено розрахункові рівняння та процедури розрахунку, які потрібно використовувати	Метод за умовчанням згідно з Єврокодами, тобто призначений для використання у звичайних розрахункових ситуаціях
Розрахунок та оцінювання, засновані на надійності	Вимоги щодо надійності, які потрібно виконати	Незвичайні розрахункові ситуації стосовно невизначеностей. Нормувальне калібрування
Прийняття рішень з урахуванням ризиків	Прийняття рішень із належним урахуванням сукупних ризиків (наприклад, втрат життів, тілесних ушкоджень, екологічних втрат та фінансових збитків тощо)	Виняткові розрахункові ситуації, що стосуються невизначеностей і наслідків. Виведення вимог щодо надійності

С.3.2 Представлення та моделювання невизначеності

С.3.2.1 Загальні положення

(1) Потрібно застосовувати аксіоми теорії ймовірностей. Невизначеності має бути представлено ймовірнісними моделями, до складу яких уведено випадкові змінні, стохастичні процеси та/або випадкові поля.

(2) Враховують всі невизначеності, які є значущими для перевіряння відповідності характеристик конструкції.

(3) Можливість виникнення та вплив грубих людських помилок мінімізують відповідним контролюванням якості.

Примітка. В моделюванні невизначеності, представленою в цьому стандарті, грубі людські помилки не враховано. Щодо можливого підходу до них див. додаток В.

С.3.2.2 Напівімовірнісний метод

Примітка. Згідно з напівімовірнісним методом невизначеності враховують неявним способом, за допомогою визначення характеристичних значень випадкових змінних і часткових коефіцієнтів безпеки, які застосовують до цих характеристичних значень.

С.3.2.3 Методи, засновані на надійності та орієнтовані на ймовірнісне оцінювання ризиків

Примітка. Методи, засновані на надійності та орієнтовані на ймовірнісне оцінювання ризиків, уможливають детальніше представлення невизначеностей.

(1) Моделювання невизначеності може містити, якщо застосовно, представлення часової та просторової залежності між розглядуваними невизначеностями та подіями.

Примітка 1. Значущість різних невизначеностей може бути виявлено за допомогою розрахункового аналізу чутливості.

Примітка 2. Основні змінні, зазначені в розділі 6, уможливають представлення кількох типів невизначеності, наприклад: властиву природну варіативність, статистичну невизначеність, невизначеність вимірювань, невизначеність, пов'язану з точністю нової інформації, а також невизначеність моделі.

(2) Рекомендовано, щоб кількісне оцінювання невизначеностей та їхнє імовірнісне представлення охоплювало як застосовну попередню інформацію, так і наявні нові докази з використанням Байєсівської теорії ймовірностей.

(3) Описування невизначених величин ймовірнісними моделями виконують відповідно до чітко визначених наборів сукупностей.

Примітка. Результати застосування методів, орієнтованих на ймовірнісне оцінювання ризиків чи заснованих на надійності, є дійсними лише для одних і тих самих груп сукупностей.

С.3.3 Розрахунок, заснований на надійності

С.3.3.1 Загальні положення

(1) Згідно з методом, заснованим на надійності, рішення щодо конструкційного розрахунку мають ґрунтуватися на оцінюванні надійності, що забезпечує відповідність конструкції визначеним вимогам щодо надійності.

Примітка. Оцінювання надійності передбачає оцінювання ймовірності несприятливих подій. Несприятливими є події, що охоплюють небажані наслідки та які умовно називають «подіями відмови».

(2) Події відмови представляють як граничні стани.

(3) За наявності аналітичних моделей для представлення несприятливих подій або подій відмови, поверхню руйнування у функції граничного стану $g()$ можна представити за допомогою формули (С.1):

$$g(X(t)) = 0 \quad (\text{С.1})$$

Базові змінні $X(t)$, що змінюються в часі, можна представити за допомогою формули (С.2):

$$X(t) = X_1(t), X_2(t), \dots \quad (\text{С.2})$$

Область несприятливих подій (відмови), $\Omega(X(t))$, визначають за допомогою формули (С.3):

$$\Omega(X(t)) = \{g(X(t)) < 0\} \quad (\text{С.3})$$

(4) Якщо події відмови представлено числовими моделями, такими як моделі скінченних елементів, то можна використовувати сурогатні моделі як поверхні реакції $r(x(t))$ для аналітичного представлення $g(x(t)) \approx r(x(t))$.

С.3.3.2 Оцінювання надійності

С.3.3.2.1 Загальні положення

(1) У розрахунку ймовірності відмови враховують усю наявну інформацію, причому представлення невизначеності має відповідати положенням у С.3.2.

(2) Конкретний тип використовуваного розрахункового аналізу надійності залежить від події відмови, яку аналізують, як зазначено в С.3.3.2.2–С.3.3.2.3.

С.3.3.2.2 Розрахунковий аналіз незалежної від часу надійності

(1) Розрахунковий аналіз незалежної від часу надійності можна використовувати для моделювання окремого виду відмови, що не залежить від часу.

(2) Розрахунковий аналіз незалежної від часу надійності можна також використовувати стосовно проблем, які може бути трансформовано так, щоб вони не залежали від часу.

Приклад

За використання інтегрованого в часі методу з урахуванням екстремальних значень.

(3) У разі розрахункового аналізу не залежної від часу надійності ймовірність виникнення відмови обчислюють згідно з формулою (С.4):

$$P_f = \int_{\Omega(X)} f_X(X) dx, \quad (\text{С.4})$$

де

X – вектор базових випадкових величин;

$\Omega(X) = \{g(X) < 0\}$ – область відмови, визначена функцією граничного стану;

$g(X)$ – подання розглядуваного виду відмови;

$f_X(X)$ — спільна функція щільності розподілу ймовірності X .

Примітка. В розрахунковому аналізі незалежної від часу надійності дії, змінювані в часі, може бути представлено розподілами ймовірностей їхніх річних екстремальних значень. Відповідно, розраховану ймовірність відмови відносять до однорічного базового періоду $P_f = P_{f,1y}$.

(4) Методи конструкційного розрахунку надійності можна використовувати для розрахунку ймовірності відмови згідно з формулою (С.4).

(5) Залежно від проблеми, обирають один із таких методів:

– метод розрахунку надійності першого/другого порядку (*First/Second Order Reliability Method; FORM/SORM*); або

– методи моделювання, наприклад, моделювання за методом Монте-Карло, вибірка за значущістю, асимптотична вибірка, моделювання підмножини та адаптивна вибірка; або

– числове інтегрування.

(6) Річний показник надійності, β , та річну ймовірність відмови, $P_{f,a}$, можна використовувати як стандартні показники для вираження конструкційної надійності.

Примітка 1. Незалежно від базового періоду, функціональний взаємозв'язок між ймовірністю відмови та показником надійності наведено у формулі (С.5):

$$P_f = \Phi(-\beta), \quad (\text{С.5})$$

де

$\Phi()$ – стандартна нормальна кумулятивна функція розподілу ймовірностей.

Примітка 2. Числові значення β для орієнтовних значень P_f наведено в таблиці С.2.

Таблиця С.2 – Співвідношення між значеннями P_f та β

P_f	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
$\beta = -\Phi^{-1}(P_f)$	1,28	2,33	3,09	3,72	4,26	4,75	5,20

С.3.3.2.3 Розрахунковий аналіз залежної від часу надійності

(1) Розрахунковий аналіз залежної від часу надійності використовують у разі розрахунку одного з механізмів відмови, причому ймовірність його виникнення залежить від моменту часу.

С.3.4 Вимоги щодо надійності

С.3.4.1 Загальні положення

(1) Вимоги щодо надійності мають відповідати тим, які встановлено компетентним національним органом влади.

Примітка 1. Застосовуючи метод часткових коефіцієнтів, вимоги щодо надійності задовольняють використанням часткових коефіцієнтів, визначених в Єврокодах.

Примітка 2. Наведені нижче пункти адресовано компетентним національним органам влади, щоб сприяти визначенню ними вимог щодо надійності.

(2) Вимоги щодо надійності може бути встановлено за допомогою оцінювання ризику.

(3) Вимоги щодо надійності може бути сформульовано як мінімальні вимоги щодо надійності та/або оптимальні встановлені

вимоги щодо надійності, пов'язані з витратами впродовж строку експлуатації.

– Мінімальні вимоги щодо надійності залежать від спроможності суспільства та усвідомлення переваг, пов'язаних з інвестуванням у безпеку життя (мінімальні вимоги щодо надійності зазвичай є обов'язковими).

– Встановлені вимоги щодо оптимальної за вартістю надійності, пов'язаної з витратами впродовж строку експлуатації, залежать від очікуваних наслідків відмови та від усіх витрат, пов'язаних із проєктуванням, експлуатацією, наглядом за технічним станом, технічним обслуговуванням та ремонтуванням конструкцій упродовж періоду часу, для якого вони потрібні.

Примітка. У процесі нормувального калібрування розрахункових величин для заданої сукупності конструкцій використовують як контрольний, так і мінімальний рівень надійності. Окремі ситуації, що стосуються сукупності конструкцій з меншою надійністю, ніж контрольна, є допустимими.

(4) Вимоги щодо надійності має бути виконано для всіх застосовних ситуацій відмови, включно з відмовою одного елемента, частковою відмовою конструкції та повною відмовою конструкційної системи.

Примітка 1. Зазначені вимоги щодо надійності, які стосуються розрахунку з перевірянням відповідності вимогам щодо граничного стану за несною здатністю та граничного стану експлуатаційної придатності, не враховують людські помилки. Відтак, імовірність відмови не пов'язана безпосередньо з розглядуваними показниками відмови, на які суттєво впливають відмови, пов'язані з деякими наслідками людських помилок.

Примітка 2. Вимоги щодо мінімізації, виявлення та усунення наслідків людських помилок наведено в додатку В.

(5) Визначені вимоги щодо надійності можна використовувати для:

- встановлення критеріїв для розрахунку та оцінювання, заснованих на надійності;
- сприяння проєктуванню за результатами випробування;
- сприяння калібруванню розрахункових значень часткового коефіцієнта безпеки.

Примітка. Щодо перших двох ситуацій вимоги стосуються проєктувальників. Щодо останньої ситуації вимоги стосуються компетентних національних органів влади, див. пункт С.4.

С.3.4.2 Критерій для розрахунку та оцінювання, заснованих на надійності

(1) Якщо розрахункову ситуацію можливо безпосередньо пов'язати з подібною референтною розрахунковою ситуацією, яку охоплює вид розрахунку з використанням часткового коефіцієнта безпеки, то рекомендовано продемонструвати, що для відповідного типу конструкцій досягають такого самого рівня надійності, як і в разі референтного проєктного рішення.

(2) Це відносне зіставлення виконують на основі подібних імовірнісних моделей.

(3) Якщо в Єврокодах вказано, що зазначений вид розрахунку з використанням часткового коефіцієнта безпеки не охоплює певну ситуацію щодо розрахунку та оцінювання, то рекомендовано визначити референтний період і відповідні контрольні значення, пов'язані з показниками надійності.

Примітка 1. Контрольні значення показника надійності β для 1-річного та 50-річного базових періодів для усталених, перехідних (основних) та пов'язаних із

втомою розрахункових ситуацій за умов ULS для конструкцій, охоплених у підрозділах A.1 та A.2, наведено у таблиці C.3 (NDP), якщо в Національному додатку не надано інших значень.

Примітка 2. Часткові коефіцієнти, наведені в пунктах A.1 та A.2, як очікується, загалом для конструкції сприятимуть досягненню більшого показника надійності, β , щодо 50-річного базового періоду, ніж наведені для 50-річного базового періоду значення в таблиці C.3 (NDP).

Таблиця C.3 (NDP) – Контрольні значення показника надійності, β , для різних класів наслідків (для усталених і перехідних (основних) та пов'язаних із втомою розрахункових ситуацій за умов ULS), застосовні до конструкцій, охоплених сферою застосування підрозділів A.1 та A.2

Клас наслідків ^a	1-річний базовий період β	50-річний базовий період	
		β	$P_{f,50}$
CC3	5,2	4,3	$\sim 10^{-5}$
CC2	4,7	3,8	$\sim 10^{-4}$
CC1	4,2	3,3	$\sim 10^{-3}$
^a Стосовно CC0 та CC4, див. також 4.3(2) та 4.3(3)			

Примітка 3. Значення β , наведені в таблиці C.3 (NDP) для 1-річного базового періоду, відповідні значенням для 50-річного базового періоду, засновано на припущеннях, що події відмови в кожному з років 50-річного базового періоду є незалежними подіями, причому жодного погіршення не розглядають.

Ці припущення призводять до теоретичної верхньої межі значень β для 1-річного базового періоду, наближення до якої, наприклад, у разі комбінацій із домінуванням вітрового навантаження, відбувається в конструкціях із низькою варіативністю опору.

Нижчі значення β для 1-річного періоду відповідатимуть ситуаціям, у яких події відмови в кожному з років 50-річного базового періоду є частково

корельованими через постійну присутність змінних, які не залежать від часу, наприклад, міцність (якщо погіршень не враховують) та власна вага.

Примітка 4. Мінімальний рівень надійності може бути визначено як максимальний відхил контрольного значення.

(4) Розглядаючи показник надійності β для 1-річного періоду, забезпечують досягнення контрольного значення цього показника щодо кожного року потрібного (чи обраного) розрахункового (чи залишкового) строку експлуатації конструкції.

С.3.4.3 Вимоги щодо надійності для проєктування за результатами випробування

(1) Для визначення розрахункових значень на основі результатів випробування чи даних обстеження відповідно до D.7.2 використовують рівень надійності, що відповідає 50-річному базовому періоду, який обирають, як зазначено в С.3.4.2(3).

С.4 Метод калібрування розрахункових величин

С.4.1 Вимоги щодо надійності для нормувального калібрування, заснованого на надійності

(1) Для цілей нормувального калібрування часткових коефіцієнтів безпеки та інших елементів, пов'язаних з надійністю, застосовних у розрахунках з визначення безпеки за використання напівімовірнісних методів, вимоги щодо надійності встановлюють у вигляді контрольних значень рівнів надійності, які прийнято як репрезентативні середні значення для розглядуваних розрахункових ситуацій.

Примітка. Нормувальне калібрування має виконати компетентний орган влади.

(2) Якщо від розрахунку часткового коефіцієнта, який калібрують, може бути пов'язано з наявним видом розрахунку часткового

коефіцієнта, щодо якого рівень безпеки вважають задовільним, то відповідний середній рівень надійності використовують як контрольне значення для калібрування.

(3) Якщо від розрахунку часткового коефіцієнта, який калібрують, не може бути пов'язано з видом розрахунку, що вже існує, то використовують розрахункові величини, пов'язані з надійністю, які визначено в С.3.4.2(3).

(4) Якщо надійність репрезентативної сукупності порівнянних конструкцій, розроблених відповідно до чинних норм, вважають задовільною, то контрольне значення рівня надійності для конструкцій, подібних тим, які віднесено до цієї сукупності, можна отримати з результатів оцінювання надійності конструкцій цієї сукупності.

Примітка. Поняття «порівнянні конструкції» означає, що їх виготовлено з однакового матеріалу, вони мають подібну призначеність, подібні конструктивні рішення та розраховані для умов домінування однакових дій.

(5) Оскільки числові значення показників надійності залежать від компонування конструкції, матеріалу та відповідності умовам рівняння граничного стану, а також від припущень щодо статистичних характеристик застосовних змінних, то нормувальне калібрування часткових коефіцієнтів безпеки виконують відповідно до тих самих припущень, які було прийнято для встановлення контрольних значень.

(6) Можна використовувати контрольні значення показників надійності, визначені згідно з С.3.4.2(3).

С.4.2 Вид розрахунку часткового коефіцієнта та параметри нормування

(1) Основний вигляд розрахункової формули (формула (8.1)) можна змінити, як зазначено у формулі (С.6):

$$R_d - E_d \geq 0, \quad (C.6)$$

в якій розрахункові значення опору, R_d , та ефекту дії, E_d , отримують з формул (C.7) та (C.8):

$$R_d = R_d(\mathbf{X}_d; \mathbf{a}_d; \boldsymbol{\theta}_d; \mathbf{F}_{d,R}); \quad (C.7)$$

$$E_d = E_d(\mathbf{F}_d; \mathbf{a}_d; \boldsymbol{\theta}_d; \mathbf{X}_d) \quad (C.8)$$

де

$\mathbf{X}_d$ – вектори розрахункових значень властивостей матеріалу, що не залежать від комбінації дій;

$\mathbf{a}_d$ – вектор розрахункових значень геометричних характеристик;

$\boldsymbol{\theta}_d$ – вектор розрахункових значень невизначеностей моделі;

$\mathbf{F}_{d,R}$ – вектори розрахункових значень дій, що залежать від властивостей матеріалу, якщо застосовно;

$\mathbf{F}_d$ – вектори розрахункових значень дій, що не залежать від властивостей матеріалу.

Примітка. Формули від (C.6) до (C.8) застосовують для розв'язання задач щодо надійності, незмінюваної у часі, які представлено лінійними функціями граничних станів із незалежними змінними, див. 8.3. Для деяких конкретних розрахункових ситуацій (наприклад, пов'язаних із втомою, геотехнічним проектуванням) буває потрібно більш узагальнене формулювання для вираження граничного стану.

С.4.3 Часткові коефіцієнти

(1) У разі застосування часткових коефіцієнтів безпеки для дій, γ_F , та для опору, γ_M , враховують невизначеності моделі.

(2) Розрахункове значення пов'язаної з діями базової змінної, F_d , можна визначити помноженням характеристичного значення, F_k , на відповідний частковий коефіцієнт безпеки, γ_F (тобто $F_d = \gamma_F F_k$).

