



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 1: ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ

**Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи
(EN 1991-1-7:2006, IDT)**

ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-7: General actions - Accidental actions (Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи) з технічною поправкою EN 1991-1-7:2006/AC:2010.

EN 1991-1-7:2005 підготовлено Технічним комітетом CEN/TC 250, секретаріатом якого керує BSI.

До національного стандарту долучено англomовний текст.

На території України як національний стандарт діє ліва колонка тексту ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010 Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-7: General actions - Accidental actions (Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-7. Загальні дії. Особливі динамічні впливи), викладена українською мовою.

Відповідно до ДБН А.1.1-1-2009 «Система стандартизації та нормування в будівництві. Основні положення» цей стандарт відноситься до комплексу В.1.2 «Система надійності та безпеки в будівництві».

Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству.

Науково-технічна організація, відповідальна за цей стандарт – ТОВ «Український інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського».

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Обкладинку», «Передмову», «Національний вступ», «Визначення понять» - оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- з «Передмови до EN 1991-1-7» у цей «національний вступ» взяте те, що безпосередньо стосується цього стандарту;
- національний довідковий додаток наведено як настанову для користувачів.

Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС, посилання на які є в EN 1991-1-7:2006, наведено в додатку НА.

Копії МС, неприйнятих як національні стандарти, на які є посилання EN 1991-1-7:2006, можна отримати в Головному фонді нормативних документів ДП «УкрНДНЦ».

Технічна поправка EN 1991-1-7:2006/AC:2010 до EN 1991-1-7:2006 подана в кінці ДСТУ-Н Б EN 1991-1-7:2010.

ЗМІСТ

		C
ВСТУП	FOREWORD	VI
Основи програми Єврокодів	Background of the Eurocode programme	1
Статус та галузь застосування Єврокодів	Status and field of application of Eurocodes	3
Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди	National Standards implementing Eurocodes	4
Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs та ETAs) для виробів	Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products	5
Додаткова інформація щодо EN 1991-1-7	Additional information specific to EN 1991-1-7	5
Національний додаток	National Annex	6
1 Загальні положення	1 General	8
1.1 Галузь застосування	1.1 Scope	8
1.2 Нормативні посилання	1.2 Normative references	9
1.3 Припущення	1.3 Assumptions	10
1.4 Відмінність між принципами та правилами застосування	1.4 Distinction between principles and application rules	10
1.5 Терміни та визначення	1.5 Terms and definitions	10
1.6 Позначення	1.6 Symbols	12
2 Класифікація навантажень	2 Classification of actions	14
3 Розрахункові ситуації	3 Design situations	15
3.1 Загальні положення	3.1 General	15
3.2 Особливі розрахункові ситуації – стратегії при визначених особливих навантаженнях	3.2 Accidental design situations - Strategies for identified accidental actions	16
3.3 Особливі розрахункові ситуації – стратегії для обмеження масштабів локального руйнування	3.3 Accidental design situations. Strategies for limiting the extent of localised failure	18
3.4 Особливі розрахункові ситуації – застосування класів за наслідками руйнування	3.4 Accidental design situations-Use of consequence classes	19
4 Удар	4 Impact	21
4.1 Область застосування	4.1 Field of application	21
4.2 Представлення навантажень	4.2 Representation of actions	22
4.3 Особливі навантаження від ударів дорожніх транспортних засобів	4.3 Accidental actions caused by road vehicles	23
4.3.1 Удари по опорних частинах споруд	4.3.1 Impact on supporting substructures	23
4.3.2 Удари на верхні частини споруди	4.3.2 Impact on superstructures	25
4.4 Особливі навантаження від ударів вилкових навантажувачів	4.4 Accidental actions caused by fork lift trucks	27
4.5 Особливі навантаження, викликані сходженням з рейкових транспортних засобів під конструкціями або поблизу конструкцій	4.5 Accidental actions caused by derailed rail traffic under or adjacent to structures	28
4.5.1 Конструкції поблизу або над рейковими шляхами	4.5.1 Structures spanning across or alongside operational railway lines	28
4.5.2 Конструкції, розташовані за тупиковими рейковими шляхами	4.5.2 Structures located in areas beyond track ends	31
4.6 Особливі навантаження від ударів суден	4.6 Accidental actions caused by ship traffic	32
4.6.1 Загальні положення	4.6.1 General	32
4.6.2 Удари річкового транспорту	4.6.2 Impact from river and canal traffic	33