(3) Розрахункове значення базової змінної, пов'язаної з опором, X_d , можна визначити діленням характеристичного значення, X_k , на відповідний частковий коефіцієнт безпеки, γ_M (тобто $X_d = X_k/\gamma_M$).

Примітка. Види більш точного розрахунку для визначення розрахункових значень дій та опорів наведено в розділі 8.

(4) Якщо невизначеності моделі розглядають окремо, то часткові коефіцієнти безпеки можна отримати за допомогою формули (С.9) чи формули (С.10):

$$\gamma_F = \gamma_{Sd}\gamma_f; \quad (C.9)$$

$$\gamma_M = \gamma_{Rd}\gamma_m, \quad (C.10)$$

де

γ_{Sd} – охоплює невизначеність моделі в діях та ефектах дії;

γ_f – охоплює невизначеність у репрезентативних значеннях дій;

γ_{Rd} – охоплює невизначеність моделі в опорі конструкції, а також враховує, якщо застосовно, систематичну похибку моделі опору, див. додаток D;

γ_m – охоплює невизначеність основних змінних, що описують опір.

(5) Характеристичне значення, Y_k , можна прийняти як задане значення p -квантиля зі статистичного розподілу F_Y , обраного для представлення базової змінної, як зазначено у формулі (С.11):

$$Y_k = F_Y^{-1}(p), \quad (C.11)$$

де

Y – базова змінна, що представляє, наприклад, дію, опір та/або невизначеність моделі;

F_Y – кумулятивна функція розподілу ймовірностей базової змінної Y .

Примітка. Типовими значеннями p є:

- у разі змінних, пов'язаних з опором: $p = 0,05$;
- у разі постійних дій: $p = 0,5$;
- у разі дій, змінюваних у часі: $p = 0,98$, що стосується розподілу річних екстремальних значень, тобто представляє як залежну від часу, так і незалежну від часу невизначеність.

(6) Часткові коефіцієнти безпеки для різних дій та характеристик матеріалів, які входять до розрахункових формул, визначають способом калібрування, щоб дотримати умов формули (С.6) та вимог щодо надійності.

С.4.4 Основні правила калібрування розрахункових значень

С.4.4.1 Загальні положення

(1) Часткові коефіцієнти безпеки можна визначати методом встановлення розрахункового значення, див. С.4.4.2, та методом оптимізації, див. С.4.4.3.

Примітка. Часткові коефіцієнти, що в Єврокодах використовують щодо опору, загалом ґрунтуються на методі визначення розрахункового значення. Часткові коефіцієнти для дій, наведені в додатку А, є каліброваними частково згідно з попередніми стандартами та практичним досвідом, а частково – за використання теоретичних методів.

С.4.4.2 Метод встановлення розрахункового значення

(1) У разі простих ситуацій пряму відповідність між розрахунковим значенням і вимогами щодо надійності можна встановити, використовуючи так званий «метод устанавлення розрахункового значення» за допомогою формули (С.12):

$$Y_d = F_Y^{-1}(\Phi(-\alpha_Y \beta)), \quad (C.12)$$

де

Y – базова змінна, що представляє, наприклад, дію, опір та/або невизначеність моделі;

Y_d – розрахункове значення базової змінної Y ;

F_Y – кумулятивна функція розподілу ймовірностей базової змінної Y ;

α_Y – за умови $|\alpha_Y| \leq 1$ є коефіцієнтом чутливості, що вказує на значущість Y в оцінюванні надійності;

β – контрольне значення показника надійності для 50-річного базового періоду згідно з вимогою щодо надійності, зазначеною в С.3.4.

(2) У разі використання методу встановлення розрахункових значень, його застосовують як для дій, так і для опорів.

(3) Розрахункові значення, Y_d , та характеристичні значення, Y_k , для деяких загальних ситуацій розподілу можна визначити згідно з формулами від (C.13) до (C.20).

Нормальний розподіл

– Характеристичне значення:

$$Y_k = m_Y + \Phi^{-1}(p)\sigma_Y = m_Y(1 + \Phi^{-1}(p)V_Y) \quad (C.13)$$

– Розрахункове значення:

$$Y_d = m_Y - \alpha_Y \beta \sigma_Y = m_Y(1 - \alpha_Y \beta V_Y) \quad (C.14)$$

Логнормальний розподіл

– Характеристичне значення:

$$Y_k = m_Y e^{\left(-\frac{1}{2} \ln(1 + V_Y^2) + \Phi^{-1}(p) \sqrt{\ln(1 + V_Y^2)}\right)} \quad (C.15)$$

$$Y_k \simeq m_Y e^{(\Phi^{-1}(p) V_Y)} \text{ за умови, що } V_Y < 0,2 \quad (C.16)$$

– Розрахункове значення:

$$Y_d = m_Y e^{\left(-\frac{1}{2} \ln(1 + V_Y^2) - \alpha_Y \beta \sqrt{\ln(1 + V_Y^2)}\right)} \quad (C.17)$$

$$Y_d \simeq m_Y e^{(-\alpha_Y \beta V_Y)} \text{ за умови, що } V_Y < 0,2 \quad (C.18)$$

Розподіл Гумбеля

– Характеристичне значення:

$$Y_k = m_Y \left(1 - V_Y \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left(0,5772 + \ln(-\ln(p)) \right) \right) \quad (C.19)$$

– Розрахункове значення:

$$Y_d = m_Y \left(1 - V_Y \frac{\sqrt{6}}{\pi} \left(0,5772 + \ln(-\ln(\Phi(-\alpha_Y \beta))) \right) \right) \quad (C.20)$$

де

m_Y – означає середнє значення, а

V_Y – коефіцієнт варіації Y ;

β – контрольне значення показника надійності, що визначає вимогу щодо надійності;

α_Y – коефіцієнт чутливості, що вказує на значущість Y для оцінювання надійності;

p – квантиль розподілу, що визначає характеристичне значення.

Примітка 1. Величину α_Y визначають, виконуючи розрахунковий аналіз надійності. Для спрощення може бути використано наведені нижче типові значення як апроксимацію для 50-річного базового періоду за дотримання умови формули (C.21):

$$0,16 < \sigma_E / \sigma_R < 7,6, \quad (C.21)$$

де

- якщо Y представляє змінну, пов'язану з міцністю: $\alpha_Y = 0,8$;
- якщо Y представляє змінну, пов'язану з провідною дією: $\alpha_Y = -0,7$;
- якщо Y має найбільший вплив на вирішення питання щодо надійності: $\alpha_Y = 1$ (опір); $\alpha_Y = -1$ (дія).

Примітка 2. Власну вагу зазвичай представляють нормальним розподілом; змінні опору часто бувають представлені логнормальним розподілом; екстремальні значення за базовий період змінюваних у часі дій представляють розподілом Гумбеля.

Примітка 3. Формули (C.19) та (C.20) застосовують, лише якщо незалежна від часу складова невизначеності є несуттєвою. Якщо незалежною від часу складовою невизначеності нехтувати не можна, то характеристичне та розрахункове значення може бути отримано за допомогою методів розрахункового аналізу надійності, що відділяють незалежну від часу частину від залежної від часу.

Примітка 4. У формулі (C.19) базовий період становить 1 рік. У формулі (C.20) базовий період – це встановлений для показника надійності базовий період, наприклад, 50 років.

(4) Якщо модель дії містить кілька основних змінних, формулу (C.12) використовують лише для змінної, пов'язаної з провідною дією. Розрахункові значення супровідних дій можна визначити за формулою (C.22):

$$P(E > E_d) = \Phi(-0,4 \cdot 0,7\beta) = \Phi(-0,28\beta) \quad (C.22)$$

(5) Формули (C.19) та (C.20) використовують, лише якщо невизначеність залежної від часу складової (частини) кліматичної дії є значно більшою, ніж невизначеність незалежної від часу складової.

(6) Контрольне значення показника надійності та розподіл екстремальних значень, використовуваних для представлення змінюваних у часі дій визначають на основі одного й того самого базового періоду, тобто, якщо β дорівнює контрольному значенню, встановленому для 50-річного періоду, то базовий період становить 50 років; якщо β дорівнює контрольному значенню, встановленому для однорічного періоду, то базовий період становить один рік.

С.4.4.3 Нормувальна оптимізація

(1) Елементи, пов'язані з надійністю, включно з частковими коефіцієнтами, γ , та комбінаційними коефіцієнтами, Ψ , калібрують із таким розрахунком, щоб якнайкраще було досягнуто контрольного значення показника надійності, β , обраного згідно з С.3.4.2.

Примітка 1. Процедура калібрування охоплює такі етапи:

- а) обрання сукупності порівнянних референтних конструкцій;
- б) обрання та визначення сукупності елементів, пов'язаних із надійністю, наприклад, часткових коефіцієнтів, коефіцієнтів Ψ ;
- в) розрахунок конструкцій з використанням обраної сукупності елементів, пов'язаних із надійністю;
- г) обчислення показників надійності, β_i , для розрахованих конструкцій;
- д) обчислення різниці:

$$D = \sum_i w_i (\beta_i - \beta)^2,$$

де w_i – ваговий коефіцієнт i ; β – контрольний показник надійності;

- е) повторення послідовності дій для мінімізації D .

Примітка 2. Процедуру виконання цієї оптимізації детальніше викладено в кількох джерелах, наприклад, в ISO 2394.

С.4.5 Комбінація змінних дій

(1) Значення коефіцієнта комбінації, ψ_0 , за допомогою якого враховують комбінацію двох змінних дій, Q_1 та Q_2 , може бути отримано, використовуючи формули (С.23) та (С.24), у разі дій, в яких невизначеності, пов'язані зі змінюваними в часі складовими, є більшими, ніж невизначеності, пов'язані з незмінними в часі складовими:

– Q_1 домінуюча:

$$\psi_{0,2} = \frac{F_{Q_{2,\max,\tau_1}}^{-1} \left\{ \Phi \left(\alpha_{Q_{2,\max,\tau_1}} \beta_t \right) \right\}}{F_{Q_{2,\max,T}}^{-1} \left\{ \Phi \left(\alpha_{Q_{2,\max,T}} \beta_t \right) \right\}}, \text{ за умови } F_{Q_{2,\max,\tau_1}}(q) = F_{Q_{2,\max,T}}^{(\tau_1/T)}(q) \quad (\text{С.23})$$

– Q_2 домінуюча:

$$\psi_{0,1} = \frac{F_{Q_{1,\tau_1}}^{-1} \left\{ \Phi \left(\alpha_{Q_{1,\tau_1}} \beta_t \right) \right\}}{F_{Q_{1,\max,T}}^{-1} \left\{ \Phi \left(\alpha_{Q_{1,\max,T}} \beta_t \right) \right\}}, \text{ за умови } F_{Q_{1,\tau_1}}(q) = F_{Q_{1,\max,T}}^{(\tau_1/T)}(q) \quad (\text{С.24})$$

де

$F_{Q_{i,\max,T}}$ – функція розподілення екстремального значення Q_i , де $i = 1, 2$ для базового періоду T ;

τ_i – базовий період, щодо якого інтенсивність дії вважають постійною ($i = 1; 2$);

$F_{Q_{2,\max,\tau_1}}(q)$ – функція розподілення екстремального значення Q_2 для базового періоду τ_1 ;

$F_{Q_{1,\tau_1}}(q)$ – кумулятивне розподілення Q_1 для базового періоду τ_1 ;

Φ – кумулятивна стандартна функція нормального розподілення;

$\alpha_{Q_{i,\max,T}}$ – коефіцієнт чутливості для домінуючої Q_i ($i = 1, 2$) згідно з методом FORM;

$\alpha_{Q_{i,\tau_1}}$ – коефіцієнт чутливості для недомінуючої Q_i ($i = 1, 2$) згідно з методом FORM;

β – контрольний показник надійності для базового періоду T .

Примітка 1. Для зазначених виразів передбачено такі припущення:

- дві дії, які має бути об'єднано в комбінації, не залежать одна від одної;
- базовий період τ_1 чи τ_2 для кожної дії є постійним;
- τ_1 є більшим базовим періодом, а τ_1/τ_2 є цілим числом;
- значення дій упродовж відповідних базових періодів є постійними;
- значення інтенсивності дій упродовж базових періодів є некорельованими;
- дві дії належать до ергодичних процесів.

Примітка 2. Значення отримують з розрахункового аналізу надійності, й вони суттєво залежать від конкретної ситуації. За відсутності будь-якої іншої інформації для приблизного (грубого) оцінювання можна використовувати $\alpha_{Q_{i,\max,T}} = 0,7$ та $\alpha_{Q_{i,\tau_1}} = 0,24$.

(2) Коефіцієнти комбінації, ψ_0 , може бути визначено також за допомогою калібрування, заснованого на надійності.

ДОДАТОК D

(довідковий)

РОЗРАХУНОК ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ

D.1 Використання цього додатка

(1) Цей довідковий додаток містить додаткові рекомендації до положень, які наведено в 7.3 щодо розрахунку за результатами випробування.

Примітка. Параметри, відкриті для національного вибору, що пов'язані з застосуванням цього довідкового додатка, визначають у Національному додатку. Цей довідковий додаток може бути застосовано в разі, якщо в Національному додатку немає ніякої інформації, пов'язаної з застосуванням положень, викладених у цьому довідковому додатку.

D.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) Цей довідковий додаток містить рекомендації щодо процедури, якої має бути дотримано, щоб безпосередньо визначити за допомогою випробування ті чи інші параметри за аспектом опору, які застосовують у формулах для розрахунку конструкцій, для забезпечення рівня надійності не нижчого, ніж встановлено в цьому стандарті.

Примітка 1. Випробування може бути проведено для визначення репрезентативних чи розрахункових значень дій, взаємозв'язків між діями й ефектами дій та, безпосередньо, надійності конструкцій. Потрібні для цього статистичні розрахунки та міркування, залежно від типу дії, наприклад, щодо хвиль, течій, вітру та сил тертя/лобового опору тощо, можна знайти у відповідних частинах EN 1991 чи в спеціалізованій літературі.

Примітка 2. У цьому довідковому додатку розглянуто статистичні невизначеності, пов'язані з переведенням отриманих під час випробування результатів вимірювань у репрезентативні чи розрахункові значення. Якщо

безпосереднє вимірювання розглядуваного параметра не можливе чи практично не здійсненне, то для перетворення результатів вимірювань використовують моделі. Невизначеність у цих моделях, яку називають «невизначеністю моделі», розглядають та за можливості враховують у коефіцієнті варіації. Для отримання детальної інформації можна звернутися до спеціальної літератури.

Примітка 3. Методи, наведені в цьому довідковому додатку, не застосовні до випробувань геотехнічних матеріалів, інформацію щодо яких можна отримати у відповідній частині EN 1997.

(2) Вимоги щодо надійності для розрахунку за результатами випробувань застосовують у відповідності з чинними системами нормативно-правових актів кожної країни.

(3) Цей довідковий додаток містить рекомендації щодо застосування 7.3(3), 8.1(3) та 8.3.6(2).

Примітка. Цей довідковий додаток не призначено на заміну правил приймання, наведених у гармонізованих європейських чи інших специфікаціях щодо продукції, або в стандартах на виконання робіт.

D.3 Типи випробувань

(1) Розрізняють такі типи випробувань:

a) випробування для безпосереднього визначення граничного значення опору чи експлуатаційних характеристик конструкцій або конструкційних елементів для заданих умов навантаження. Такі випробування може бути проведено, наприклад, щодо втомлювальних дій або ударних навантажень;

b) випробування для визначення конкретних властивостей матеріалу з використанням установлених процедур випробування; наприклад, випробування нових матеріалів;

c) випробування для зменшення невизначеності параметрів у моделях дій або ефектів дій; наприклад, у разі випробувань в

аеродинамічній трубі чи випробувань для визначення дії хвиль або течій;

Примітка. Інші рекомендації див. в EN 1991 (усі частини).

d) випробування для зменшення невизначеності параметрів, що використовують у моделях опору; наприклад, випробування конструкційних елементів чи вузлів конструкційних елементів (наприклад, конструкції покрівлі чи підлоги);

e) контрольні випробування для перевіряння ідентичності чи якості доставленої продукції або відповідності характеристик виробу; наприклад, випробування вантових тросів для мостів або випробування бетонних кубів;

f) випробування, які проводять під час виконання конструкцій, щоб отримати інформацію, потрібну на певному етапі; наприклад, випробування для визначення опору палі, випробування для визначення зусиль вантового троса під час виконання конструкції;

g) контрольні випробування для перевіряння на відповідність роботи фактично зведеної конструкції або конструкційних елементів після монтажу, наприклад, щоб визначити пружний прогин, встановити значення частоти коливань чи їх загасання.

(2) Для випробувань типів a), b), c) та d) потрібно, щоб використовувані розрахункові значення було отримано, якщо це практично можливо, з результатів випробувань за використання прийнятних традиційних статистичних методів. Див. D.5–D.8.

Примітка. Для оцінювання результатів випробування типу c) можуть знадобитися спеціальні методики.

(3) Випробування типу e), f) та g) можна використовувати як приймальні випробування, якщо на момент розрахунку результатів випробувань немає.

(4) У цій ситуації розрахункові значення приймають за результатами консервативного оцінювання, які підтверджено за використання критеріїв прийнятності випробувань e), f) та g) на пізнішому етапі.

D.4 Планування випробувань

D.4.1 Загальні положення

(1) Перед проведенням випробувань план випробувань узгоджують з організацією-виконавцем випробувань та іншими відповідними сторонами, якщо такі є.

Примітка. Інші відповідні сторони, якщо такі є, може бути визначено в Національному додатку.

(2) У плані тестування зазначають:

- цілі та обсяг випробувань;
- параметри впливу та можливі види відмови;
- технічні характеристики випробних зразків та технічні умови відбору зразків;
- випробувальну установку;
- технічні умови навантаження;
- детальну інформацію про вимірювання;
- метод оцінювання результатів;
- спосіб звітування про результати випробувань;

– стандартну чи загальноприйняту процедуру, використовувану для конкретного випробування.

D.4.2 Цілі та обсяг

(1) Ціль випробувань чітко формулюють з урахуванням аспектів, зазначених у D.4.1. Крім того, описують параметри, варіативність яких має бути визначено під час випробування, та передбачуваний діапазон достовірності результатів випробування. Вказують граничні значення та перетворення, які має бути отримано, наприклад, ефекти масштабування.

D.4.3 Параметри впливу та можливі види відмови

(1) Враховують всі властивості та обставини, які можуть вплинути на результати випробувань, що проводять для перевіряння теоретичних прогнозів, зокрема:

- геометричні властивості та їхня варіативність;
- геометричні недосконалості;
- властивості матеріалу;
- параметри, на які впливають технології виготовлення та виконання;
- умови довкілля;
- ефект масштабування;
- якщо застосовно, будь-яку послідовність дій, пов'язану з виготовленням і випробуванням.

(2) Описують очікувані види відмови та/або моделі розрахунку разом із застосовними змінними. Якщо критичним може бути більше ніж один вид відмови, то перед складанням плану випробувань

виконують пілотні випробування, призначені для встановлення критичного виду руйнування.

Примітка. Потрібно звернути увагу на той факт, що може існувати кілька різних видів відмови конструкційного елемента.

D.4.4 Технічні характеристики випробних зразків та технічні умови відбору зразків

(1) Випробні зразки визначають або отримують відбиранням зразків із таким розрахунком, щоб відобразити умови реальної конструкції.

Примітка. Чинники, які має бути враховано, охоплюють:

- розміри та допуски;
- матеріал і виготовлення прототипів;
- кількість випробних зразків;
- процедури відбору зразків;
- обмеження.

(2) Ціль процедури відбирання зразків полягає в отриманні статистично репрезентативної вибірки.

(3) Будь-які відмінності між випробними зразками та сукупністю виробів, що можуть вплинути на результати випробувань, реєструють та враховують.

D.4.5 Випробувальна установка

(1) Випробувальне устаткування має бути придатним до проведення випробувань зазначеного типу та отримання очікуваного діапазону вимірів. Особливої уваги приділяють заходам, спрямованим на забезпечення достатньої міцності та жорсткості навантажувальних та опорних установок, достатніх зазорів для прогинів тощо.

D.4.6 Технічні умови навантаження

(1) Умови навантаження та довкілля, які має бути визначено для випробування, охоплюють:

- точки прикладення навантаження;
- історію завантаження;
- обмежувачі переміщення;
- температуру;
- відносну вологість;
- завантаження за умов контролювання деформації або зусиль тощо.

(2) Послідовність прикладання навантажень обирають із таким розрахунком, щоб представити передбачене використання конструкційного елемента як за нормальних, так і за важких умов експлуатації. Якщо доцільно, враховують взаємодію між реакцією конструкції та устаткуванням, яке використовують для прикладання навантаження.

(3) Якщо робота конструкції залежить від ефектів однієї чи кількох дій, не змінюваних систематично, то ці дії чи ефекти визначають їхніми репрезентативними значеннями.

D.4.7 Детальна інформація про вимірювання

(1) Перед випробуванням зазначають усі відповідні характеристики, які має бути виміряно на кожному окремому випробному зразку.

(2) Крім того, у вигляді переліку зазначають:

- місця вимірювання;

- процедури реєстрування результатів, зокрема, якщо доцільно:
 - історію переміщень у часі;
 - швидкість;
 - прискорення;
 - деформації;
 - значення сили й тиску;
 - періодичність вимірювання;
 - точність вимірювання;
 - застосовні вимірювальні прилади.

(3) Перед випробуванням калібрують вимірювальні прилади, які мають бути достатньо чутливими для отримання даних та забезпечувати їх достатню точність.

(4) Застосовують систему отримання даних, яка уможливорює записування всіх даних із потрібною періодичністю.

D.4.8. Метод оцінювання результатів

Примітка. Щодо конкретних рекомендацій див. D.5—D.8.

D.4.9 Спосіб звітування про результати випробувань

(1) У звіті зазначають всі стандарти, на яких ґрунтуються випробування.

(2) У звіті надають достатньо даних, які б уможливлювали незалежне оцінювання, якщо це узгоджено відповідними сторонами.

(3) Представлені результати мають продемонструвати досягнення цілей випробувань.

D.5 Отримання характеристичних чи розрахункових значень

(1) Розрахункові значення властивостей матеріалу, параметрів моделі чи опору отримують із результатів випробувань одним із таких методів:

- метод А: визначення характеристичного значення, яке потім ділять на частковий коефіцієнт та, можливо, помножують, за потреби, на коефіцієнт явного перетворення, див. D.7.2 та D.8.2; або

- метод В: пряме визначення розрахункового значення з неявним чи явним врахуванням перетворення результатів та загального потрібного рівня надійності, див. D.7.3 та D.8.3.

Примітка. Загалом, метод А є кращим за умови, що значення часткового коефіцієнта визначено за використання звичайної процедури розрахунку, див. (3).

(2) Для отримання характеристичного значення за допомогою методу А враховують:

- розкид даних випробування;
- статистичну невизначеність, пов'язану з кількістю випробувань;
- попередні відомі статистичні дані.

(3) Частковий коефіцієнт, який має бути застосовано до характеристичного значення, приймають із відповідного Єврокоду за умови достатньої подібності сфери застосування результатів випробування та звичайної області застосовних значень часткового коефіцієнта, використовуюваного в перевірних числових розрахунках.

(4) Якщо реакція конструкції чи конструкційного елемента або опір матеріалу залежать від впливів, які недостатньо охоплено випробуваннями, наприклад:

- ефекти часу та тривалості,

- ефекти розміру та масштабування,
- різні умови довкілля, навантаження та граничні умови,
- ефекти опору,

то в розрахунковій моделі враховують такі впливи, якщо доцільно.

(5) Якщо використовують метод В, то для отримання розрахункових значень враховують:

- відповідні граничні стани;
- потрібний рівень надійності;
- відповідність припущенням, що стосуються пов'язаних із діями параметрів;
- за потреби, заданий розрахунковий строк експлуатації;
- відомі дані з попереднього досвіду, отриманого за подібних ситуацій.

Примітка. Додаткову інформацію може бути знайдено в D.6, D.7 та D.8.

D.6 Загальні принципи статистичного оцінювання

(1) Під час оцінювання результатів випробувань роботу випробних зразків і види відмови порівнюють із теоретичними прогнозами та даними з попереднього аналогічного досвіду.

(2) У разі виявлення суттєвих відхилів від прогнозованих результатів намагаються знайти пояснення та розглядають потребу додаткового випробування за інших умов, або внесення змін до теоретичної моделі.

(3) Оцінювання результатів випробувань виконують, ґрунтуючись на статистичних методах, із використанням наявної (статистичної)

інформації про тип розподілу, який має бути використано, та пов'язані з ним параметри.

(4) Методи, наведені в цьому додатку, можна використовувати, якщо дотримано таких умов:

- статистичні дані (включно з інформацією з попереднього досвіду) отримано з визначених сукупностей, які є достатньо однорідними;

- кількість спостережень є достатньою.

Примітка. На рівні інтерпретації результатів випробування розрізняють три основні категорії:

- у разі виконання лише одного випробування або дуже малої кількості випробувань класична статистична інтерпретація є неможливою. Лише використання великого обсягу попередньої інформації, пов'язаної з гіпотезами щодо відносного ступеня значущості цієї інформації та результатів випробування, дає змогу надати статистичну інтерпретацію за допомогою Байєсівських процедур, див. ISO 12491;

- у разі виконання більшої серії випробувань для оцінювання параметра буває можливою класична статистична інтерпретація. Приклади звичайних ситуацій розглянуто в D.7. Ця інтерпретація так само потребує використання інформації з попереднього досвіду щодо параметра, проте обсяг інформації, якої потребують, зазвичай є меншим, ніж у попередній ситуації;

- у разі виконання серії випробувань для калібрування моделі, яку описано в термінах функції, та одного чи кількох пов'язаних параметрів можлива класична статистична інтерпретація.

(5) Результат оцінювання результатів випробування вважають дійсним лише для технічних характеристик та характеристик навантаження, які було розглянуто під час випробування.

(6) Якщо результати випробувань потрібно екстраполювати, щоб охопити інші розрахункові значення параметрів і навантажень,

використовують додаткову інформацію з попередніх випробувань або отриману на теоретичній основі.

D.7 Статистичне визначення окремої характеристики

D.7.1 Загальні положення

(1) Формули, наведені в пункті D.7, використовують для отримання характеристичних чи розрахункових значень з результатів випробувань типів а) та б), які зазначено в D.3(1), щодо окремої властивості за допомогою методів оцінювання А та В згідно з D.5(1).

(2) Окремою властивістю X може бути:

- опір виробу або
- властивість, що впливає на опір виробу.

(3) Процедури, наведені в D.7.2 та D.7.3, можна застосовувати безпосередньо для визначення характеристичних чи розрахункових значень або значень часткових коефіцієнтів.

Примітка 1. Таблиці та формули, наведені в D.7.2 та D.7.3, ґрунтуються на таких припущеннях:

- усі змінні мають нормальне чи логнормальне розподілення;
- інформації про середнє значення з попереднього досвіду немає;
- у разі ситуації « V_X невідомо» попередньої інформації про коефіцієнт варіації немає;
- у разі ситуації « V_X відомо» є повна інформація про коефіцієнт варіації.

Примітка 2. Прийняття логнормального розподілення для певних змінних має таку перевагу, що це унеможливорює виникнення негативних значень, як, наприклад, для геометричних змінних та змінних опору.

Примітка 3. На практиці часто буває краще використовувати ситуацію « V_X відомо» разом із консервативним верхнім значенням V_X , ніж застосовувати правила, встановлені для ситуації « V_X невідомо». Крім того, якщо V_X невідомо, то припускають, що його значення не менше ніж 0,10.

(4) У разі застосування методу В у розрахунковому значенні опору враховують також:

- ефекти інших властивостей;
- невизначеність моделі;
- інші ефекти, наприклад спричинені масштабуванням, об'ємом тощо.

D.7.2 Оцінювання через характеристичне значення

(1) Розрахункове значення, X_d , властивості X визначають згідно з формулою (D.1):

$$X_d = \eta_d \frac{X_k(n)}{\gamma_M} = \frac{\eta_d}{\gamma_M} m_X \{1 - k_n V_X\}, \quad (D.1)$$

де

η_d – розрахункове значення коефіцієнта перетворення.

Примітка. Визначення величини застосовного коефіцієнта перетворення чітко залежить від типу випробування та типу матеріалу.

(2) Значення k_n можна прийняти з таблиці D.1.

(3) Використовуючи таблицю D.1, розглядають одну з двох схем:

- схема 1: використовують рядок таблиці « V_X відомо», якщо коефіцієнт варіації V_X чи його визначене на практиці верхнє граничне значення відомі з попереднього досвіду.

Примітка. Інформацію з попереднього досвіду буває можливо отримати з оцінювання результатів попередніх випробувань, виконаних у порівнянних

ситуаціях. Для визначення тих умов, які може бути розглянуто як «порівнянні», можна використати технічний висновок, див. D.7.1(3).

– схема 2: використовують рядок таблиці « V_X невідомо», якщо значення коефіцієнта варіації V_X невідомо з попереднього досвіду, й відтак його величину потрібно визначити з вибірки, як наведено у формулах (D.2) та (D.3):

$$s_X^2 = \frac{1}{n-1} \sum (x_i - m_X)^2; \quad (D.2)$$

$$V_X = s_X / m_X, \quad (D.3)$$

де

x_i – i -тий результат вимірювання змінної X .

(4) Частковий коефіцієнт, γ_m , обирають відповідно до області застосовних значень результатів випробування.

Таблиця D.1 – Значення k_n , установлені для 5 %-квантильного характеристичного значення

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
V_X відомо	2,31	2,01	1,89	1,83	1,80	1,77	1,74	1,72	1,68	1,67	1,64
V_X невідомо	–	–	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

Примітка 1. Дані в таблиці D.1 ґрунтуються на нормальному розподіленні.

Примітка 2. У разі логнормального розподілення формула (D.1) набуває такого вигляду:

$$X_d = \frac{\eta_d}{\gamma_m} \exp[m_y - k_n s_y],$$

де

$$m_y = \frac{1}{n} \sum \ln(x_i).$$

Якщо значення V_X відомо з попереднього досвіду:

$$s_y = \sqrt{\ln(V_X^2 + 1)} \approx V_X.$$

Якщо значення V_X невідомо з попереднього досвіду:

$$s_y = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (\ln x_i - m_y)^2}.$$

Д.7.3 Безпосереднє оцінювання розрахункового значення для перевіряння за ULS

(1) Розрахункове значення, X_d , для базової змінної X визначають, як наведено у формулі (D.4):

$$X_d = \eta_d m_X \{1 - k_{d,n} V_X\}. \quad (D.4)$$

У цій ситуації в значенні η_d враховують усі невизначеності, які не охоплено випробуваннями.

(2) Для конструкцій класів наслідків 1 та 2 значення $k_{d,n}$ отримують із таблиці D.2.

Таблиця D.2 – Значення $k_{d,n}$ для розрахунку за умов ULS

n	1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
V_X відомо	4,36	3,77	3,56	3,44	3,37	3,33	3,27	3,23	3,16	3,13	3,04
V_X невідомо	–	–	–	11,40	7,85	6,36	5,07	4,51	3,64	3,44	3,04

Примітка 1. Дані в таблиці D.2 ґрунтуються на припущенні, що розрахункове значення відповідає добутку $\alpha_R \beta = 0,8 \times 3,8 = 3,04$ (див. додаток С), і що величина X має нормальне розподілення. Це уможливорює ймовірність виявлення нижнього (за діапазоном) значення на рівні приблизно 0,1 %.

Примітка 2. У разі логнормального розподілення формула (D.4) набуває вигляду формули (D.5):

$$X_d = \eta_d \exp[m_y - k_{d,n} s_y] \quad (D.5)$$

D.8 Статистичне визначення моделей опору

D.8.1 Загальні положення

Примітка. Цей підрозділ додатка призначений переважно для встановлення процедур (методик) калібрування моделей опору та отримання розрахункових значень із результатів випробування типу d), див. D.3(1).

(1) Під час калібрування моделей опору можна використовувати інформацію з попереднього досвіду, відомі дані або припущення

(2) Розрахункові моделі для отримання функцій опору обґрунтовують даними спостережень фактичної поведінки під час випробувань, а також теоретичними припущеннями. Достовірність розробленої моделі перевіряють за допомогою статистичної інтерпретації всіх наявних даних випробування. За потреби, розрахункову модель коригують, доки не буде досягнуто достатньої кореляції між теоретичними значеннями та даними випробувань.

(3) Відхили від прогнозованих значень, отриманих за використання розрахункової моделі, також зазначають серед результатів випробувань. Ці відхили поєднують із відхилами інших змінних у функції опору, щоб отримати загальний показ щодо відхилення. В інших розглядуваних змінних враховують:

- відхили значень міцності та жорсткості матеріалу;
- відхили геометричних характеристик.

(4) Характеристичний опір визначають з урахуванням відхилів усіх змінних.

Примітка. Згідно з D.5(1) розрізняють два різні методи. Ці методи наведено у D.8.2 та D.8.3 відповідно. Крім того, у D.8.4 наведено деякі можливі спрощення. Ці методи представлено кількома окремими послідовними етапами (кроками) та наведено пояснення щодо певних припущень стосовно сукупності даних випробування.

D.8.2 Стандартна процедура оцінювання за методом А

D.8.2.1 Загальні положення

(1) Стандартну процедуру оцінювання (метод А згідно з D.5(1)) можна використовувати за дотримання наведених нижче припущень:

- функція опору є функцією ряду незалежних змінних X ;
- кількість результатів випробувань є достатньою;
- виміряно всі застосовні геометричні характеристики і всі властивості матеріалу;
- у функції опору між змінними немає кореляції (статистичної залежності);
- усі змінні відповідають або нормальному, або логнормальному розподіленню.

Примітка. Прийняття логнормального розподілення для змінної має ту перевагу, що воно унеможливорює виникнення від'ємних значень.

D.8.2.2 Стандартна процедура

D.8.2.2.1 Крок 1. Розроблення розрахункової моделі

(1) Для теоретичної величини опору, r_t , розглядуваного елемента чи конструкційної деталі розробляють розрахункову модель, представлену функцією опору у формулі (D.6):

$$r_t = g_{rt}(\underline{X}) \quad (\text{D.6})$$

(2) У функції опору охоплюють всі застосовні базові змінні ($\underline{X}$), що впливають на опір у відповідному граничному стані.

(3) На кожному випробному зразку, i , вимірюють усі основні параметри й надають результати вимірювання для використання під час оцінювання.

D.8.2.2.2 Крок 2. Порівняння експериментальних та теоретичних величин

(1) Щоб створити основу для порівняння з експериментальними значеннями, $r_{e,i}$, які отримано з результатів випробувань, у функцію опору підставляють фактичні значення вимірних характеристик та теоретичні значення, $r_{t,i}$, отримані під час кожного випробування i .

(2) Точки, якими представляють пари відповідних значень ($r_{t,i}$, $r_{e,i}$), наносять на графік, як показано на рисунку D.1.

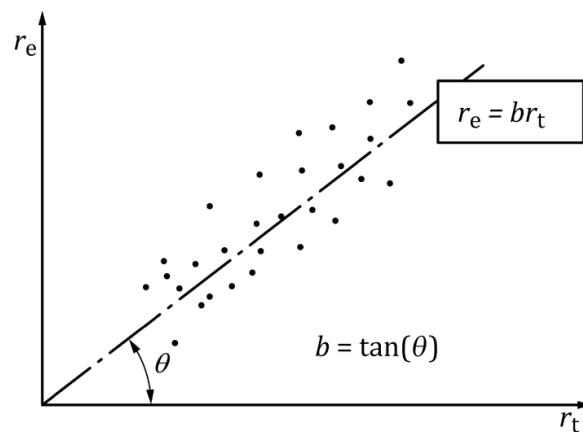


Рисунок D.1 — Графік залежності « $r_e - r_t$ »

(3) Якщо всі точки лежать на прямій $\theta = \pi/4$, то функцію опору можна вважати точною і повною.