4.6.3	Удари морських суден	4.6.3	Impact from seagoing vessels	34
4.7	Особливі навантаження від ударів гелікоптерів	4.7	Accidental actions caused by helicopters	36
5	Вибухи усередині приміщень	5	Internal explosions	37
5.1	Галузь застосування	5.1	Field of application	37
5.2	Представлення навантажень	5.2	Representation of action	37
5.3	Принципи проектування	5.3	Principles for design	38
Додаток А [Обов'язковий] Проектування з урахуванням наслідків локального руйнування конструкцій у будівлях із невстановленої причини		Annex A (Informative) Design for consequences of localised failure in buildings from an unspecified cause		40
A.1	Галузь застосування	A.1	Scope and field of application	40
A.2	Введення	A.2	Introduction	40
A.3	Класи будівель за наслідками руйнування	A.3	Consequences Classes of buildings	41
A.4	Рекомендовані стратегії	A.4	Recommended Strategies	42
A.5	Горизонтальні пов'язі	A.5	Effective horizontal ties	44
A.5.1	Рамні конструкції	A.5.1	Framed structures	44
A.5.2	Несучі стіни конструкції	A.5.2	Load-bearing wall construction	46
A.6	Вертикальні в'язі	A.6	Effective vertical ties	47
A.7	Номинальний переріз несучої стіни	A.7	Nominal section of load-bearing wall	48
A.8	Ключові елементи	A.8	Key elements	48
Додаток В [Обов'язковий] Вказівки щодо оцінки ризиків		Annex B (Informative) Information on risk assessment		50
B.1	Введення	B.1	Introduction	50
B.2	Терміни та визначення	B.2	Definitions	51
B.3	Опис змісту робіт при аналізі ризиків	B.3	Description of the scope of a risk analysis	52
B.4	Методи аналізу ризиків	B.4	Methods of risk analysis	52
B.4.1	Якісний аналіз ризиків	B.4.1	Qualitative risk analysis	52
B.4.2	Кількісний аналіз ризиків	B.4.2	Quantitative risk analysis	53
B.5	Прийнятність ризику та захисні заходи	B.5	Risk acceptance and minigating measures	55
B.6	Заходи із зниження ризику	B.6	Risk minigating measures	56
B.7	Перегляд	B.7	Modification	57
B.8	Поєднання результатів та висновків	B.8	Communication of results and conclusions	57
B.9	Застосування для будівель та споруд цивільного призначення	B.9	Applications to buildings and civil engineering structures	58
B.9.1	Загальні положення	B.9.1	General	58
B.9.2	Аналіз ризику для будівельних конструкцій	B.9.2	Structural risk analysis	60
B.9.3	Моделювання ризиків при надзвичайних подіях	B.9.3	Modelling of risks from extreme load events	61
B.9.4	Рекомендації з виконання аналізу ризику при ударах рейкових транспортних засобів	B.9.4	Guidance for application of risk analysis related to impact from rail traffic	65
Додаток С [Обов'язковий] Динамічний розрахунок для удару		Annex C (Informative) Dynamic design for impact		68
C.1	Загальні положення	C.1	General	68
C.2	Динаміка удару	C.2	Impact dynamics	68
C.2.1	Жорсткий удар	C.2.1	Hard Impact	69
C.2.2	М'який удар	C.2.2	Soft Impact	70
C.3	Удари дорожніх транспортних	C.3	Impact from aberrant road vehicles	71

засобів, що відхилилися від курсу		
C.4 Удари суден	C.4 Impact by ships	74
C.4.1 Удар судна на внутрішніх водних шляхах	C.4.1 Ship impact on inland waterways	74
C.4.2 Удар судна на морських шляхах	C.4.2 Ship impact for sea waterways	75
C.4.3 Уточнений аналіз удару судна на внутрішніх водних шляхах	C.4.3 Advanced ship impact analysis for inland waterways	76
C.4.4 Уточнений аналіз удару судна на морських водних шляхах	C.4.4 Advanced ship impact analysis for sea waterways	78
Додаток D [Обов'язковий] Вибухи усередині приміщень	Annex D (Informative) Internal explosions	80
D.1 Вибухи пилу всередині приміщень, в резервуарах і бункерах	D.1 Dust explosions in rooms, vessels and bunkers	80
D.2 Вибухи природного газу	D.2 Natural gas explosions	82
D.3 Вибухи в автомобільних і залізничних тунелях	D.3 Explosions in road and rail tunnels	83
Додаток НА [Довідковий] Перелік національних стандартів України (ДСТУ), посилання на які є в EN 1991-1-7:2006		84
Технічна поправка EN 1991-1-7:2006/AC:2010	Modification EN 1991-1-7:2006/AC:2010	86

Вступ

Цей Європейський стандарт (EN 1991-1-7:2006) підготовлений Технічним комітетом CEN/TC 250 «Будівельні Єврокоди», секретаріат якого підтримується BSI.

CEN/TC250 відповідальний за всі Будівельні Єврокоди.

Даний документ замінює ENV 1991-2-7:1998.

Цьому Європейському стандарту буде наданий статус національного з публікацією ідентичного тексту або схваленням не пізніше січня 2007 року і при скасуванні конфлікуючих національних стандартів не пізніше березня 2010 року.

У відповідності з внутрішніми постановами CEN/CENELEC національні органи зі стандартизації таких країн зобов'язані здійснити імплементацію цього Європейського стандарту: Австрія, Бельгія, Велика Британія, Греція, Данія, Ісландія, Іспанія, Ірландія, Італія, Люксембург, Мальта, Нідерланди, Німеччина, Норвегія, Португалія, Фінляндія, Франція, Чеська Республіка, Швеція та Швейцарія.

Foreword

This European Standard (EN 1991-1-7:2006) has been prepared by Technical Committee CEN/TC 250 «Structural Eurocodes», the secretariat of which is held by BSI.

CEN/TC250 is responsible for all Structural Eurocodes.

This document supersedes ENV 1991-2-7:1998.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by January 2007, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2010.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ЄВРОКОД 1: ДІЇ НА КОНСТРУКЦІЇ
ЧАСТИНА 1-7. ЗАГАЛЬНІ ДІЇ. ОСОБЛИВІ ДИНАМІЧНІ ВПЛИВИ

ЕВРОКОД 1: ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОНСТРУКЦИИ
ЧАСТЬ 1-7: ОБЩИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ. ОСОБЫЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ
ВОЗДЕЙСТВИЯ

EUROCOD 1: ACTIONS ON STRUCTURES
PART 1-7: GENERAL ACTIONS. ACCIDENTAL ACTIONS

Чинний від _____

Основи програми Єврокоду

У 1975 році Комісія Європейської Спільноти вирішила розпочати програму дій у галузі будівництва на підставі статті 95 Договору. Метою програми було усунення технічних перешкод для торгівлі та узгодження технічних умов.

У рамках цієї програми дій Комісія взяла на себе ініціативу встановити систему узгоджених технічних правил для проектування будівель і споруд, які на першій стадії мали слугувати альтернативою чинним національним правилам держав-членів, а зрештою мали замінити їх.

Упродовж п'ятнадцяти років Комісія за допомогою Робочого комітету, до складу якого входили представники держав-членів, вела розробку програми Єврокодів, яка призвела до публікації комплексу першого покоління Європейських кодів у 80-х роках.

У 1989 році Комісія та держави-члени ЄУ (Європейської Спільноти) та ЄФТА (Європейської Асоціації Вільної Торгівлі) на основі угоди¹ між Комісією та СЕН (Європейським комітетом зі стандартизації) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів СЕН за допомогою серії мандатів, що в результаті надало б Єврокодам у майбутньому статусу Євро-

Background of the Eurocode programme

In 1975, the Commission of the European Community decided on an action programme in the field of construction, based on article 95 of the Treaty. The objective of the programme was the elimination of technical obstacles to trade and the harmonisation of technical specifications.

Within this action programme, the Commission took the initiative to establish a set of harmonised technical rules for the design of construction works which, in a first stage, would serve as an alternative to the national rules in force in the Member States and, ultimately, would replace them.

For fifteen years, the Commission, with the help of a Steering Committee with Representatives of Member States, conducted the development of the Eurocodes programme, which led to the first generation of European codes in the 1980's.

In 1989, the Commission and the Member States of the EU and EFTA decided, on the basis of an agreement¹ between the Commission and CEN, to transfer the preparation and the publication of the Eurocodes to CEN through a series of Mandates, in order to provide them with a future status of European Standard (EN). This links de facto the Eurocodes with the

пейського стандарту (EN). Це пов'язує Єврокоди з положеннями Директив Ради і/або Рішень Комісії щодо Європейських стандартів (тобто Директиви Ради 89/106/ЄЕС щодо будівельних виробів – CPD – та Директив Ради 93/37/ЄЕС, 92/50/ЄЕС та 89/440/ЄЕС відносно суспільних робіт та послуг і еквівалентних директив ЕФТА, започаткованих, щоб допомогти заснуванню внутрішнього ринку).

Структурна програма Єврокодів включає стандарти, які в основному складаються з декількох частин:

EN 1990 Єврокод: Основи проектування конструкцій

EN 1991 Єврокод 1: Навантаження на конструкції

EN 1992 Єврокод 2: Проектування бетонних конструкцій

EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій

EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій

EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1996 Єврокод 6: Проектування конструкцій кам'яної кладки

EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування

EN 1998 Єврокод 8: Проектування конструкцій при сейсмічному навантаженні

EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій.

Стандарти Єврокодів визнають відповідальність регуляторних органів держав-членів та захищають їх право на призначення величин, які пов'язані з регулюванням питань безпеки на національному рівні там, де вони відрізняються.

¹Угода між Комісією Європейських Спільнот і Європейським комітетом зі стандартизації (CEN) щодо роботи над Єврокодами для проектування будівель і споруд (CONSTRUCT 89/019).

Статус та галузь застосування Єврокодів

Держави-члени EU та ЕФТА визнають, що Єврокоди діють як еталонні документи для

provisions of all the Council's Directives and/or Commission's Decisions dealing with European standards (e.g. the Council Directive 89/106/EEC on construction products – CPD – and Council Directives 93/37/EEC, 92/50/EEC and 89/440/EEC on public works and services and equivalent EFTA Directives initiated in pursuit of setting up the internal market).

The Structural Eurocode programme comprises the following standards generally consisting of a number of Parts:

EN 1990 Eurocode: Basis of Structural Design

EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures

EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures

EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

Eurocode standards recognise the responsibility of regulatory authorities in each Member State and have safeguarded their right to determine values related to regulatory safety matters at national level where these continue to vary from State to State.

¹Agreement between the Commission of the European Communities and the European Committee for Standardisation (CEN) concerning the work on EUROCODES for the design of building and civil engineering works (BC/CEN/03/89).

Status and field of application of Eurocodes

The Member States of the EU and EFTA recognise that Eurocodes serve as reference

таких цілей:

- як засіб доведення відповідності будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема основній вимозі №1 – Механічна стійкість та стабільність і основній вимозі №2 – Пожежна безпека;
- як основа для укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;
- як основа для складання узгоджених технічних специфікацій для будівельних виробів (ENs та ETAs).

Єврокоди, оскільки вони безпосередньо відносяться до будівельних споруд, мають прямий зв'язок з тлумачними документами² розділу 12 CPD, незважаючи на те, що вони мають різну природу з гармонізованими стандартами на виробі³. Таким чином, технічні аспекти, які впливають з Єврокодів для будівель і споруд, повинні в повній мірі бути розглянутими Технічними комітетами CEN та/чи робочими групами EOTA, які розробляють стандарти на будівельні вироби, з позицій досягнення повної сумісності технічних специфікацій з Єврокодами.

²Відповідно до ст. 3.3 CPD основні вимоги (ER) отримують конкретну форму у тлумачних документах для створення необхідних зв'язків між основними вимогами та мандатами на hEN і ETA.

³Відповідно до ст. 12 CPD тлумачні документи мають:

- a) надати конкретну форму основним вимогам, узгодивши термінологію і технічні засади і вказавши класи або рівні для кожної вимоги, де це необхідно;
 - b) вказати методи встановлення співвідношення між цими класами або рівнями вимог з технічними вимогами, наприклад, методи розрахунку і перевірки, технічні правила проектування і т.ін.;
 - c) слугувати рекомендацією для встановлення узгоджених стандартів і настанов для Європейського технічного ухвалення.
- Єврокоди фактично відіграють подібну роль у сфері ER 1 і частині ER 2.

Стандарти Єврокодів надають загальні правила проектування для практичного використання всіх конструкцій та їх компонентів як традиційного, так і інноваційного характеру. Унікальні форми конструкції

documents for the following purposes:

- as a means to prove compliance of building and civil engineering works with the essential requirements of Council Directive 89/106/EEC, particularly Essential Requirement №1 – Mechanical resistance and stability – and Essential Requirement №2 – Safety in case of fire;
- as a basis for specifying contracts for construction works and related engineering services;
- as a framework for drawing up harmonised technical specifications for construction products (ENs and ETAs).