(4) Якщо виявлено розкид точок, як це буває на практиці, то досліджують причини будь-якого систематичного відхилення від цієї лінії та перевіряють, чи вказує це на помилки в процедурах випробувань або у функції опору.

D.8.2.2.3 Крок 3. Розрахунок поправкового коефіцієнта, b , для середнього значення

(1) Імовірнісну модель опору, r , представляють у вигляді, відповідному формулі (D.7):

$$r = br_t \delta, \quad (D.7)$$

де

b – нахил (тангенс кута нахилу);

δ – вектор помилок із середнім значенням «один» та коефіцієнтом варіації V_δ .

(2) Якщо функція опору є лінійною, то середнє значення теоретичної функції опору, розраховане з використанням середніх значень, $\underline{X}_m$, базових змінних, можна отримати за допомогою формули (D.8):

$$r_m = br_t(\underline{X}_m)\delta = bg_{rt}(\underline{X}_m)\delta. \quad (D.8)$$

(3) Добуток $b\delta_i$ для кожного експериментального значення, $r_{e,i}$, визначають за формулою (D.9):

$$b\delta_i = \frac{r_{e,i}}{r_{t,i}}. \quad (D.9)$$

(4) Зі значень $b\delta_i$ отримують значення Δ_i за допомогою формули (D.10):

$$\Delta_i = \ln(b\delta_i) = \ln(r_{e,i}) - \ln(r_{t,i}). \quad (D.10)$$

(5) Розраховане значення $\bar{\Delta}$ для $E(\Delta)$ отримують за допомогою формули (D.11):

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i. \quad (D.11)$$

(6) Розраховане значення s_Δ^2 для σ_Δ^2 отримують за допомогою формули (D.12):

$$s_\Delta^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2. \quad (D.12)$$

(7) Для встановлення нахилу b можна використати формулу (D.13):

$$b = \exp\left(\bar{\Delta} + \frac{1}{2}s_{\Delta}^2\right). \quad (\text{D.13})$$

D.8.2.2.4 Крок 4. Розрахунок коефіцієнта варіації помилок

(1) Для визначення коефіцієнта варіації, V_{δ} , вектора помилок, δ_i , можна використати формулу (D.14):

$$V_{\delta} = \sqrt{\exp(s_{\Delta}^2) - 1}. \quad (\text{D.14})$$

D.8.2.2.5 Крок 5. Аналізування сумісності

(1) Сукупність даних випробування оцінюють на сумісність із припущеннями, прийнятими у функції опору.

(2) Розкид значень $(r_{e,i}, r_{t,i})$ можна зменшити одним із таких способів:

- коригуванням розрахункової моделі для врахування параметрів, які раніше не було прийнято до уваги;

- зміненням b та V_{δ} за допомогою поділу загальної сукупності даних випробування на відповідні підгрупи, щодо яких вплив таких додаткових параметрів можна вважати постійним.

(3) Щоб визначити параметри, які мають найбільший вплив на розкид, результати випробування можна розподілити на підгрупи за цими параметрами.

Примітка. Ціль полягає в удосконаленні функції опору для всіх підгруп аналізуванням кожної підгрупи, використовуючи стандартну процедуру. Недоліком поділу результатів випробування на підгрупи є те, що кількість результатів випробування в кожній підгрупі може стати дуже малою.

(4) У разі визначення квантильних коефіцієнтів, k_n , див. крок 7, значення k_n для підгруп можна визначити на основі загальної кількості випробувань у вихідній серії.

Примітка. Варто звернути увагу на той факт, що частотне розподілення значень для опору може бути краще описано за допомогою бімодальної чи мультимодальної функції. Для перетворення цих функцій в унімодальне розподілення може бути використано спеціальні методики апроксимації.

D.8.2.2.6 Крок 6. Визначення коефіцієнтів варіації, V_{X_i} , базових змінних

(1) Якщо можна продемонструвати, що сукупність випробувальних даних є повністю репрезентативною щодо тої, яка існує реально, то коефіцієнти варіації, V_{X_i} , базових змінних у функції опору можна визначити з даних випробування.

(2) В іншому разі, коефіцієнти варіації, V_{X_i} , визначають на основі певних даних із попереднього досвіду.

Примітка. Зазвичай випробувальна сукупність не є повністю репрезентативною щодо тої, яка існує реально, тому потрібно використовувати дані з попереднього досвіду, якщо такі є.

D.8.2.2.7 Крок 7. Визначення характеристичного значення опору, r_k

(1) Якщо функція опору для послідовності j базових змінних є функцією добутку у вигляді $r = br_t \delta = b\{X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_j\} \delta$, то середнє значення $E(r)$ можна отримати за допомогою формули (D.15):

$$E(r) = b\{E(X_1) \cdot E(X_2) \cdot \dots \cdot E(X_j)\} = bg_{rt}(\underline{X}_m), \quad (D.15)$$

а коефіцієнт варіації, V_r , можна визначити з функції добутку за формулою (D.16):

$$V_r^2 = (V_\sigma^2 + 1) \left[\prod_{i=1}^j (V_{X_i}^2 + 1) \right] - 1. \quad (D.16)$$

(2) Як альтернативний варіант, для малих значень V_σ^2 та $V_{X_i}^2$ можна використовувати наближення, наведене нижче для V_r у формулі (D.17):

$$V_r^2 = V_\sigma^2 + V_{rt}^2, \quad (D.17)$$

причому $V_{X_i}^2$ визначають за формулою (D.18):

$$V_{rt}^2 = \sum_{i=1}^j V_{X_i}^2. \quad (D.18)$$

(3) Якщо функція опору являє собою складнішу функцію форми $r = br_t \delta = bg_{rt}(X_1, \dots, X_j) \delta$, то середнє значення $E(r)$ можна отримати за допомогою формули (D.19):

$$E(r) = bg_{rt}(E(X_1), \dots, E(X_j)) = bg_{rt}(\underline{X}_m), \quad (D.19)$$

а коефіцієнт варіації V_{rt} можна отримати за формулою (D.20):

$$V_{rt}^2 = \frac{VAR[g_{rt}(\underline{X})]}{g_{rt}^2(\underline{X}_m)} \cong \frac{1}{g_{rt}^2(\underline{X}_m)} \times \sum_{i=1}^j \left(\frac{\partial g_{rt}}{\partial X_i} \sigma_i \right)^2. \quad (D.20)$$

(4) Якщо кількість випробувань обмежена (скажімо, $n < 100$), то в розподіленні Δ враховують статистичні похибки. У цьому разі

розподілення розглядають як центральне t -розподілення з параметрами $\bar{\Delta}$, V_{Δ} та n .

(5) У ситуації (4) значення характеристичного опору, r_k , отримують, використовуючи формули від (D.21) до (D.26):

$$r_k = b g_{rt}(\underline{X}_m) \exp(-k_{\infty} \alpha_{rt} Q_{rt} - k_n \alpha_{\delta} Q_{\delta} - 0,5 Q^2), \quad (D.21)$$

в якій

$$Q_{rt} = \sigma_{\ln(r_t)} = \sqrt{\ln(V_{rt}^2 + 1)}; \quad (D.22)$$

$$Q_{\sigma} = \sigma_{\ln(\delta)} = \sqrt{\ln(V_{\delta}^2 + 1)}; \quad (D.23)$$

$$Q = \sigma_{\ln(r)} = \sqrt{\ln(V_r^2 + 1)}; \quad (D.24)$$

$$\alpha_{rt} = \frac{Q_{rt}}{Q}; \quad (D.25)$$

$$\alpha_{\delta} = \frac{Q_{\delta}}{Q}, \quad (D.26)$$

де

k_{∞} – значення k_n за умови $n \rightarrow \infty$, $k_{\infty} = 1,64$;

α_{rt} – ваговий коефіцієнт для Q_{rt} ;

k_n – характеристичне значення квантильного коефіцієнта з таблиці D.1 для використання в ситуації « V_X невідомо»;

α_{δ} – ваговий коефіцієнт для Q_{δ} .

Примітка. Величину V_{δ} потрібно оцінювати, використовуючи випробний зразок, який розглядають.

(6) За наявності великої кількості випробувань ($n \geq 100$), характеристичний опір, r_k , можна отримати за допомогою формули (D.27):

$$r_k = b g_{rt}(\underline{X}_m) \exp(-k_{\infty} Q - 0,5 Q^2). \quad (D.27)$$

D.8.3 Стандартна процедура оцінювання за методом В

(1) У разі використання методу В згідно з D.5(1), дотримуються процедури, викладеної в D.8.2, за винятком того, що, виконуючи крок 7, характеристичне значення квантильного коефіцієнта, k_n , замінюють на розрахункове значення квантильного коефіцієнта $k_{d,n} = \alpha_R \beta = 0,8 \times 3,8 = 3,04$.

Примітка. Наведені вище значення зазвичай використовують для отримання розрахункового значення опору, r_d , див. додаток С.

(2) У ситуації з обмеженою кількістю випробувань розрахункове значення, r_d , отримують за допомогою формули (D.28):

$$r_d = b g_{rt}(\underline{X}_m) \exp(-k_{d,\infty} \alpha_{rt} Q_{rt} - k_{d,n} \alpha_{\delta} Q_{\delta} - 0,5 Q^2), \quad (D.28)$$

де

$k_{d,\infty}$ – значення $k_{d,n}$ за умови $n \rightarrow \infty$, $k_{d,\infty} = 3,04$;

$k_{d,n}$ – розрахункове значення квантильного коефіцієнта з таблиці D.2 для використання в ситуації « V_X невідомо»;

Примітка. Величину V_{δ} оцінюють, використовуючи випробний зразок, який розглядають.

(3) У ситуації з великою кількістю випробувань розрахункове значення, r_d , можна отримати за допомогою формули (D.29):

$$r_d = b g_{rt}(\underline{X}_m) \exp(-k_{d,\infty} Q - 0,5 Q^2). \quad (D.29)$$

D.8.4 Використання додаткової інформації з попереднього досвіду

(1) Якщо дійсність функції опору, r_t , та верхня границя (за консервативного оцінювання) коефіцієнта варіації, V_r , вже відомі з

результатів значної кількості попередніх випробувань, то під час проведення подальших випробувань можна прийняти викладену нижче спрощену процедуру.

(2) У разі виконання лише одного подальшого випробування характеристичне значення, r_k , можна визначити за результатом щодо значення r_e , яке отримано під час цього випробування, використовуючи формулу (D.30):

$$r_k = \eta_k r_e \quad (D.30)$$

де

η_k – понижувальний коефіцієнт, застосовний у разі використання інформації з попереднього досвіду, який можна отримати за формулою (D.31):

$$\eta_k = 0,9 \exp(-2,31V_r - 0,5V_r^2), \quad (D.31)$$

де

V_r – максимальне значення коефіцієнта варіації згідно зі спостереженнями під час попередніх випробувань.

(3) Якщо проводять два чи три подальші випробування, характеристичне значення, r_k , можна визначити із середнього значення, r_{em} , результатів випробувань за допомогою формули (D.32):

$$r_k = \eta_k r_{em} \quad (D.32)$$

де

η_k – понижувальний коефіцієнт, застосовний у разі використання інформації з попереднього досвіду, який можна отримати за формулою (D.33):

$$\eta_k = \exp(-2,0V_r - 0,5V_r^2), \quad (D.33)$$

де

V_r – максимальний коефіцієнт варіації згідно зі спостереженнями під час попередніх випробувань, застосовний за умови, що кожне екстремальне (максимальне чи мінімальне) значення r_{ee} задовольняє умову, зазначену в формулі (D.34):

$$|r_{ee} - r_{em}| \leq 0,10r_{em} \quad (D.34)$$

(4) Значення коефіцієнта варіації, V_r , наведені в таблиці D.3, можна прийняти для видів відмови, визначених у відповідному Єврокодi, що обґрунтовує надані у переліку значення η_k відповідно до формул (D.31) та (D. 33).

Таблиця D.3 – Понижувальний коефіцієнт η_k

Коефіцієнт варіації, V_r	Понижувальний коефіцієнт, η_k	
	Для 1-го випробування	Для 2-х чи 3-х випробувань
0,05	0,80	0,90
0,11	0,70	0,80
0,17	0,60	0,70

ДОДАТОК Е

(довідковий)

ДОДАТКОВІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА МОСТІВ

Е.1 Використання цього додатка

(1) Цей довідковий додаток містить додаткові рекомендації до положень, які наведено у 4.4, щодо підвищення живучості будівель та мостів під час будівництва та експлуатації.

Примітка 1. Параметри, відкриті для національного вибору, що пов'язані з застосуванням цього довідкового додатка, визначають у Національному додатку. Цей довідковий додаток може бути застосовано в разі, якщо в Національному додатку немає ніякої інформації, пов'язаної з застосуванням положень, викладених у цьому довідковому додатку.

Примітка 2. Хоча надані в цьому довідковому додатку рекомендації стосуються будівель та мостів, але принципи, на яких ґрунтуються ці рекомендації, може бути застосовано до інших типів конструкцій.

Е.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) Згідно з цим інформаційним додатком ціль підвищення живучості:

– запобігти непропорційним наслідкам, які спричинено небезпечними подіями, такими як відмова чи руйнування конструкційного елемента або частини конструкції; або

– забезпечити певний додатковий конструкційний опір, щоб зменшити ймовірність та масштаби такої події.

Примітка. Хоча наведені в цьому довідковому додатку стратегії та методи підвищують експлуатаційні характеристики конструкції за аспектом живучості, але вони, зазвичай, не пов'язані з цільовим рівнем живучості, тим що розраховують

для конструкційного елемента стосовно визначених дій, і можуть допускати врахування умовної надійності.

(2) Розрахунок щодо визначених аварійних дій виконують згідно з EN 1991 (усі частини) та іншими застосовними Єврокодами.

Примітка 1. Визначена аварійна дія — це така, що є можливою впродовж розрахункового строку експлуатації конструкції, та для сприймання впливів якої цю конструкцію однозначно було розраховано. Таку дію вважають відомою з огляду на відповідні дані статистики чи задане розрахункове значення.

Примітка 2. Різницю між проектуванням, спрямованим на підвищення живучості згідно з цим інформаційним додатком, та розрахунком на сприймання визначених аварійних дій згідно з EN 1991 (усі частини), що також сприяє відповідності експлуатаційних характеристик конструкції за аспектом живучості (див. примітку 3), зазначено в таблиці Е.1.

Примітка 3. У разі розрахунку на сприймання визначених аварійних дій згідно з EN 1991 (усі частини) очікується досягнення розрахованого (цільового) рівня надійності.

Таблиця Е.1 – Розрахунок щодо визначених аварійних дій та стратегічні цілі проєктування для підвищення живучості

Розрахунок конструкції на сприймання аварійних дій (EN 1991 (всі частини)) Чітка спрямованість розрахунку (наприклад, щодо вибуху, удару)		Проєктування для підвищення живучості конструкцій (EN 1990) Стратегічні цілі, що ґрунтуються на обмеженні розміру збитків		
<u>Розрахунок конструкції для опору дії</u>	<u>Запобігання або зменшення масштабів дії, наприклад, розробленням заходів захисту, контролюванням подій</u>	<u>Альтернативні напрями сприйняття навантажень для забезпечення достатньої пластичності, опору, податливості та надмірної деформації, або застосування встановлених норм проєктування</u>	<u>Ключові елементи, тобто проєктування обраних елементів для забезпечення опору умовній (-им) дії(-ям)</u>	<u>Сегментація, тобто поділ на окремі частини</u>

(3) Розрахунок, пов'язаний із ситуаціями, утвореними після аварійної події, виконують, використовуючи пошкоджену конструкцію (тобто, не долучаючи пошкоджені елементи), застосовуючи комбінацію дій згідно з 8.3.4.3, та значення $A_d = 0$.

Примітка 1. Цей розрахунок може бути застосовано як частину розрахункового перевіряння аварійної події для визначення конструкційної відмови на рівні системи.

Примітка 2. Стратегічні цілі та методи проєктування для підвищення живучості наведено в Е.3 та Е.4.

Е.3 Стратегічні цілі проєктування

(1) Для підвищення живучості конструкцій можна обрати такі стратегічні цілі проєктування (див. таблицю Е.1):

а) створення альтернативних напрямів сприйняття навантаження:

– забезпечуючи достатню пластичність, опір та придатність до деформації у разі сценаріїв з місцевим пошкодженням та надмірною деформацією конструкції; та/або

– застосовуючи встановлені правила проєктування, наприклад, щодо обв'язки;

б) ключові елементи: проєктування обраних елементів, призначених для опору умовній (-им) дії(-ям);

с) сегментація: поділ конструкції на окремі частини, використовуючи один чи кілька слабших конструкційних елементів, щоб забезпечити умови, за яких руйнування кожної частини відбуватиметься незалежно, не впливаючи на безпеку інших частин.

(2) Стратегічні цілі проєктування для забезпечення живучості не є взаємовиключними і можуть бути використані окремо чи в комбінації.

Примітка 1. Відповідна підвищена надмірна деформація здатна запобігти руйнуванню по вертикалі, а сегментація – руйнуванню по горизонталі. За умов вертикального руйнування відмова елемента або частини конструкції призведе до подальшого руйнування, яке поширюватиметься у напрямку вище або вище та нижче від нього. За умов горизонтального руйнування відмова елемента або частини конструкції призведе до подальшого руйнування, яке поширюватиметься в поперечному напрямку.