The Eurocodes, as far as they concern the construction works themselves, have a direct relationship with the Interpretative Documents² referred to in Article 12 of the CPD, although they are of a different nature from harmonised product standards³. Therefore, technical aspects arising from the Eurocodes work need to be adequately considered by CEN Technical Committees and/or EOTA Working Groups working on product standards with a view to achieving a full compatibility of these technical specifications with the Eurocodes.

²According to Art. 3.3 of the CPD, the essential requirements (ERs) shall be given concrete form in interpretative documents for the creation of the necessary links between the essential requirements and the mandates for harmonised ENs and ETAGs/ETAs.

³According to Art. 12 of the CPD the interpretative documents shall :

- a) give concrete form to the essential requirements by harmonising the terminology and the technical bases and indicating classes or levels for each requirement where necessary;
 - b) indicate methods of correlating these classes or levels of requirement with the technical specifications, e.g. methods of calculation and of proof, technical rules for project design, etc.;
 - c) serve as a reference for the establishment of harmonised standards and guidelines for European technical approvals.
- The Eurocodes, de facto, play a similar role in the field of the ER 1 and a part of ER 2.

The Eurocode standards provide common structural design rules for everyday use for the design of whole structures and component products of both a traditional and an innovative nature. Unusual forms of

або умови проектування спеціально не охоплюються, і в таких випадках проєктувальнику потрібен додатковий експертний розгляд.

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди

Національні стандарти, що впроваджують Єврокоди, завжди включають повний текст Єврокоду (включаючи всі додатки), виданий CEN, якому можуть передувати Національний титульний лист та Національна передмова, а також можуть супроводжуватися Національним додатком (довідковим).

Національний додаток може включати інформацію відносно тих параметрів, які залишилися відкритими в Єврокодах для національного вибору, відомі як національно визначені параметри для використання при проєктуванні будівель та інженерних споруд, що будуть зведені у зацікавленій країні, а саме:

- значення часткових коефіцієнтів надійності та/або класифікацію випадків, для яких Єврокод регламентує використання альтернатив;
- значення, які слід використовувати там, де в Єврокодi наведено тільки символ;
- спеціальна інформація про країну (географічна, кліматична тощо), наприклад карта снігу;
- конкретні методики для тих випадків, коли Єврокод регламентує використання альтернатив.

Вони можуть також містити:

- рекомендації щодо застосування довідкових додатків;
- посилання на додаткову інформацію, яка не суперечить нормативним вимогам і допомагає при користуванні Єврокодами.

Зв'язки між Єврокодами та гармонізованими технічними специфікаціями (ENs та ETAs) для виробів

construction or design conditions are not specifically covered and additional expert consideration will be required by the designer in such cases.

National Standards implementing Eurocodes

The National Standards implementing Eurocodes will comprise the full text of the Eurocode (including any annexes), as published by CEN, which may be preceded by a National title page and National foreword, and may be followed by a National Annex (informative).

The National Annex may only contain information on those parameters which are left open in the Eurocode for national choice, known as Nationally Determined Parameters, to be used for the design of buildings and civil engineering works to be constructed in the country concerned, i.e.:

- values for partial factors and/or classes where alternatives are given in the Eurocode,
- values to be used where a symbol only is given in the Eurocode,
- country specific data (geographical, climatic etc.), e.g. snow map,
- the procedure to be used where alternative procedures are given in the Eurocode.

It may also contain

- decisions on the application of informative annexes;
- references to non-contradictory complementary information to assist the user to apply the Eurocode.

Links between Eurocodes and harmonised technical specifications (ENs and ETAs) for products

Необхідна узгодженість між гармонізованими технічними специфікаціями для будівельних виробів та технічними правилами для будівель і споруд⁴. Крім того, повна інформація, яка супроводжує маркування CE будівельних виробів і має відношення до Єврокодів, повинна чітко зазначати, які національно визначені параметри були взяті до уваги.

Додаткова інформація щодо EN 1991-1-7

EN 1991-1-7 наводить принципи і правила застосування при оцінці особливих впливів на будівлі, споруди, мости.

Розглядаються наступні випадки:

- ударні сили від дорожніх транспортних засобів, рейкового транспорту, суден і гелікоптерів;
- впливи від вибухів усередині приміщень;
- впливи при локальному руйнуванні внаслідок невстановленої причини.

EN 1991-1-7 призначений для використання:

- замовниками (наприклад, при формулюванні конкретних вимог до рівнів безпеки);
- проєктувальниками;
- конструкторами, і
- наглядовими органами.

EN 1991-1-7 призначений для використання разом із EN 1990, рештою частин EN 1991 і EN 1992 – EN 1999 при проєктуванні конструкцій.

There is a need for consistency between the harmonised technical specifications for construction products and the technical rules for works⁴. Furthermore, all the information accompanying the CE Marking of the construction products which refer to Eurocodes shall clearly mention which Nationally Determined Parameters have been taken into account.

Additional information specific to EN 1991-1-7

EN 1991-1-7 describes Principles and Application rules for the assessment of accidental actions on buildings and bridges. The following actions are included:

- impact forces from vehicles, rail traffic, ships and helicopters,
- actions due to internal explosions,
- actions due to local failure from an unspecified cause.

EN 1991-1-7 is intended for use by:

- clients (e.g. for the formulation of their specific requirements on safety levels),
- designers,
- constructors, and
- relevant authorities.

EN 1991-1-7 is intended to be used with EN 1990, the other parts of EN 1991 and EN 1992-1999 for the design of structures.

⁴Див. ст. 3.3 та ст.12 CPD, а також 4.2, 4.3.1, 4.3.2 та 5.2 ID 1.

⁴See Art.3.3 and Art.12 of the CPD, as well as 4.2, 4.3.1, 4.3.2 and 5.2 of ID 1.

Національний Додаток

Цей стандарт надає альтернативні процедури, величини і рекомендації для класів із примітками, які вказують місце, де необхідно зробити національний вибір. Таким чином, національний стандарт, який впроваджує EN 1991-1-7, повинен мати Національний додаток, який включав би усі національно визначені параметри, які використовуються при проектуванні будівель та споруд, які будуть побудовані у відповідній країні, і виконанні будівельних робіт.

Національним вибором дозволено ввійти до EN 1991-1-7 через⁵:

- 2(2) Класифікацію особливих динамічних впливів
- 3.1(2) Стратегії для особливих розрахункових ситуацій
- 3.2(1) Рівень ризику
- 3.3(2)P Умовний особливий динамічний вплив
- 3.3(2)P Обмеження локального руйнування
- 3.3(2)P Вибір стратегії
- 3.4(1) Класи за наслідками
- 3.4(2) Підходи до проектування
- 4.1(1) Визначення легких конструкцій
- 4.1(1) Передачу ударних впливів на фундаменти
- 4.3.1(1) Значення ударних сил від транспортних засобів
- 4.3.1(1) Залежність ударних сил від відстані до смуги руху
- 4.3.1(1) Типи або елементи конструкцій, які є суб'єктами транспортних випадків
- 4.3.1(2) Альтернативні правила для ударних навантажень
- 4.3.1(3) Умови ударів від дорожніх транспортних засобів
- 4.3.2(1) Висоту проїзду, захисні заходи і розрахункові значення
- 4.3.2(1) Знижувальний коефіцієнт r_F
- 4.3.2(1) Ударні впливи на нижню поверхню мостового полотна
- 4.3.2(2) Застосування F_{dy}

⁵Пропонується додати до кожного пункту із списку, що дозволено для вибору: значення, методика, класи.

National Annex

This standard gives alternative procedures, values and recommendations for classes with notes indicating where national choices may have to be made. Therefore the National Standard implementing EN 1991-1-7 should have a National annex containing all Nationally Determined Parameters to be used for the design of buildings and civil engineering works to be constructed in the relevant country.

National choice is allowed in EN 1991-1-7 through clauses⁵:

- 2(2) Classification of accidental actions
- 3.1(2) Strategies for accidental design situations
- 3.2(1) Level of risk
- 3.3(2)P Notional accidental action
- 3.3(2)P Limit of local failure
- 3.3(2)P Choice of strategies
- 3.4(1) Consequences classes
- 3.4(2) Design approaches
- 4.1(1) Definition of lightweight structures
- 4.1(1) Transmission of impact forces to foundations
- 4.3.1(1) Values of vehicle impact forces
- 4.3.1(1) Impact force as a function of the distance from traffic lanes
- 4.3.1(1) Types or elements of structure subject to vehicular collision
- 4.3.1(2) Alternative impact rules
- 4.3.1(3) Conditions of impact from road vehicles
- 4.3.2(1) Clearances and protection measures and design values
- 4.3.2(1) Reduction factor r_F
- 4.3.2(1) Impact actions on underside of bridge decks
- 4.3.2(2) Use of F_{dy}

⁵It is proposed to add to each clause of the list what will be allowed for choice: value, procedures, classes.

- 4.3.2(3) Розміри і розташування ударних зон
- 4.4(1) Значення ударної сили від вилкового навантажувача
- 4.5(1) Типи рейкового транспорту
- 4.5.1.2(1) Класифікацію конструкцій для ударних навантажень
- 4.5.1.2(1) Класифікацію тимчасових конструкцій і будівельних робіт
- 4.5.1.4(1) Ударні сили при сходженні транспортних засобів з рейок
- 4.5.1.4(2) Зниження ударних зусиль
- 4.5.1.4(3) Точка прикладання ударної сили
- 4.5.1.4(4) Еквівалентну статичну силу
- 4.5.1.4(5) Ударні сили при швидкості більше 120 км/год
- 4.5.1.5(1) Вимоги до конструкцій класу В
- 4.5.2(1) Зони за тупиковими обмежувачами
- 4.5.2(4) Розрахункові значення ударних сил на торцеві стіни
- 4.6.1(3) Класифікацію ударів суден
- 4.6.2(1) Значення лобових і бічних сил від суден
- 4.6.2(2) Коефіцієнти тертя
- 4.6.2(3) Площу прикладання ударного впливу
- 4.6.2(4) Ударні сили на прогонові будови мостів від суден
- 4.6.3(1) Динамічні ударні сили від морських суден
- 4.6.3(3) Коефіцієнти тертя
- 4.6.3(4) Розміри і положення ударних зон
- 4.6.3(5) Навантаження на надбудови
- 5.3(1)Р Процедури для внутрішніх вибухів
- А.4(1) Деталі ефективного анкерування.

- 4.3.2(3) Dimension and position of impact areas
- 4.4(1) Value of impact forces from forklift trucks
- 4.5(1) Type of rail traffic
- 4.5.1.2(1) Structures to be included in each exposure class
- 4.5.1.2(1) Classification of temporary structures and auxiliary construction works
- 4.5.1.4(1) Impact forces from derailed traffic
- 4.5.1.4(2) Reduction of impact forces
- 4.5.1.4(3) Point of application of impact forces
- 4.5.1.4(4) Equivalent static forces
- 4.5.1.4(5) Impact forces for speeds greater than 120 km/h
- 4.5.1.5(1) Requirements for Class B structures
- 4.5.2(1) Areas beyond track ends
- 4.5.2(4) Impact forces on end walls
- 4.6.1(3) Classification of ship impacts
- 4.6.2(1) Values of frontal and lateral forces from ships
- 4.6.2(2) Friction coefficients
- 4.6.2(3) Application area of impact
- 4.6.2(4) Impact forces on bridge decks from ships
- 4.6.3(1) Dynamic impact forces from seagoing ships
- 4.6.3(3) Friction coefficients
- 4.6.3(4) Dimension and position of impact areas
- 4.6.3(5) Forces on superstructure
- 5.3 (1)P Procedures for internal explosion
- А.4(1) Details of effective anchorage.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

(1) У EN 1991-1-7 містяться стратегії і правила по забезпеченню захисту будівель і інших інженерних споруд від означених і неозначених особливих навантажень.