Примітка 2. Сегментація на частини по вертикалі може бути відповідною стратегією у разі конструкцій із великою площею основи.

Примітка 3. Як стратегічні цілі проєктування може бути розглянуто також:
(i) зменшення ймовірності початкової місцевої відмови; (ii) обмеження загального пошкодження після передбачених ситуацій початкової місцевої відмови.

Е.4 Методи розрахунку

(1) Розрахункове перевіряння на відповідність вимогам щодо живучості за допомогою наведених у цьому додатку методів виконують, розглядаючи аварійні розрахункові ситуації, якщо не зазначено інше.

(2) Метод проєктування для забезпечення підвищеної живучості можна обрати, ґрунтуючись на класі наслідків (СС) конструкції, див. таблицю Е.2.

Таблиця Е.2 – Орієнтовні методи проєктування для підвищення живучості

Клас наслідків	Методи проєктування
СС3	Якщо вимогу визначено компетентним органом влади або, в іншому разі, узгоджено для конкретного проєкту відповідними сторонами-учасниками, виконують прийняті у відповідний спосіб вимоги щодо СС2, та, крім того, розглядають, якщо доцільно: а) потенційні початкові події відмови; б) поширення відмови; с) спричинені наслідки; д) ризики

Кінець таблиці Е.2

Клас наслідків	Методи проєктування
СС2	Якщо вимогу визначено компетентним органом влади або, в іншому разі, узгоджено для конкретного проєкту відповідними сторонами-учасниками, забезпечують виконання одної з наведених нижче умов: а) для будівель: використання встановлених норм проєктування щодо в'язей (обв'язки), щоб забезпечити цілісність, пластичність та альтернативні напрями передачі навантаження; або б) проєктування конкретних конструкційних елементів як «ключових елементів»; та/або с) сегментація
СС1	Методів проєктування для забезпечення підвищеної живучості не застосовують

Примітка 1. Правила, установлені для проєктування, наведено в інших Єврокодах.

Примітка 2. Значення дій для проєктування горизонтальних і вертикальних в'язів може бути знайдено в інших Єврокодах.

Примітка 3. Методи проєктування, наведені для конструкцій високого класу наслідків, може бути застосовано до конструкцій низького класу наслідків. Методи проєктування, використовувані для певних спеціальних конструкцій вищих класів, може бути визначено в інших Єврокодах.

(3) Як альтернативний спосіб застосування встановлених правил проєктування для забезпечення альтернативних напрямів сприйняття навантаження можна використовувати одну чи кілька інших стратегічних цілей проєктування, наведених у Е.3(1).

Примітка 1. Підставами для використання альтернативних способів замість установлених правил проєктування можуть бути ситуації, в яких застосування цих

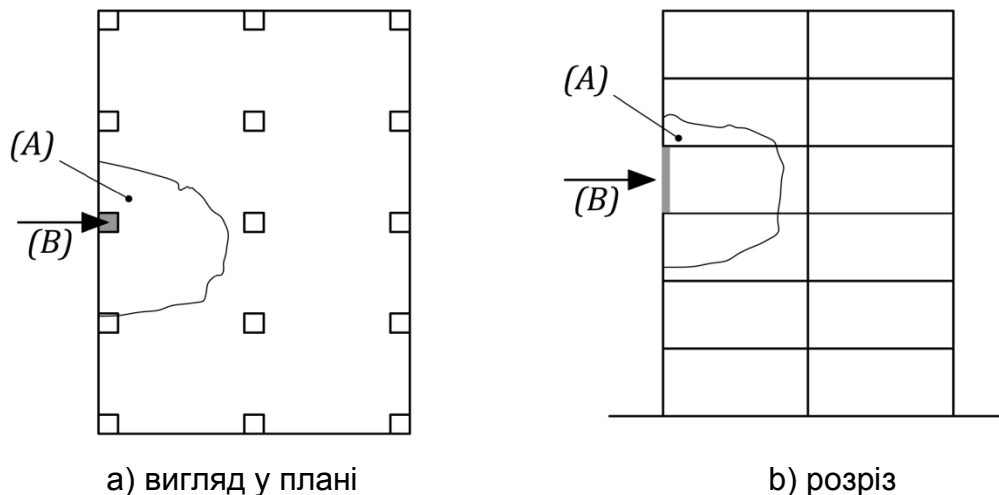
правил не доцільно для конкретної конструкції, або якщо альтернативні підходи є економічно вигіднішими.

Примітка 2. Установлені правила проєктування, наведені в EN 1991-1-7 та інших Єврокодах, зазвичай застосовують до будівель правильної форми. Особливої уваги потребують конструкції неправильної (незвичайної) форми, наприклад, із балками чи колонами, які не вирівняно одну з одною, або з велетенськими колонами чи перехідними балками.

(4) Застосовуючи стратегію розроблення ключових елементів, ці елементи визначають як такі, чия відсутність призведе до збитків, що перевищуватимуть допустиму межу.

Примітка 1. Допустимі межі пошкодження може бути визначено в Національному додатку.

Примітка 2. Приклад допустимої межі пошкодження за відсутності колони в каркасній конструкції наведено на рисунку Е.1.



Умовні позначки:

(A) – підлога, площа якої становить 15 %, або 100 м², залежно від того, яке значення є меншим, на кожному з двох сусідніх поверхів;

(B) – колона, яку умовно вилучено

Рисунок Е.1 – Приклад допустимої межі пошкодження конструкції (A) за умов вилучення несного елемента каркасної будівлі

(5) Для проєктування ключових елементів можна використовувати мінімальне значення умовної дії, застосованої як аварійна дія, або збільшені значення часткових коефіцієнтів у усталених чи перехідних розрахункових ситуаціях, як визначено компетентними органами влади або ж, якщо ним не встановлено ці значення, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(6) Якщо для проєктування ключових елементів використовують умовну дію, то її застосовують по черзі в кожному з усіх фізично можливих основних напрямків.

Примітка. Див. також EN 1991-1-7.

(7) Якщо для проєктування ключових елементів використовують збільшені значення часткових коефіцієнтів, то враховують можливість застосування дій в іншому напрямку, крім тих, на яких ґрунтується розрахунок елементів.

ДОДАТОК F

(довідковий)

МЕТОД ДОЩОВОГО ПОТОКУ ТА РЕЗЕРВУАРНИЙ МЕТОД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗМАХІВ НАПРУЖЕНЬ, СПРИЧИНЕНИХ ВТОМОЮ

F.1 Використання цього додатка

(1) Цей довідковий додаток містить рекомендації щодо підрахунку циклів методом дощового потоку та резервуарним методом для визначення розмахів напружень, спричинених втомою.

Примітка. Параметри, відкриті для національного вибору, що пов'язані з застосуванням цього довідкового додатка, визначають у Національному додатку. Цей довідковий додаток може бути застосовано в разі, якщо в Національному додатку немає ніякої інформації, пов'язаної з застосуванням положень, викладених у цьому довідковому додатку.

F.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) Цей довідковий додаток застосовують до конструкцій, які піддано втомному навантаженню.

F.3 Метод дощового потоку для підрахунку циклів

(1) Метод дощового потоку для підрахунку циклів охоплює таку послідовність дій:

a) розглядають історію напружень, зображену на рисунку F.1; розділяють зображення по лінії, що проходить через абсолютний максимум, та переміщують отриману в кінці діаграми ліву частину так, щоб змінена діаграма була обмежена двома абсолютними максимумами, див. рисунок F.2;

b) відсортовують відносні максимуми історії напружень у порядку зменшення (1, 2, ..., 6), а відносні мінімуми – в порядку зростання (1', 2', ..., 6');

с) припускаючи, що сила тяжіння діє паралельно осі t , розглядають змінену історію напружень подібно до орієнтиру для крапель води, що падають з піків (максимумів) та западин (мінімумів);

д) виділяють максимуми (піки) у порядку зменшення (1, 2, ..., 6), а мінімуми (западини) – у порядку зростання (1', 2', ..., 6') зазначених обмежень: траєкторія «кожної краплі води» на «сухій частині напрямної» дає змогу визначити напівперіод і класифікувати його в діапазоні напружень $\sigma(t)$: тобто кожна траєкторія закінчується там, де крапля падає за межі напрямної, або якщо вона натрапляє на «зволожену частину напрямної», див. рисунок F.3 (процес завершується, якщо всю напрямну «зволожено» і цикли отримано способом з'єднання напівциклів).

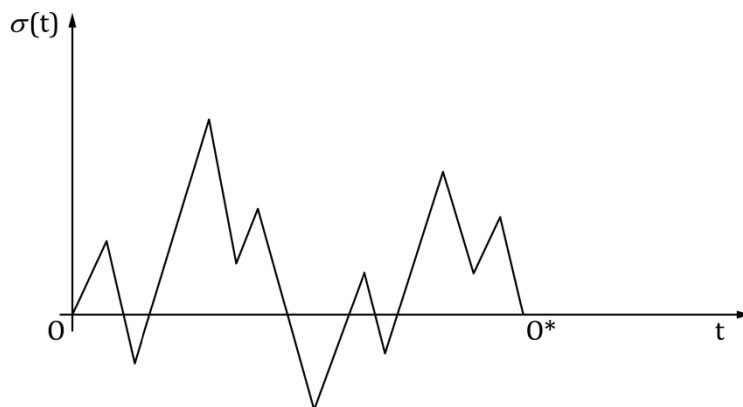


Рисунок F.1 – Метод дощового потоку: історія напружень

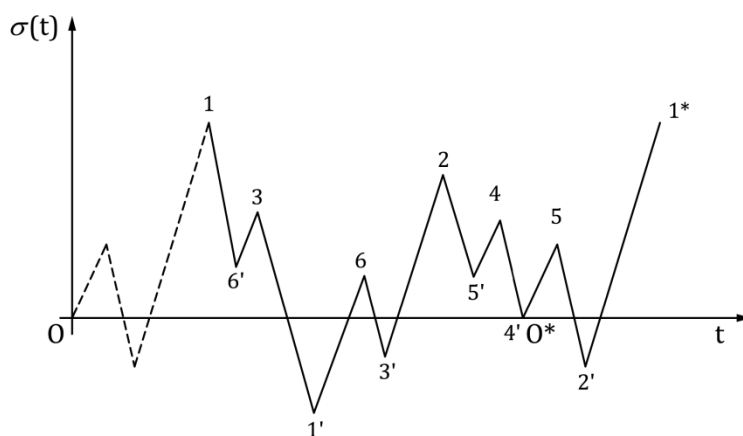


Рисунок F.2 – Метод дощового потоку: змінена історія напружень

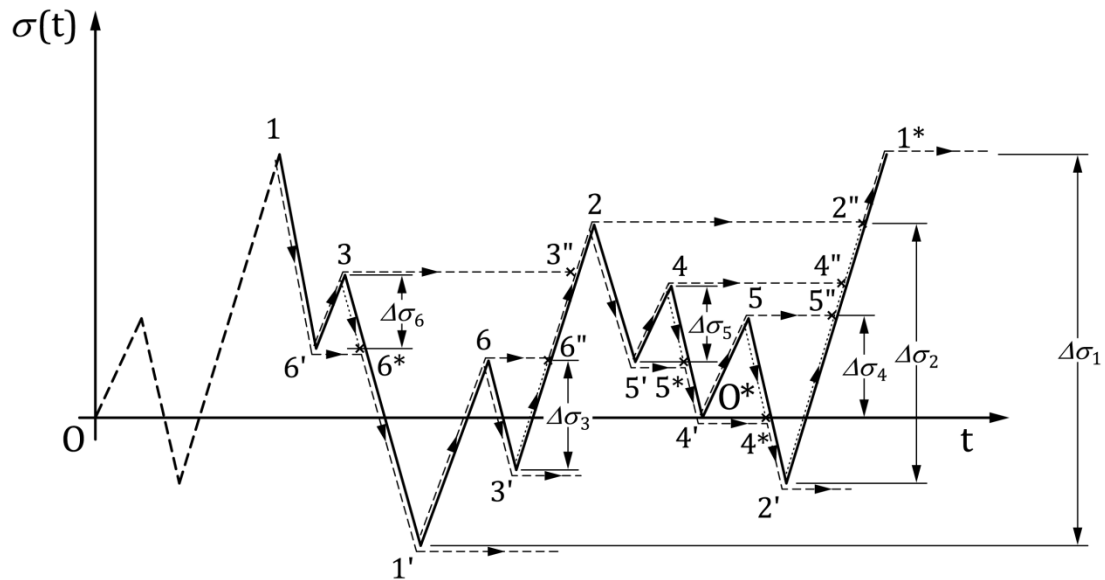


Рисунок F.3 – Приклад застосування методу дощового потоку

F.4 Резервуарний метод підрахунку циклів

(1) Метод підрахунку циклів резервуарним методом охоплює таку послідовність дій:

а) розглядають історію напружень, зображену на рисунку F.4; розділяють зображення по лінії, що проходить через абсолютний максимум, та переміщують отриману в кінці діаграми ліву частину так, щоб змінена діаграма була обмежена двома абсолютними максимумами, див. рисунок F.5;

б) відсортовують відносні мінімуми історії напружень у порядку зростання (1', 2', ..., 6');

с) представляють модифіковану історію напружень як дно резервуара;

д) «опорожняють резервуар», починаючи з западин із найнижчими мінімумами, продовжуючи надалі в порядку зростання (1', 2', ..., 6'), доки резервуар не буде порожнім, див. с) (кожна операція опорожнення відповідає циклу, а рівень опорожнюваної води відповідає діапазону обмежень); див. рисунок F.6.

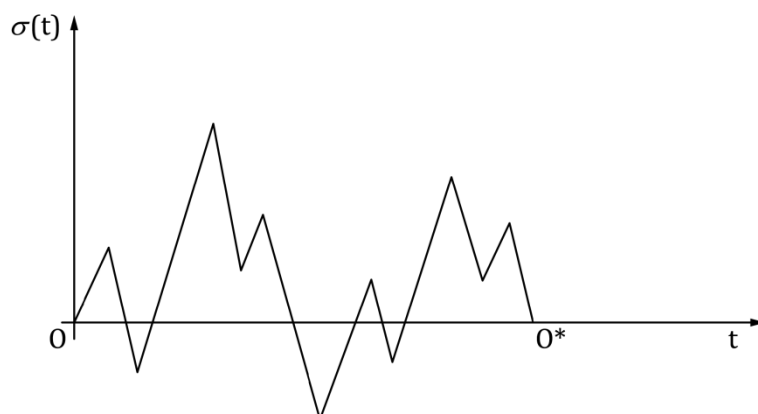


Рисунок F.4 – Резервуарний метод: історія напружень

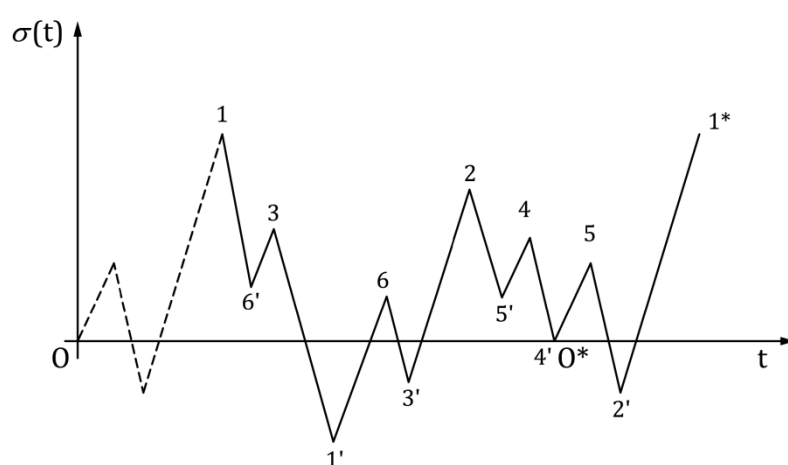


Рисунок F.5 – Резервуарний метод: змінена історія напружень

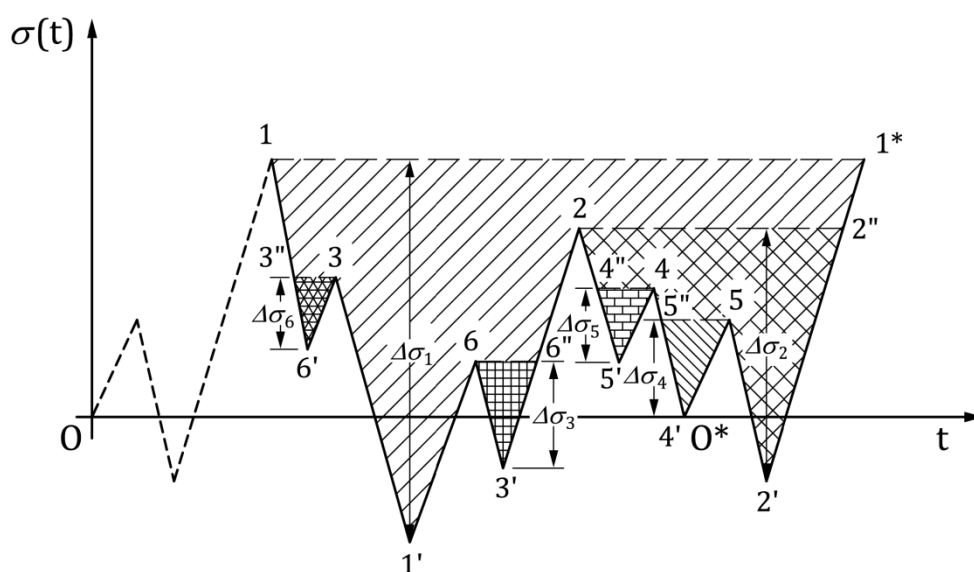


Рисунок F.5 – Приклад застосування резервуарного методу

ДОДАТОК G

(обов'язковий)

ОСНОВИ ПРОЄКТУВАННЯ ОПОРНИХ ЧАСТИН

G.1 Використання цього додатка

(1) Цей обов'язковий додаток містить положення, додаткові до викладених у 8.3.3 щодо розрахункових значень дій, застосовних до опорних частин, а також розрахункових значень ефектів, які використовують для визначення опорних частин.

G.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) Цей обов'язковий додаток можна використовувати для обґрунтування проєктних рішень опорних частин, які входять до складу інших типів конструкцій, за дотримання додаткових положень чи змін до них, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці положень, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка 1. Мінімальні вимоги щодо додаткових положень чи змін до них, які застосовують до опорних частин, що входять до складу інших типів конструкцій, може бути надано в Національному додатку.

Примітка 2. Вимоги щодо сейсмічного проєктування, які можуть бути суворішими, ніж антисейсмічні вимоги щодо конструкції опорних частин, див. в EN 1998 (усі частини). Щодо антисейсмічних пристроїв див. EN 15129 чи відповідний Європейський оцінювальний документи EAD (*European Assessment Document*).

(2) Цей обов'язковий додаток потрібно використовувати для визначення сил, розподілених від опорних частин на конструкції мостів, за умов несейсмічних розрахункових ситуацій.

(3) Цей обов'язковий додаток потрібно використовувати для визначення характеристик опорних частин для мостів, включно із силами та переміщеннями, призначених для проєктування опорних частин згідно із застосовною гармонізованою технічною специфікацією.

Примітка 1. Застосовною гармонізованою технічною специфікацією може бути EN 1337 (усі частини) або EAD.

Примітка 2. Переміщення (в опорних частинах конструкцій) можуть охоплювати переміщення та повертання, здійснювані внаслідок ковзання, кочення, хитання чи деформування опорної частини конструкції.

G.3 Загальні правила

G.3.1 Основні вимоги

(1) Конструкцію має бути запроєктовано з урахуванням дій від опорних частин, включно з діями, спричиненими функціонуванням опорних частин.

Примітка. Функціонування опорної частини (наприклад, переміщення опорної частини) може призвести до ефектів защемлення, наприклад фрикційного утримання, що впливає на інші частини конструкції та/або інші опорні частини.

(2) Сили та переміщення, прикладені до опорної частини внаслідок дій на конструкцію, має бути отримано в граничному стані за несною здатністю та граничному стані експлуатаційної придатності.

(3) У граничному стані за несною здатністю забезпечують достатню міцність та стійкість опорних частин, щоб вони витримували граничні розрахункові навантаження та переміщення конструкції, якщо не дотримано умов, викладених у (4).

(4) Під час проєктування опорної частини сили та переміщення в граничному стані за несною здатністю можна не враховувати, якщо передбачено альтернативний напрям передачі навантаження, а

конструкцію розраховано для перерозподілу цього навантаження в альтернативному напрямі за припущення, що в граничному стані за несною здатністю опорна частина руйнується, не витримуючи навантаження, і її відмова не спричиняє пошкодження конструкції.

(5) У граничному стані експлуатаційної придатності забезпечують умови, за яких опорні частини не отримуватимуть пошкоджень, які вплинули б на їх правильне функціонування або спричинили б надмірні витрати на технічне обслуговування впродовж їх розрахункового строку експлуатації.

(6) Опорні системи проєктують із таким розрахунком, щоб окремі опорні частини не було піддано розтягувальним зусиллям у комбінації з характеристиками в стані SLS і щоб не відбувалося суттєвого перерозподілу сприйнятих навантажень на інші опорні частини внаслідок їх накопичення через монтажні допуски.

Примітка. Критерії визначення допустимих зусиль розтягу в опорних частинах та опорних системах може бути наведено в Національному додатку. Може бути запроєктовано спеціальні пристрої, які не підпадають під дію застосовних гармонізованих технічних специфікацій, наприклад системи кріплення (до основи).

G.3.2 Невизначеності

(1) Щодо сил та переміщень опорної частини враховують невизначеності, зокрема:

- технологію монтажу опорних частин;
- послідовність зведення конструкції;

– початкову температуру, T_0 , за припущенням щодо монтажу опорних частин (див. EN 1991-1-5);

- діапазон початкової температури елемента конструкції, ΔT_0 (див. EN 1991-1-5);
- нахил та осадку фундаменту; та
- точність розташування прогонової будови, проміжних і берегових опор моста.

G.3.3 Схема розташування та специфікований опис опорних частин

G.3.3.1 Схема розташування опорних частин

(1) Схему розташування опорних частин має бути розроблено згідно із застосовною гармонізованою технічною специфікацією.

(2) На схемі розташування опорних частин зазначають орієнтацію опорних частин відносно конструкції.

(3) На схемі розташування опорних частин вказують напрямок попереднього налаштування відносно конструкції загалом, в якій попереднє налаштування не є симетричним.

G.3.3.2 Специфікований опис опорних частин

(1) Має бути розроблено специфікований опис опорних частин.

Примітка 1. Якщо в Національному додатку не зазначено іншого, форму специфікованого опису приймають у вигляді таблиці G.1 (NDP) та таблиці G.2 (NDP), в яких наводять:

- характеристичні значення реакцій опорних частин та їх переміщень, що виникають внаслідок кожної окремої дії (див. таблицю G.1 (NDP));
- розрахункові значення переміщень опорних частин та реакцій опорних частин за відповідних комбінацій у граничному стані за несною здатністю (див. таблицю G.2(NDP));
- переміщення та несну здатність опорних частин за відповідних комбінацій у граничному стані експлуатаційної придатності (див. таблицю G.2(NDP));

– розрахункове значення найнижчої та найвищої робочої температури опорної частини, яке може бути прийнято як мінімальну та максимальну температуру повітря в затінку згідно з EN 1991-1-5, якщо опорну частину не піддано впливу інтенсивного сонячного випромінювання;

– інші функційні та конструкційні особливості згідно з вимогами застосовної гармонізованої технічної специфікації).

Примітка 2. Місцеву систему координат, яку застосовано в таблицях G.1 (NDP) та G.2 (NDP), показано на рисунку G.1.

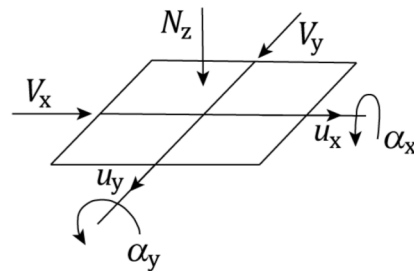


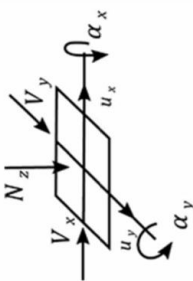
Рисунок G.1 – Місцева система координат, застосована в таблиці G.1 (NDP) та таблиці G.2 (NDP)

(2) Розміри верхнього листа (плити ковзання) пласкої рухомої опорної частини визначають відповідно до заданої комбінації дій.

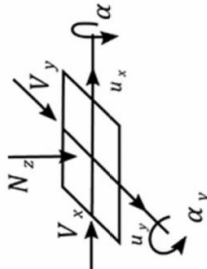
Примітка. Комбінація, яку має бути використано, є усталеною розрахунковою ситуацією за умов ULS, якщо в Національному додатку не прийнято іншого.

(3) Якщо навантаження на опорні частини та переміщення опорних частин під час будівництва перевищують значення, встановлені для умов експлуатації, їх зазначають окремо.

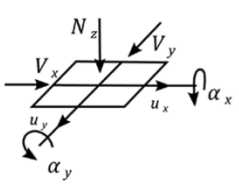
Таблиця G.1 (NDR) – Специфікований опис опорної частини з характеристичними значеннями окремих дій

Проект: Опорна частина №		Наведений нижче перелік містить екстремальні характеристичні значення навантажень і переміщень за умов експлуатації. Якщо навантаження на опорну частину та переміщення опорної частини під час будівництва перевищують значення, встановлені для умов експлуатації, їх має бути зазначено окремо															
		Реакції та переміщення опорної частини															
		N_z , кН		V_x , кН		V_y , кН		u_x , мм		u_y , мм		α_x , мрад		α_y , мрад			
Місцева система координат 		макс.		мін.		макс.		мін.		макс.		мін.		макс.		мін.	
Постійні дії																	
1.1	Власна вага конструкції																
1.2	Вага неконструкційних елементів																
1.3	Попереднє напруження																
1.4	Повзучість																
1.5	Усадка																
Змінні дії																	
2.1	Рухомі навантаження																
2.2	Спеціальні транспортні засоби в комбінації з рухомими навантаженнями																
2.3	Відцентрові сили																
2.4	Гальмування та прискорення																
2.5	Пішохідний рух																
2.6	Дія вітру на конструкцію без рухомого навантаження																
2.7	Дія вітру на конструкцію із рухомим навантаженням																

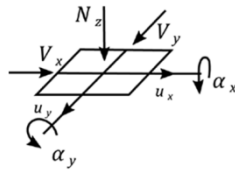
Кінець таблиці G.1

	Проект: Опорна частина №	Наведений нижче перелік містить екстремальні характеристичні значення навантажень і переміщень за умов експлуатації. Якщо навантаження на опорну частину та переміщення опорної частини під час будівництва перевищують значення, встановлені для умов експлуатації, їх має бути зазначено окремо															
		Реакції та переміщення опорної частини															
		N_z , кН		V_x , кН		V_y , кН		u_x , мм		u_y , мм		α_x , мрад		α_y , мрад			
		макс.	мін.	макс.	мін.	макс.	мін.	макс.	мін.	макс.	мін.	макс.	мін.	макс.	мін.		
		Змінні дії															
2.8	Діапазон постійної температури																
2.9	Перепад температур по вертикалі																
2.10	Перепад температур по горизонталі																
2.11	Осадка																
2.12	Опір опорної частини/тертю																
2.13	Замінування опорної частини																
2.14	Ефекти навантаження за стиску і розтягу внаслідок руху транспорту																
Сейсмічні дії																	
3.1	Суттєві пошкодження (Significant Damage; SD)																
3.2	Обумовлені межі пошкодження (Damage Limitation; DL)																
Аварійні дії																	
4.1	Сходження з рейок																
4.2	Удар																

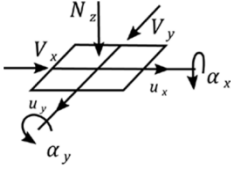
Таблиця G.2 (NDP) – Специфікований опис опорної частини з характеристиками навантажень і переміщень у граничному стані за несною здатністю та граничному стані експлуатаційної придатності

Проект:								
Опорна частина №								
 Місцева система координат		У переліку нижче наведено застосовні одночасно розрахункові значення навантажень та переміщень опорної частини за умов експлуатації. Якщо навантаження та переміщення опорної частини під час будівництва перевищують значення, встановлені для умов експлуатації, їх має бути зазначено окремо. Екстремальні значення (встановлені до початку проєктування), зображено в межах сірого поля						
		Відповідні розрахункові значення навантажень і переміщень опорних частин						
		N_z	V_x	V_y	u_x	u_y	α_x	α_y
		кН	мм	кН	мм	мм	мрад	мрад
Навантаження на опорні частини та їх переміщення за умов усталеної розрахункової ситуації в граничному стані за несною здатністю								
Навантаження на опорні частини за умов усталеної розрахункової ситуації в граничному стані за несною здатністю								
1.1	макс. $N_{z,d}$							
1.2	мін. $N_{z,d}$							
1.3	макс. $V_{x,d}$							
1.4	мін. $V_{x,d}$							
1.5	макс. $V_{y,d}$							
1.6	мін. $V_{y,d}$							
Переміщення за умов усталеної розрахункової ситуації в ULS								
2.1	макс. $u_{x,d}$							
2.2	мін. $u_{x,d}$							
2.3	макс. $u_{y,d}$							
2.4	мін. $u_{y,d}$							

Продовження таблиці G.2

Проект:									
Опорна частина №									
 Місцева система координат			У переліку нижче наведено застосовні одночасно розрахункові значення навантажень та переміщень опорної частини за умов експлуатації. Якщо навантаження та переміщення опорної частини під час будівництва перевищують значення, встановлені для умов експлуатації, їх має бути зазначено окремо. Екстремальні значення (встановлені до початку проєктування), зображено в межах сірого поля						
			Відповідні розрахункові значення навантажень і переміщень опорних частин						
			N_z	V_x	V_y	u_x	u_y	α_x	α_y
			кН	мм	кН	мм	мм	мрад	мрад
2.5		макс. $\alpha_{x,d}$							
2.6		мін. $\alpha_{x,d}$							
2.7		макс. $\alpha_{y,d}$							
2.8		мін. $\alpha_{y,d}$							
Навантаження опорних частин та їх переміщення в граничному стані експлуатаційної придатності (характеристична комбінація)									
Навантаження опорних частин за умов характеристичної комбінації									
3.1		макс. $N_{z,d}$							
3.2		мін. $N_{z,d}$							
3.3		макс. $V_{x,d}$							
3.4		мін. $V_{x,d}$							
3.5		макс. $V_{y,d}$							
3.6		мін. $V_{y,d}$							

Кінець таблиці G.2

Проект:								
Опорна частина №								
		У переліку нижче наведено застосовні одночасно розрахункові значення навантажень та переміщень опорної частини за умов експлуатації. Якщо навантаження та переміщення опорної частини під час будівництва перевищують значення, встановлені для умов експлуатації, їх має бути зазначено окремо. Екстремальні значення (встановлені до початку проектування), зображено в межах сірого поля						
		Відповідні розрахункові значення навантажень і переміщень опорних частин						
		N_z	V_x	V_y	u_x	u_y	α_x	α_y
		кН	мм	кН	мм	мм	мрад	мрад
Переміщення за умов характеристичної комбінації								
4.1		макс. $u_{x,d}$						
4.2		мін. $u_{x,d}$						
4.3		макс. $u_{y,d}$						
4.4		мін. $u_{y,d}$						
4.5		макс. $\alpha_{x,d}$						
4.6		мін. $\alpha_{x,d}$						
4.7		макс. $\alpha_{y,d}$						
4.8		мін. $\alpha_{y,d}$						

G.3.4 Замінювання опорних частин

(1) Опорні частини та опорні системи має бути запроєктовано з таким розрахунком, щоб опорні частини чи їх окремі елементи можна було перевіряти, обслуговувати та замінювати.

(2) Для замінювання опорних частини чи їх окремих елементів конструкцію має бути запроєктовано так, щоб її можна було підняти за допомогою домкратів, забезпечуючи мінімальний зазор для підйому.

Примітка. Мінімальний зазор для підйому верхньої конструкції становить 10 мм за ненавантаженого стану опорної частини, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення.

(3) Визначають дії, які має бути враховано для установлення контрольованого зусилля підняття домкратом.

Примітка. Дії, які має бути враховано для визначення контрольованого зусилля підняття домкратом, може бути встановлено в Національному додатку.

(4) Якщо замінювання опорних частин впливає на конструкційну систему моста, цей ефект враховують у проєктному рішенні.

(5) У разі замінювання опорних частин чи їх елементів, призначених для сприймання зусиль розтягу, конструкцію має бути запроєктовано з урахуванням такого замінювання.

G.4 Принципи розрахунку за граничним станом

G.4.1 Розрахункові ситуації

(1) Реакції опорних частин та їх переміщення потрібно визначати з огляду на різницю між перехідними та усталеними розрахунковими ситуаціями, за врахування умов, за яких опорні частини може бути встановлено до завершення монтажу прогонової будови моста, та/або потреби врахування деформації верхньої конструкції під час виконання робіт.

Примітка 1. Перехідними розрахунковими ситуаціями є ті, що пов'язані з виконанням конструкції до завершення монтажу прогонової будови або до встановлення опорних частин, а також ті, що пов'язані з замінюванням опорних частин.

Примітка 2. Усталеними розрахунковими ситуаціями є ті, що виникають внаслідок змінних і залежних від часу дій після завершення монтажу прогонової будови моста та встановлення опорних частин.

Примітка 3. Перехідні розрахункові ситуації можуть бути визначальними для конструкції опорних частин, наприклад, у разі еластомерних опорних частин, які піддано значному обертанню за низького рівня вертикальних навантажень під час монтажу балок.

(2) Реакції опорних частин та їх переміщення в усталених розрахункових ситуаціях мають охоплювати ефекти, спричинені будівельними роботами на етапах будівництва після того, як опорні частини прикріплено до конструкції.

(3) Специфічні тимчасові розрахункові ситуації для розрахункового перевіряння опорних частин та спричинених ними ефектів для конструкції визначають згідно з вимогами, які встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено ці вимоги, то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

Примітка. Наприклад, для сталевих мостів ефекти від укладання гарячого асфальту може бути враховано як перехідну розрахункову ситуацію.

G.5 Основні змінні. Дії та впливи довкілля

G.5.1 Класифікація дій

(1) Реакції опорних частин та їх переміщення розглядають як ефекти, спричинені комбінаціями дій.

Примітка. Реакції опорних частин розглядають як ефект від інших дій, наприклад, теплових дій чи поздовжніх рухомих навантажень, які призводять до переміщення опорної частини. Отже, якщо комбінація дій призводить до переміщення опорної частини, то в цій комбінації також застосовують реакцію опорної частини, використовуючи її розрахункове значення, як визначено в G.7.1. Реакції опорних частин не розглядають як незалежні постійні чи змінні дії, а, відтак, безпосередньо до реакції опорних частин комбінаційні коефіцієнти ψ не застосовують.

G.5.2 Репрезентативні значення дій

(1) Характеристичні значення дій, які використовують для отримання значень реакцій опорних частин та їх переміщень, має бути прийнято з інших застосовних Єврокодів.

(2) У разі перехідних розрахункових ситуацій характеристичні значення змінних дій можна зменшити через обмежену тривалість розрахункової ситуації, як визначено в інших застосовних Єврокодах.