(2) EN 1991-1-7 встановлює:

- стратегії, засновані на означених особливих навантаженнях;
- стратегії, засновані на обмеженні масштабів локального руйнування.

(3) У даній частині EN 1991 розглядаються наступні аспекти:

- терміни та визначення, умовні та літерні позначення (розділ 1);
- класифікація навантажень (розділ 2);
- розрахункові ситуації (розділ 3);
- удар (розділ 4);
- вибухи (розділ 5);
- розрахунок наслідків локального руйнування в результаті невстановленої причини (обов'язковий Додаток А);
- вказівки з оцінки ризику (обов'язковий Додаток В);
- динамічний розрахунок при ударі (обов'язковий Додаток С);
- вибухи всередині приміщень (обов'язковий Додаток D).

(4) Правила, що стосуються вибуху пилу в силосах, наведені в EN 1991-4.

(5) Правила, що стосуються ударних навантажень від транспортних засобів на прогонні будови мосту, приведені в EN 1991-2.

(6) У EN 1991-1-7 не розглядаються особливі навантаження від вибухів поза будівлями, що виникли внаслідок військових і терористичних дій. У даному стандарті не розглядається також залишкова міцність будівель або інших інженерних споруд, пошкоджених у результаті сейсмічних навантажень, пожежі тощо.

ПРИМІТКА. Див. також 3.1.

1 GENERAL

1.1 SCOPE

(1) EN 1991-1-7 provides strategies and rules for safeguarding buildings and other civil engineering works against identifiable and unidentifiable accidental actions.

(2) EN 1991-1-7 defines:

- strategies based on identified accidental actions,
- strategies based on limiting the extent of localised failure.

(3) The following subjects are dealt with in this part of EN 1991:

- definitions and symbols (Section 1);
- classification of actions (Section 2);
- design situations (Section 3);
- impact (Section 4);
- explosions (Section 5);
- design for consequences of localised failure in buildings from an unspecified cause (informative Annex A);
- information on risk assessment (informative Annex B);
- dynamic design for impact (informative Annex C);
- internal explosions (informative Annex D).

(4) Rules on dust explosions in silos are given in EN 1991-4.

(5) Rules on impact from vehicles travelling on the bridge deck are given in EN 1991-2.

(6) EN 1991-1-7 does not specifically deal with accidental actions caused by external explosions, warfare and terrorist activities, or the residual stability of buildings or other civil engineering works damaged by seismic action or fire, etc.

NOTE: See also 3.1.

1.2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

(1) Цей Європейський Стандарт поєднується датованим чи недатованим посиланнями з положеннями інших публікацій. Ці нормативні посилання наведені у відповідних місцях тексту та внесені до списку публікацій. Для датованих посилань наступні поправки або зміни в будь-яких із цих публікацій приймаються цим Європейським стандартом тільки тоді, коли ці поправки або зміни зареєстровані. Для недатованих посилань застосовується остання редакція публікації (включаючи поправки).

ПРИМІТКА. Єврокоди видаються у вигляді попередніх стандартів EN. У нормативній частині тексту або в ПРИМІТКАХ до нього дається посилання на наступні Європейські стандарти, які видані і діють або знаходяться у стадії розробки.

EN 1990 Єврокод: Основи проектування будівельних конструкцій

EN 1991-1-1 Єврокод 1: Навантаження на споруди. Частина 1-1. Питома вага, власна вага, експлуатаційні навантаження

EN 1991-1-6 Єврокод 1: Навантаження на споруди. Частина 1-6. Загальні навантаження. Навантаження при виробництві будівельних робіт

EN 1991-2 Єврокод 1: Навантаження на споруди. Частина 2: Транспортні навантаження на мости

EN 1991-4 Єврокод 1: Навантаження на споруди. Частина 4: Навантаження на силоси і резервуари

EN 1992 Єврокод 2: Проектування залізо-бетонних конструкцій

EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій

EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталезалізобетонних конструкцій

EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій

EN 1996 Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій

EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування.

EN 1998 Єврокод 8: Проектування сейсмостійких конструкцій

EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій

1.2 NORMATIVE REFERENCES

(1) This European Standard incorporates by dated or undated reference provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references, the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

NOTE: The Eurocodes were published as European Prestandards. The following European Standards which are published or in preparation are cited in normative clauses or in NOTES to normative clauses.

EN 1990 Eurocode: Basis of structural design

EN 1991-1-1 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-1: Densities, self-weight, imposed loads for buildings.

EN 1991-1-6 Eurocode 1: Actions on structures Part 1-6: Actions during execution

EN 1991-2 Eurocode 1: Actions on structures Part 2: Traffic loads on bridges

EN 1991-4 Eurocode 1 : Actions on structures Part 4: Silos and tanks

EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures

EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures

EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures

EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures

EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures

EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design

EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance

EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures

1.3 ПРИПУЩЕННЯ

(1)P У даній частині EN 1991 застосовуються загальні припущення, прийняті в 1.3 EN 1990.

1.4 ВІДМІННІСТЬ МІЖ ПРИНЦИПАМИ ТА ПРАВИЛАМИ ЗАСТОСУВАННЯ

(1)P До даної частини EN 1991 застосовуються правила, прийняті в 1.4 EN 1990.

1.5 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

(1) Основні терміни та визначення, що використовуються в даному Європейському стандарті, вказані в 1.5 EN 1990. Нижче приведені додаткові терміни і визначення, що застосовуються в даній частині стандарту.

1.5.1 швидкість горіння

швидкість розповсюдження полум'я відносно швидкості незгорілого пилу, газу або випаровувань, які рухаються попереду полум'я

1.5.2 клас за наслідками руйнування

класифікація наслідків руйнування конструкції або її частини

1.5.3 дефлаграція

розповсюдження зони горіння в середовищі, що не зайнялося, зі швидкістю, меншою за швидкість звуку

1.5.4 детонація

розповсюдження зони горіння в середовищі, що не зайнялося, зі швидкістю, що перевищує швидкість звуку

1.5.5 динамічне сила

сила, що змінюється в часі і може мати значний динамічний вплив на конструкцію. У разі удару динамічна сила є силою, прикладеною до контактної поверхні в місці удару (див. рисунок 1.1).

1.3 ASSUMPTIONS

(1)P The general assumptions given in EN 1990, 1.3 apply to this part of EN 1991.

1.4 DISTINCTION BETWEEN PRINCIPLES AND APPLICATION RULES

(1) P The rules given in EN 1990, 1.4 apply to this part of EN 1991.

1.5 TERMS AND DEFINITIONS

(1) For the purposes of this European Standard, general definitions are provided in EN 1990, 1.5. Additional definitions specific to this part are given below.

1.5.1 burning velocity

rate of flame propagation relative to the velocity of the unburned dust, gas or vapour that is ahead of it.

1.5.2 consequence class

classification of the consequences of failure of the structure or part of it.

1.5.3 deflagration

propagation of a combustion zone at a velocity that is less than the speed of sound in the unreacted medium.

1.5.4 detonation

propagation of a combustion zone at a velocity that is greater than the speed of sound in the unreacted medium.

1.5.5 dynamic force

force that varies in time and which may cause significant dynamic effects on the structure; in the case of impact, the dynamic force represents the force with an associated contact area at the point of impact (see Figure 1.1).

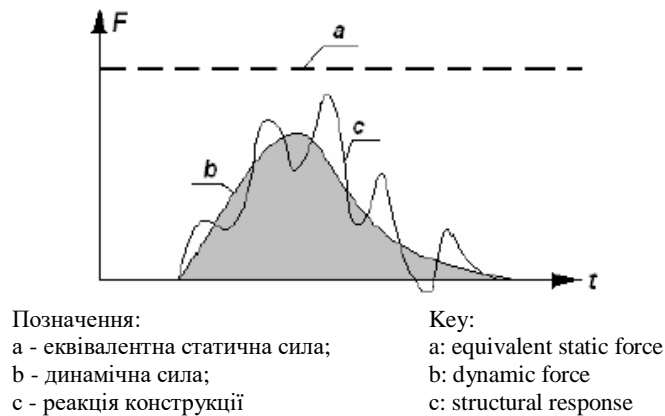


Рисунок 1.1
Figure 1.1

1.5.6 еквівалентна статична сила

альтернативне представлення динамічної сили, що враховує динамічну реакцію конструкції (див. рисунок 1.1)

1.5.6 equivalent static force

an alternative representation for a dynamic force including the dynamic response of the structure (see Figure 1.1).

1.5.7 швидкість розповсюдження полум'я
 швидкість розповсюдження фронту полум'я відносно нерухомої початкової точки

1.5.7 flame speed

speed of a flame front relative to a fixed reference point.

1.5.8 межа займання

мінімальна або максимальна концентрація горючого матеріалу в однорідній суміші з газоподібним окислювачем, що сприяє поширенню горіння

1.5.8 flammable limit

minimum or maximum concentration of a combustible material, in a homogeneous mixture with a gaseous oxidiser that will propagate a flame.

1.5.9 об'єкт, що може вдарити

об'єкт, що вдаряє по конструкції (тобто транспортний засіб, корабель тощо)

1.5.9 impacting object

the object impacting upon the structure (i.e. vehicle, ship, etc).

1.5.10 ключовий елемент

конструктивний елемент, від якого залежить загальна стійкість решти частин конструкції

1.5.10 key element

a structural member upon which the stability of the remainder of the structure depends.

1.5.11 несуча стінова конструкція

безкаркасна стінова конструкція з кам'яної кладки, що сприймає, головним чином, вертикальні навантаження. Сюди відносяться також легкі панельні конструкції, що складаються з розташованих по центру дерев'яних або сталевих вертикальних стійок і деревностружкових плит, металевої сітки або іншої обшивки

1.5.11 load-bearing wall construction

non-framed masonry cross-wall construction mainly supporting vertical loading. Also includes lightweight panel construction comprising timber or steel vertical studs at close centres with particle board, expanded metal or alternative sheathing.

1.5.12 локальне руйнування

частина конструкції, яка, як передбачається, зруйнована або сильно пошкоджена в результаті особливого навантаження

1.5.12 localised failure

that part of a structure that is assumed to have collapsed, or been severely disabled, by an accidental event.

1.5.13 ризик

поєднання (звичайно добуток) міри вірогідності виникнення або частоти появи певної небезпеки і величини її наслідків

1.5.14 живучість

властивість конструкції протистояти таким подіям, як пожежа, вибух, удар або результат людських помилок, без виникнення пошкоджень, непропорційних по відношенню до причини, що викликала пошкодження

1.5.15 база споруди

частина конструкції споруди, що підтримує її надбудову. У будівлях – це звичайні фундаменти та інші елементи споруди, що знаходяться нижче рівня землі. У мостах – це фундаменти, контрфорси, бики, опори і таке інше

1.5.16 надбудова споруди

частина споруди, що підтримується базою споруди. У будівлях – це зазвичай конструкції, розташовані над рівнем землі. У мостах – це прогонова будова

1.5.17 легкоскидний елемент

неконструктивний огорожувальний елемент (стіна, підлога, стеля) з обмеженим опором, руйнування якого сприяє поширенню зони тиску від дефлаграції і тим самим знижує тиск на конструктивні елементи будівлі.