Примітка 1. В EN 1991-1-6 викладено детальну інформацію стосовно дій під час зведення.

Примітка 2. У 8.8.4 EN 1991-2 викладено детальну інформацію стосовно рухомого навантаження в перехідних розрахункових ситуаціях.

G.5.3 Специфічні види дій

G.5.3.1 Дії під час монтажу (перехідна розрахункова ситуація)

(1) Під час монтажу прогонової будови моста з елементами ковзання або кочення потрібно враховувати не лише тертя в опорних частинах, але й ефекти від поздовжнього нахилу моста та зміщення проміжних опор.

Примітка. Інформацію про наведення мостів (мостокладачем) див. у EN 1991-1-6.

G.5.3.2 Ефекти від осадки (усталена розрахункова ситуація)

(1) Якщо осадка сприяє виникненню дій, її має бути враховано.

G.6 Конструкційний розрахунок. Ефекти від деформації проміжних і берегових опор

(1) Якщо деформація проміжних і берегових опор моста призводить до перерозподілу дій в системі обпирання (та опорних частинах), то дії на опорні частини потрібно розраховувати, використовуючи комбінації дій на основі теорії другого порядку.

(2) У разі розрахунку деформацій проміжної та берегової опори геометричні недосконалості можна зменшити множенням на коефіцієнт k_{ϕ} .

Примітка. Значення k_{ϕ} дорівнює 0,5, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення.

G.7 Перевіряння методом часткових коефіцієнтів

G.7.1 Розрахункові значення реакції опорної частини

G.7.1.1 Ефекти заземлення та ексцентриситети

(1) Ефекти заземлення та ексцентриситети всередині опорних частин внаслідок переміщення потрібно визначити згідно із застосовною гармонізованою технічною специфікацією.

G.7.1.2 Зусилля, що виникають внаслідок опору елементів ковзання

(1) Силу, обумовлену відносним переміщенням поверхонь ковзання опорних частин моделюють як силу тертя, приймаючи граничне значення на основі коефіцієнта статичного (опорного) тертя та нормальної сили, незалежно від величини переміщення, зі знаком, протилежним напрямку рух.

(2) Розрахункове значення реакції опорної частини, F_{bd} , обумовлене тертям опорної частини, що виникає внаслідок переміщення елементів ковзання, має бути визначено за формулою (G.1):

$$F_{bd} = \gamma_{Sd} \mu_d N_d, \quad (G.1)$$

де

γ_{Sd} — частковий коефіцієнт для врахування невизначеності під час моделювання ефектів дій;

μ_d – розрахункове значення коефіцієнта тертя для опорної частини, наведене в G.7.3.1;

N_d – розрахункове значення нормальних сил, що діють на опорній частині у відповідній комбінації.

Примітка 1. Використовуючи частковий коефіцієнт, γ_{sd} , представляють невизначеності під час моделювання впливу сили тертя на конструкцію, додатково до невизначеностей у розрахунку вертикальних сил, які використовують для визначення сили тертя. Значення γ_{sd} дорівнює 1,0, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення.

Примітка 2. Розрахункове значення за умов SLS отримують, використовуючи часткові коефіцієнти $\gamma_F = 1,0$. Див. 8.4.2.

(3) Верхнє розрахункове значення реакції опорної частини, F_{bd} , може бути обмежено, ґрунтуючись на максимально можливій силі реакції, що відповідає сумісним переміщенням прогонової будови та системи обпирання.

Приклад. Це положення може стосуватися високих тонких проміжних опор моста поблизу центру переміщення мостового настилу.

(4) Якщо реакція опорної частини діє сприятливо, то нижнє розрахункове значення реакції опорної частини, F_{bd} , обумовлене тертям опорної частини, приймають таким, що дорівнює нулю.

Примітка. Див. G.7.3.1 щодо ситуацій як сприятливої, так і несприятливої дії тертя на один і той самий елемент конструкції.

(5) Силу тертя опорної частини не розглядають як таку, що протидіє якійсь зовнішній силі.

G.7.1.3 Зусилля, що виникають внаслідок опору зсуву еластомерних елементів

(1) Зусилля, спричинене деформацією еластомерного матеріалу в опорних частинах, моделюють як силу, пропорційну величині переміщення, зі знаком, протилежним напрямку переміщення.

(2) Розрахункове значення реакції опорної частини, F_{bd} , внаслідок деформації еластомерних елементів має бути визначено за допомогою формули (G.2), в якій характеристики є відомими:

$$F_{bd} = \gamma_{sd} \sum_{i=1}^n \frac{G_{de,i} A_{eff,i}}{t_{el;eff,i}} u_{d,i} , \quad (G.2)$$

де

γ_{sd} – частковий коефіцієнт для врахування невизначеності під час моделювання ефектів дій;

n – кількість шарів еластомерного матеріалу;

$G_{de,i}$ – розрахункове значення модуля зсуву еластомеру для шару i , див. G.7.3.2;

$A_{eff,i}$ – ефективна площа в плані для шару i еластомерної опорної частини, визначена згідно з EN 1337-3;

$t_{el;eff,i}$ – ефективна товщина шару еластомеру i , визначена згідно з застосовною гармонізованою технічною специфікацією;

$u_{d,i}$ – розрахункове значення відносного зсуву шару еластомеру i .

Примітка 1. Використовуючи частковий коефіцієнт γ_{sd} , представляють невизначеності під час моделювання ефекту від сили зсуву для конструкції, додатково до невизначеностей у розрахунку переміщення, яке використовують для визначення сили тертя. Значення γ_{sd} дорівнює 1,0, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення.

Примітка 2. Розрахункові значення за умов SLS отримують, використовуючи часткові коефіцієнти $\gamma_F = 1,0$. Див. 8.4.2.

(3) Якщо роботу опорної частини може бути представлено набором загальних параметрів, або якщо конкретна конструкція опорної частини невідома, то можна застосувати формулу (G.3).

$$F_{bd} = \gamma_{Sd} \left(\frac{G_d A_{eff}}{t_{el;eff}} \right) u_d, \quad (G.3)$$

де

A_{eff} – ефективна площа в плані еластомерної опорної частини, визначена згідно з застосовною гармонізованою технічною специфікацією;

$t_{el;eff}$ – ефективна товщина еластомерного елемента, визначена згідно з застосовною гармонізованою технічною специфікацією

G.7.2 Розрахункові значення дій

(1) Розрахункові значення переміщень та сил має бути визначено, ґрунтуючись на комбінаціях, наведених в А.2.

(2) Розрахункові значення переміщень опорних частин, що виникають внаслідок повзучості та усадки, отримують із характеристичних значень повзучості та усадки, які визначено згідно з іншими застосовними Єврокодами.

Примітка. Див. EN 1992-1-1.

G.7.3 Розрахункові значення властивостей матеріалу

G.7.3.1 Коефіцієнт тертя в опорних частинах з елементами ковзання

(1) Розрахункові значення коефіцієнта тертя, μ_d , опорної частини, яке використовують для розрахунку максимальної сили тертя

у разі опорних частин з елементами ковзання, має бути визначено за формулою (G.4).

$$\mu_d = \mu_{\max}, \quad (\text{G.4})$$

де

$\mu_{\max}$ – максимальний коефіцієнт тертя для поверхонь ковзання за умов тиску на контактну поверхню, що виникає внаслідок N_d , прийнятий згідно з застосовною гармонізованою технічною специфікацією.

Примітка 1. Коефіцієнт тертя залежить від багатьох факторів, включно з типом матеріалу поверхонь ковзання та тиском на контактну поверхню. Коефіцієнт тертя може залежати також від зношеності (матеріалу поверхні), температури та швидкості ковзання. У відповідних узгоджених технічних специфікаціях зазначено різні коефіцієнти тертя для різних матеріалів та різних умов тиску на контактну поверхню.

Примітка 2. Величина $\mu_{\max}$ являє собою коефіцієнт для врахування довгострокового максимального статичного тертя разом зі зношеністю та низькою температурою. Якщо поверхні ковзання з нового матеріалу, то може бути застосовано нижчі значення коефіцієнта тертя.

(2) Якщо тертя опорних частин відбувається у протилежних напрямках так, що сили тертя в одних опорних частинах послаблюються силами тертя в інших опорних частинах, то підсумкову величину реакції опорної частини, що діє у фіксованій точці, можна визначити за допомогою модифікованих значень коефіцієнта тертя за несприятливих та сприятливих умов згідно з формулами (G.5) та (G.6).

$$\mu_d = 0,5\mu_{\max}(1 + \alpha_n); \quad (\text{G.5})$$

$$\mu_{d,fav} = 0,5\mu_{\max}(1 - \alpha_n), \quad (\text{G.6})$$

де

μ_d – коефіцієнт тертя для врахування несприятливих умов;

$\mu_{d,fav}$ – коефіцієнт тертя для врахування сприятливих умов;

α_n – коефіцієнт, що залежить від типу та кількості опорних частин згідно з таблицею G.3;

n – мінімальне число за одним із таких варіантів: кількість опорних частин за несприятливої дії сил, або кількість опорних частин за сприятливої дії сил; значення n може відрізнятися від кількості проміжних опор, якщо в проміжних опорах є по кілька опорних частин.

Таблиця G.3 – Поправковий коефіцієнт, α_n , щодо кількості опорних частин

Кількість опорних частин, n	Поправковий коефіцієнт, α_n
≤ 4	1
$4 < n < 10$	$(16 - n)/12$
≥ 10	0,5

G.7.3.2 Модуль зсуву еластомерних опорних частин

(1) Розрахункове значення модуля зсуву еластомеру, G_{de} , приймають згідно з застосовною гармонізованою технічною специфікацією.

Примітка. Розрахункове значення модуля зсуву, G_{de} , залежить від твердості еластомеру, температурних ефектів та динамічних впливів.

(2) Якщо реакції опорних частин діють у протилежних напрямках так, що сили на одних опорних частинах протидіють силам на інших опорних частинах, то переміщення конструкції та реакції опорних частин розраховують, ґрунтуючись на верхньому та нижньому розрахункових значеннях модуля зсуву для відповідних напрямків переміщення.

Примітка. Верхнє та нижнє значення можуть ґрунтуватися на допусках для модуля зсуву, G_{exp} , які наведено в застосовній узгодженій технічній специфікації (якщо в Національному додатку не надано інших значень), якщо G_{exp}

використовують як номінальне значення модуля зсуву, G_{nom} , та застосовують для визначення верхнього та нижнього значення G_{de} з використанням коефіцієнтів температурного та динамічного впливу, k_{temp} та k_{dyn} , згідно із застосовною гармонізованою технічною специфікацією.

G.7.4 Розрахункові значення діапазону переміщення

G.7.4.1 Розрахункові значення переміщень за стиснення та розширення

(1) Діапазон розрахункових значень переміщення визначають відносно початкової контрольної точки положення опорної частини, розглядаючи розрахункові значення переміщень за стиснення та розширення від цієї початкової контрольної точки.

(2) Розрахунковий діапазон переміщення розраховують для найтяжчих умов у тимчасових та усталених ситуаціях, враховуючи залежні від часу переміщення конструкції.

(3) Для опорної частини розрахункове значення стиснення, $d_{d,con}$ та розрахункове значення розширення, $d_{d,exp}$, обчислюють згідно з формулами (G.7) та (G.8).

$$d_{d,con} = \Delta d + d_{Gd} + d_{Qd,con} + d_{Pd}; \quad (G.7)$$

$$d_{d,exp} = \Delta d - d_{Gd} + d_{Qd,exp} - d_{Pd}, \quad (G.8)$$

де

Δd – величина, якою представляють геометричну невизначеність, див. G.7.4.2;

d_{Gd} – розрахункове значення переміщення внаслідок ефектів постійних дій, див. G.7.4.3;

$d_{Qd,con}$ – розрахункове значення переміщення за стиснення внаслідок змінних дій, див. G.7.4.4;

$d_{Qd,exp}$ – розрахункове значення переміщення за розширення внаслідок змінних дій, див. G.7.4.4;

d_{Pd} – розрахункове значення переміщення внаслідок попереднього напруження, див. G.7.4.5.

Примітка. У формулах (G.7) та (G.8) члени d_{Gd} та d_{Pd} позначено для прикладу. Напрямок переміщення має відповідати іншим переміщенням, які застосовують у формулах.

G.7.4.2 Геометрична невизначеність

(1) Невизначеність положення опорної частини представляють у вигляді геометричної невизначеності, Δd , положення опорної частини.

Примітка 1. Значення Δd становить ± 20 мм, якщо в Національному додатку не вказано іншого значення. Величину геометричної невизначеності може бути зазначено в Національному додатку як еквівалентну температуру.

Примітка 2. Геометричну невизначеність, Δd , долучають як додаткову до розрахункового значення переміщення за розширення та до розрахункового значення переміщення за стиснення.

(2) Збільшене значення геометричної невизначеності приймають згідно з тим, яке визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено це значення, то його мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

G.7.4.3 Розрахункове значення переміщення внаслідок постійних дій

(1) У розрахунковому значенні переміщення, d_{Gd} , внаслідок ефектів, що залежать від часу, враховують повзучість, усадку, фіксацію від переміщення під час виконання конструкції, осадку тощо.

Примітка 1. У перехідній та усталеній ситуації прийнятними можуть бути різні значення.

Примітка 2. Ефекти постійних дій можуть призвести до зміщення від початкової контрольної точки в напрямку розширення чи стиснення.

(2) Переміщення опорних частин під час виконання конструкції до того, як її буде зафіксовано (див. G.4.1), враховують у розрахунковому значенні переміщення внаслідок ефектів постійних дій як значення $d_{\text{execution}}$.

(3) У разі конструкцій із несними опорами, статично невизначуваними в поздовжньому напрямку (наприклад, групи проміжних опор із фіксованими опорними частинами), для визначення реакції опорної частини в горизонтальному напрямку враховують невизначеність щодо референтного значення температури, пов'язану зі зміненням температури прогонової будови моста під час монтажу цієї групи проміжних опор із фіксованими опорними частинами.

G.7.4.4 Розрахункове значення переміщення внаслідок змінних дій

(1) Розрахункові значення переміщення внаслідок змінних дій, $d_{Qd, \text{con}}$ та $d_{Qd, \text{exp}}$, обчислюють, ґрунтуючись на застосовній комбінації дій.

Примітка. Змінні дії, наприклад, температурні та рухомі навантаження, можуть призвести до переміщень як у напрямку розширення, так і в напрямку стиснення.

(2) Якщо теплову дію уведено до відповідної комбінації дій, розрахункові значення переміщень обчислюють на основі розрахункового значення максимального падіння компоненти постійної температури, що призводить до стиснення, $\Delta T_{d, \text{con}}$ згідно з формулою (G.9), та розрахункового значення максимального підвищення компоненти постійної температури, що призводить до розширення, $\Delta T_{d, \text{exp}}$, згідно з формулою (G.10).

$$\Delta T_{d,con} = \gamma_{Q,T} \Delta T_{N,con} ; \quad (G.9)$$

$$\Delta T_{d,exp} = \gamma_{Q,T} \Delta T_{N,exp} , \quad (G.10)$$

де

$\gamma_{Q,T}$ – частковий коефіцієнт теплових дій у застосовній комбінації;

$\Delta T_{N,con}$ – характеристичне значення максимального падіння компоненти постійної температури, що призводить до стиснення (див. EN 1991-1-5);

$\Delta T_{N,exp}$ – характеристичне значення максимального підвищення компоненти постійної температури, що призводить до розширення (див. EN 1991-1-5).

Примітка 1. Характеристичні значення підвищення та падіння температури, $\Delta T_{N,con}$ та $\Delta T_{N,exp}$, охоплюють діапазон початкової температури моста ΔT_0 (див. EN 1991-1-5).

Примітка 2. Розрахункове значення за умов SLS отримують, використовуючи часткові коефіцієнти $\gamma_F = 1,0$. Див. 8.4.2.

G.7.4.5 Розрахункове переміщення внаслідок попереднього напруження

(1) У розрахунковому значенні переміщення внаслідок попереднього напруження, d_{Pd} , враховують миттєві деформації, спричинені прикладенням попереднього напруження.

Примітка. Попереднє напруження може призвести до зміщення від початкової контрольної точки в напрямку розширення або стиснення.

(2) У розрахунковому значенні переміщення внаслідок попереднього напруження, d_{Pd} , не враховують залежні від часу ефекти, наприклад повзучість, які враховують у переміщенні через ефекти постійних дій.

G.7.5 Зусилля реакції у фіксованих точках

G.7.5.1 Жорстко фіксована точка в одній береговій опорі, а в інших проміжних опорах – опорні частини з елементами вільного ковзання

(1) Якщо горизонтальну деформацію берегової опори у фіксованій точці можна не враховувати, а інші опорні частини містять елементи ковзання, то прикладену в фіксованій точці системи обпирання горизонтальну силу, F_{bd} , що виникає внаслідок опору всієї системи обпирання разом із горизонтальним навантаженням, Q_{Lk} , від прискорення та гальмування як провідної змінної дії, розраховують за допомогою формули (G.11):

$$F_{bd} = \gamma_Q Q_{Lk} + \gamma_{Sd} \mu_d \sum N_{d,i} , \quad (G.11)$$

де

F_{bd} – розрахункове значення реакції опорної частини в фіксованій точці;

$\gamma_Q Q_{Lk}$ – розрахункове значення горизонтальної сили, що виникає внаслідок прискорення та гальмування (див. 6.4.1 EN 1991-2);

γ_{Sd} – частковий коефіцієнт для врахування невизначеності під час моделювання ефектів дій (див. G.7.1);

μ_d – розрахункове значення тертя опорної частини, наведене в G.7.3.1;

$N_{d,i}$ – розрахункове значення нормальних сил, що діють на опорних частинах з елементами ковзання у складі опори i (див. G.7.1).

Примітка 1. Застосовну комбінацію дій, яку має бути використано для обчислення N_d , наведено у формулі (G.12), якщо в Національному додатку не обрано іншої.

$$N_d = \gamma_G G_k + \gamma_P P_k + \sum \gamma_{Q,j} \psi_{2,j} Q_{k,j}, \quad (G.12)$$

де

N_d – розрахункове значення нормальних сил, що діють на опорні частини з елементами ковзання;

$\gamma_G G_k$ – розрахункове значення вертикальної сили, що виникає від постійних дій;

$\gamma_P P_k$ – розрахункове значення вертикальної сили, що діє на опори внаслідок попереднього напруження;

$\gamma_{Q,j}$ – частковий коефіцієнт для $Q_{k,j}$;

$\psi_{2,j} Q_{k,j}$ – квазіпостійне значення вертикальної супутньої змінної дії j .

Примітка 2. Дію вітру не поєднують у комбінації з діями прискорення та гальмування, що виникають від дорожнього руху, див. А.2.7.

G.7.5.2 Фіксована точка в жорсткій середній проміжній опорі, в інших проміжних опорах – опорні частини з елементами вільного ковзання

(1) Якщо горизонтальну деформацію жорсткої проміжної опори у фіксованій точці можна не враховувати, а всі інші проміжні опори містять опорні частини з елементами ковзання, то прикладену в фіксованій точці системи обпирання горизонтальну силу, F_{bd} , що виникає внаслідок опору всієї системи обпирання разом із горизонтальним навантаженням Q_{Lk} від прискорення та гальмування як провідної змінної дії, розраховують за допомогою формули (G.13):

$$F_{bd} = \gamma_Q Q_{Lk} + \gamma_{Sd} \left[\mu_d \sum N_{d,i} - \mu_{d,fav} \sum N_{d,j} \right], \quad (G.13)$$

де

F_{bd} – розрахункове значення реакції опорної частини в фіксованій точці;

$\mathbb{Q}Q_{Lk}$ – розрахункове значення горизонтальної сили, що виникає внаслідок прискорення та гальмування (див. 6.4.1 EN 1991-2);

γ_{sd} – частковий коефіцієнт для врахування невизначеності під час моделювання ефектів дій (див. G.7.1);

$\mu_d, \mu_{d,fav}$ – розрахункове значення коефіцієнта тертя за умов несприятливого та сприятливого ефекту згідно з G.7.3.1;

$N_{d,i}$ – розрахункове значення нормальних сил, що діють на опорні частини з елементами ковзання опори i (див. G.7.1);

$N_{d,j}$ – розрахункове значення нормальних сил внаслідок постійних дій та попереднього напруження опорних частин з елементами ковзання опори j .

Примітка 1. Застосовну комбінацію дій, яку має бути використано для розрахунку $N_{d,i}$ у разі несприятливого впливу сил тертя, наведено у формулі (G.12), якщо в Національному додатку не обрано іншої.

Примітка 2. Застосовну комбінацію дій, яку має бути використано для розрахунку $N_{d,j}$ у разі сприятливого впливу сил тертя, наведено у формулі (G.14), якщо в Національному додатку не обрано іншої.

$$N_{d,j} = \gamma_G G_{k,j} + \gamma_P P_{k,j}, \quad (G.14)$$

де

$G_{k,j}$ – характеристичне значення вертикальної сили, яку сприймає опора j внаслідок постійних дій;

$P_{k,j}$ – характеристичне значення вертикальної сили, яку сприймають опори внаслідок попереднього напруження.

Примітка 3. Оскільки постійні дії є застосовними до всього мостового настилу, то окреме значення γ_G використовують для частин моста з

несприятливими та сприятливими умовами, за принципом окремої первопричини. Стосовно тертя сприятливу складову частину враховують використанням $\mu_{d,fav}$, замість μ_d .

G.7.5.3 Фіксована точка в пружній середній проміжній опорі, решта проміжних опор – нефіксовані

(1) Якщо горизонтальною деформацією у фіксованій точці знехтувати не можна, то виконують додатковий розрахунковий аналіз для визначення того, чи уведено змінні дії, включно з вертикальними рухомими навантаженнями, до розрахунку сили тертя.

(2) Можна врахувати зняття навантаження від сил тертя внаслідок деформації у фіксованій точці пружної середньої проміжної опори.

ДОДАТОК Н

(довідковий)

ПЕРЕВІРОЧНІ РОЗРАХУНКИ, ПОВ'ЯЗАНІ З КОЛИВАННЯМ ПІШОХІДНИХ МОСТІВ ВНАСЛІДОК РУХУ ПІШОХОДІВ

Н.1 Використання цього додатка

(1) У цьому довідковому додатку наведено додаткові рекомендації до положень, які викладено в А.2.9.3 щодо коливань пішохідних мостів.

Примітка. Параметри, відкриті для національного вибору, що пов'язані з застосуванням цього довідкового додатка, визначають у Національному додатку. Цей довідковий додаток може бути застосовано в разі, якщо в Національному додатку немає ніякої інформації, пов'язаної з застосуванням положень, викладених у цьому довідковому додатку.

Н.2 Сфера застосування та область застосовних значень

(1) У цьому довідковому додатку охоплено перевірочні розрахунки, що стосуються коливання пішохідних мостів внаслідок руху пішоходів.

(2) У цьому довідковому додатку не охоплено критерії щодо синхронізації активності та блокування, застосовні до горизонтальних коливань.

(3) Визначення величини спричинених людьми коливань розглядають для пересвідчення в тому, що:

- коливання, спричинені рухом пішоходів, є прийнятними для користувачів;

- явище посилення коливань не виникає;

– пішохідний міст не перевищує граничні значення ULS у разі навмисного збурення.

Н.3 Моделі динамічного навантаження та класи доріг

(1) Оцінювання вібрації пішохідних мостів виконують, ґрунтуючись на застосовних моделях динамічного навантаження.

(2) Моделі динамічного навантаження можна визначити на основі сукупності класів доріг, за допомогою яких визначають інтенсивність дорожнього руху на мосту.

Примітка. Нижче наведено рекомендації щодо моделей динамічного навантаження та відповідних класів доріг, які призначено для використання разом із визначеними в цьому додатку обмеженнями комфортності, наведеними в додатку G EN 1991-2, що охоплюють:

- модель навантаження від пішохідного потоку;
- модель навантаження від одного пішохода чи групи пішоходів;
- модель навантаження від одного бігуна чи групи бігунів; та
- модель навантаження від навмисного збурення.

Н.4 Критерії комфортності

(1) Потрібний рівень комфорту для пішоходів представляють граничним значенням прискорення у вертикальному та горизонтальному напрямках, обраним із таблиці Н.1, згідно з тим, що встановлено компетентним органом влади або ж, якщо ним не встановлено цього значення, то його мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники .

Таблиця Н.1 – Рівні комфорту

Рівень комфорту	Ступінь комфортності	$a_{lim,v}$, м/с²	$a_{lim,h}$, м/с²
CL3	Максимальний	$\leq 0,5$	$\leq 0,1$
CL2	Середній	$\leq 1,0$	$\leq 0,3$
CL1	Мінімальний	$\leq 2,5$	$\leq 0,8$
CL0	Обмеження не встановлено	—	—

Примітка 1. Рівень комфорту може бути обрано, ґрунтуючись на таких чинниках:

- розрахункова ситуація (кількість людей, які ходять по мосту, періодичність його використання);
- розташування моста;
- наявність альтернативних маршрутів;
- висота конструкції;
- конструкція парапету (стійкість до впливів, прозорість);
- якість поверхні пішохідної доріжки;
- тривалість впливу;
- характер місцевості під мостом;
- сприйняття вібрації користувачем (під час ходьби, стояння, сидіння);
- очікувані вібрації, пов'язані з зовнішнім виглядом моста.

Примітка 2. Наведені в таблиці Н.1 граничні значення прискорення стосуються критеріїв комфортності, пов'язаних зі звичайними навантаженнями під час експлуатації.

(2) Клас CL0 (обмеження не встановлено) можна обрати для мостів, які розташовано в місцях із низькою інтенсивністю пішохідного руху або з переважним велосипедним рухом, як визначено компетентним органом влади або ж, якщо ним не визначено ці умови,

то їх мають узгодити для конкретного проєкту відповідні сторони-учасники.

(3) Відповідність критеріям комфортності, застосовним до синхронізованої активності, та критеріям зростання коливань, застосовним до горизонтальних коливань, оцінюють окремо.

Н.5 Розрахункові ситуації

(1) Вертикальні та горизонтальні прискорення перевіряють, застосовуючи одну чи кілька розрахункових ситуацій, в яких відповідні значення частоти власних коливань перебувають у межах, визначених в А.2.9.3.3.

(2) Розрахункові ситуації представляють за рівня комфорту, якого має бути досягнуто згідно з вимогами щодо конкретного класу доріг.

Примітка 1. Щодо класів доріг див. додаток G EN 1991-2.

Примітка 2. Деякі розрахункові ситуації можуть виникати одноразово впродовж розрахункового строку експлуатації пішохідного моста, такі як урочисте відкриття моста, тоді як інші трапляються щодня, наприклад, рух приміського транспорту. У таблиці Н.2 наведено приклади деяких типових ситуацій дорожнього руху, які можуть виникнути на пішохідних мостах. Очікуваний тип пішохідного руху та інтенсивність руху разом із вимогами щодо комфортності суттєво впливають на потрібну динамічну роботу моста.

Таблиця Н.2 – Приклад специфікованого опису кількох розрахункових ситуацій

Розрахункова ситуація	Опис	Клас доріг (таблиця G.1 EN 1991-2)	Очікуване виникнення	Рівень комфорту (таблиця Н.1)
DS1	Урочисте відкриття моста	TC4(A) ^a	Одноразово впродовж розрахунко- вого строку експлуатації	CL1
DS2	Рух приміського транспорту	TC3(A) ^b та TC2(B) ^c	Щодня	CL3
DS3	Випадковий бігун	TC3(C) ^d	Щотижня	CL2
...	...	...	...	...

^a TC4(A) – модель навантаження у разі пішохідного потоку з інтенсивністю 1,0 пішохід/м².

^b TC3(A) – модель навантаження у разі пішохідного потоку з інтенсивністю 0,5 пішохода/м².

^c TC2 (B) – модель навантаження у разі групи з 2 пішоходів.

^d TC3(C) – модель навантаження у разі 1 бігуна

БІБЛІОГРАФІЯ

Нижче зазначено нормативні документи, посилання на які наведено в цьому стандарті в положеннях, сформульованих як можливість (за допомогою дієслова «can»), а також у примітках.

За допомогою посилань на зазначені нижче документи в цьому стандарті надано довідкову інформацію у положеннях, сформульованих як можливість (наприклад, за допомогою дієслова «can»), та в примітках.

EN 1337 (all parts) Structural bearings

EN 15129 Anti-seismic devices

EN ISO 9000:2015 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary (ISO 9000:2015)

ISO 2394:2015 General principles on reliability for structures

ISO 3898:2013 Bases for design of structures – Names and symbols of physical quantities and generic quantities

ISO 6707-1:2020 Buildings and civil engineering works – Vocabulary – Part 1: General terms

ISO 10137 Bases for design of structures – Serviceability of buildings and walkways against vibrations

ISO 12491 Statistical methods for quality control of building materials and components

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

EN 1337 (всі частини) Опорні частини будівельних конструкцій

EN 15129 Пристрої антисейсмічні

EN ISO 9000:2015 Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (ISO 9000:2015)

ISO 2394:2015 Загальні принципи надійності конструкцій

ISO 3898:2013 Основи проектування конструкцій. Назви та позначки фізичних і загальних величин

ISO 6707-1:2020 Будівлі та цивільні інженерні споруди. Словник. Частина 1. Загальні терміни

ISO 10137 Основи проектування конструкцій. Експлуатаційна придатність будівель та пішохідних переходів за умов коливань

ISO 12491 Статистичні методи контролювання якості будівельних матеріалів та компонентів

ДОДАТОК НА

(довідковий)

ПЕРЕЛІК НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ, ІДЕНТИЧНИХ ЄВРОПЕЙСЬКИМ ТА/АБО МІЖНАРОДНИМ НОРМАТИВНИМ ДОКУМЕНТАМ, ПОСИЛАННЯ НА ЯКІ Є В ЦЬОМУ СТАНДАРТІ

ДСТУ EN 1337-3:2023 (EN 1337-3:2005, IDT) Опорні частини будівельних конструкцій. Частина 3. Еластомерні опорні частини

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-1:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-1. Загальні дії. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження для споруд (EN 1991-1-1:2002, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі (EN 1991-1-2:2002, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-3:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-3. Загальні дії. Снігові навантаження (EN 1991-1-3:2003, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-4:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-4. Загальні дії. Вітрові навантаження (EN 1991-1-4:2005, IDT+NA:2013)

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-5:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-5. Загальні дії. Теплові дії (EN 1991-1-5:2003, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-6:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-6. Загальні дії. Дії під час зведення (EN 1991-1-6:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи (EN 1991-1-7:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1991-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції.
Частина 2. Рухомі навантаження на мости (EN 1991-2:2003, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1991-3:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції.
Частина 3. Дії викликані кранами та обладнанням (EN 1991-3:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1991-4:2012 Єврокод 1. Дії на конструкції.
Частина 4. Бункери і резервуари (EN 1991-4:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1992-1-1:2010 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1992-1-1:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1992-1-2:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1992-2:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 2. Залізобетонні мости. Правила проектування (EN 1992-2:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1992-3:2012 Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 3. Конструкції для зберігання і утримання рідини (EN 1992-3:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1993-1-2:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-3:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-3. Загальні правила. Додаткові правила для

холодноформованих елементів і профільованих листів
(EN 1993-1-3:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-4:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-4. Загальні положення. Додаткові правила для нержавіючої сталі (EN 1993-1-4:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-5:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-5. Пластинчасті конструктивні елементи (EN 1993-1-5:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-6:2011 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-6. Міцність та стійкість оболонок (EN 1993-1-6:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-7:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-7. Пластинчасті конструкції при навантаженні поза межами площини (EN 1993-1-7:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-8:2011 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-8. Проектування з'єднань (EN 1993-1-8:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-9:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-9. Витривалість (EN 1993-1-9:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-10:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-10. Властивості тріщиностійкості і міцності матеріалу у напрямі товщини прокату (EN 1993-1-10:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-11:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-11. Проектування конструкцій з розтягнутими елементами (EN 1993-1-11:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-1-12:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-12. Додаткові правила до EN 1993 для сталей класів не вище S 700 (EN 1993-1-12:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-2:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 2. Сталеві мости (EN 1993-2:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-3-1:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-1. Башти, щогли і димові труби. Башти і щогли (EN 1993-3-1:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-3-2:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 3-2. Башти, щогли і димові труби. Димові труби (EN 1993-3-2:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-4-1:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-1. Силоси (EN 1993-4-1:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-4-2:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-2. Резервуари (EN 1993-4-2:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-4-3:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 4-3. Трубопроводи (EN 1993-4-3:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-5:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 5. Палі (EN 1993-5:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1993-6:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 6. Підкранові конструкції (EN 1993-6:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1994-1-1:2010 Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1994-1-1:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1994-1-2:2012 Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1994-1-2:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1994-2:2012 Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 2. Загальні правила і правила для мостів (EN 1994-2:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1995-1-1:2010 Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1995-1-1:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1995-1-2:2012 Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1995-1-2:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1995-2:2012 Єврокод 5. Проектування дерев'яних конструкцій. Частина 2. Мости (EN 1995-2:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1996-1-1:2010 Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила для армованих та неармованих кам'яних конструкцій (EN 1996-1-1:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1996-1-2:2012 Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1996-1-2:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1996-2:2012 Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 2. Конструктивний аналіз, вибір матеріалів і виконання кам'яної кладки (EN 1996-2:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1996-3:2012 Єврокод 6. Проектування кам'яних конструкцій. Частина 3. Спрощені методи розрахунку неармованих кам'яних конструкцій (EN 1996-3:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010 Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1997-2:2010 Єврокод 7. Геотехнічне проектування. Частина 2. Дослідження і випробування ґрунту (EN 1997-2:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1998-2:2012 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 2. Мости (EN 1998-2:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1998-3:2012 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 3. Оцінка стану та відновлення будівель (EN 1998-3:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1998-4:2012 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 4. Силосні башти, резервуари та трубопроводи (EN 1998-4:2006, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1998-5:2012 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 5. Фундаменти, підпірні конструкції та геотехнічні аспекти (EN 1998-5:2004, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1998-6:2012 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 6. Башти, вежі і димові труби (EN 1998-6:2005, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1999-1-1:2010 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила для конструкцій (EN 1999-1-1:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1999-1-2:2010 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-2. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість (EN 1999-1-2:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1999-1-3:2012 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-3. Конструкції чутливі до витривалості (EN 1999-1-3:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1999-1-4:2012 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-4. Холодноформовані листи (EN 1999-1-4:2007, IDT)

ДСТУ-Н Б EN 1999-1-5:2012 Єврокод 9. Проектування алюмінієвих конструкцій. Частина 1-5. Конструкції оболонок (EN 1999-1-5:2007, IDT)

Код згідно з НК 004: 91.010.30

Ключові слова: безпека, будівельне проєктування, впливи, геотехнічне проєктування, граничний стан, дії, довговічність, ефекти, живучість, навантаження, розрахунок

Генеральний директор
ТОВ «Укрінсталькон
ім. В.М. Шимановського»,
заслужений діяч науки і техніки України, член-
кореспондент НАНУ, д.т.н., проф.

О. В. Шимановський

Заступник генерального директора з наукової
роботи, д.т.н., проф.

В. М. Гордєєв

Заступник генерального директора з науково-
технічної політики,
заступник голови ТК 301

В. П. Адріанов

Завідувач відділу

О. І. Кордун

Завідувач групи

Я. В. Лимар

Провідний редактор-перекладач

В. П. Гаврилова