1.6 ПОЗНАЧЕННЯ

(1) У даній частині Європейського стандарту використані наступні символи (див. також EN 1990):

Великі літери латинського алфавіту

F – сила зіткнення;

F_{dx} – розрахункове значення горизонтальної еквівалентної статичної або динамічної сили у напрямку руху об'єкта, що може вдарити;

F_{dy} – еквівалентна горизонтальна статична або динамічна сила, поперечна до напрямку руху об'єкта, що може вдарити;

1.5.13 risk

a measure of the combination (usually the product) of the probability or frequency of occurrence of a defined hazard and the magnitude of the consequences of the occurrence.

1.5.14 robustness

the ability of a structure to withstand events like fire, explosions, impact or the consequences of human error, without being damaged to an extent disproportionate to the original cause.

1.5.15 substructure

that part of a building structure that supports the superstructure. In the case of buildings this usually relates to the foundations and other construction work below ground level. In the case of bridges this usually relates to foundations, abutments, piers and columns etc.

1.5.16 superstructure

that part of a building structure that is supported by the substructure. In the case of buildings this usually relates to the above ground construction. In the case of bridges this usually relates to the bridge deck.

1.5.17 venting panel

non-structural part of the enclosure (wall, floor, ceiling) with limited resistance that is intended to relieve the developing pressure from deflagration in order to reduce pressure on structural parts of the building.

1.6 SYMBOLS

(1) For the purpose of this European Standard, the following symbols apply (see also EN 1990).

Latin upper case letters

F collision force;

F_{dx} horizontal static equivalent or dynamic design frontal force;

F_{dy} horizontal static equivalent or dynamic design lateral force;

F_R – сила тертя при ударі;
 K_G – індекс дефлаграції хмари газу;
 K_{St} – індекс дефлаграції хмари пилу;
 P_{max} – максимальний тиск, що досягається при обмеженій дефлаграції в оптимальній суміші;
 P_{red} – зменшений тиск, що досягається при дефлаграції в замкнутому приміщенні з легкоскридними елементами;
 P_{stat} – статичний тиск активації, який активізує легкоскридні елементи в процесі повільного зростання тиску.

Малі літери латинського алфавіту

a – висота розташування площі, до якої прикладається сила від зіткнення;
 b – ширина перешкоди (наприклад, опори мосту);
 h – габаритна висота від поверхні прогону нової будови до нижньої кромки конструкції мосту; висота розташування ударної сили над проїжджою частиною;
 l – довжина судна;
 r_F – знижувальний коефіцієнт;
 s – відстань між конструктивним елементом і осью лінією дороги або рейкового шляху;
 m – маса;
 v_v – швидкість.

Малі літери грецького алфавіту

μ – коефіцієнт тертя.

F_R frictional impact force;
 K_G deflagration index of a gas cloud;
 K_{St} deflagration index of a dust cloud;
 P_{max} maximum pressure developed in a contained deflagration of an optimum mixture;

P_{red} reduced pressure developed in vented enclosure during a vented deflagration;

P_{stat} static activation pressure that activates a vent opening when the pressure is increased slowly.

Latin lower case letters

a height of the application area of a collision force;
 b width of an obstacle (e.g. bridge pier);

h clearance height from roadway surfacing to underside of bridge element; height of a collision force above the level of a carriageway;

l ship length;

r_F reduction factor;

s distance from structural element to centre-line of road or track;

m mass;

v_v velocity.

Greek lower case letters

μ friction coefficient.

2 КЛАСИФІКАЦІЯ НАВАНТАЖЕНЬ

(1)P Навантаження в рамках даної частини EN 1991 класифікують відповідно до 4.1.1 EN 1990 як особливі навантаження.

ПРИМІТКА. В таблиці 2.1 вказані основні розділи EN 1990, які слід враховувати при проектуванні конструкцій, на які можуть діяти особливі навантаження

Таблиця 2.1 Розділи EN 1990, які стосуються особливих навантажень
Table 2.1 Clauses in EN 1990 specifically addressing accidental actions

Розділи Section	Пункти/підрозділи-пункти Clause/Sub-clause
Терміни та визначення Terms and definitions	1.5.2.5, 1.5.3.5, 1.5.3.15
Основні вимоги Basic requirements	2.1(4), 2.1(5)
Розрахункові ситуації Design situations	3.2(2)P
Класифікація навантажень Classifications of actions	4.1.1(1)P, 4.1.1(2), 4.1.2(8)
Інші репрезентативні значення змінних навантажень Other representative values of variable actions	4.1.3(1)P
Сполучення навантажень для особливих розрахункових ситуацій Combination of actions for accidental design situations	6.4.3.3
Розрахункові значення навантажень в особливих і сейсмічних розрахункових ситуаціях Design values for actions in the accidental and seismic design situations	A1.3.2

(2) Особливі навантаження від удару слід розглядати як вільні навантаження, якщо не встановлене інше.

ПРИМІТКА. В Національному додатку або в рамках конкретного проекту допускається розглядати особливі навантаження, не класифікуючи їх як вільні навантаження.

2 CLASSIFICATION OF ACTIONS

(1)P Actions within the scope of this part of EN1991 shall be classified as accidental actions in accordance with EN 1990, 4.1.1.

NOTE: Table 2.1 specifies the relevant clauses and sub-clauses in EN 1990, which apply to the design of a structure subjected to Accidental Actions.

(2) Accidental actions due to impact should be considered as free actions unless otherwise specified.

NOTE: The National Annex or the individual project may specify the treatment of accidental actions which are not classified as free actions.

3 РОЗРАХУНКОВІ СИТУАЦІЇ

3 DESIGN SITUATIONS

3.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

3.1 GENERAL

(1)Р Конструкції повинні бути запроєктовані з урахуванням обгрунтованих особливих розрахункових ситуацій відповідно до 3.2(2)Р EN 1990.

(1)P Structures shall be designed for the relevant accidental design situations in accordance with EN 1990, 3.2(2)P.

(2) Стратегії, які слід розглядати для особливих розрахункових ситуацій, показані на рисунку 3.1.

(2) The strategies to be considered for accidental design situations are illustrated in Figure 3.1.

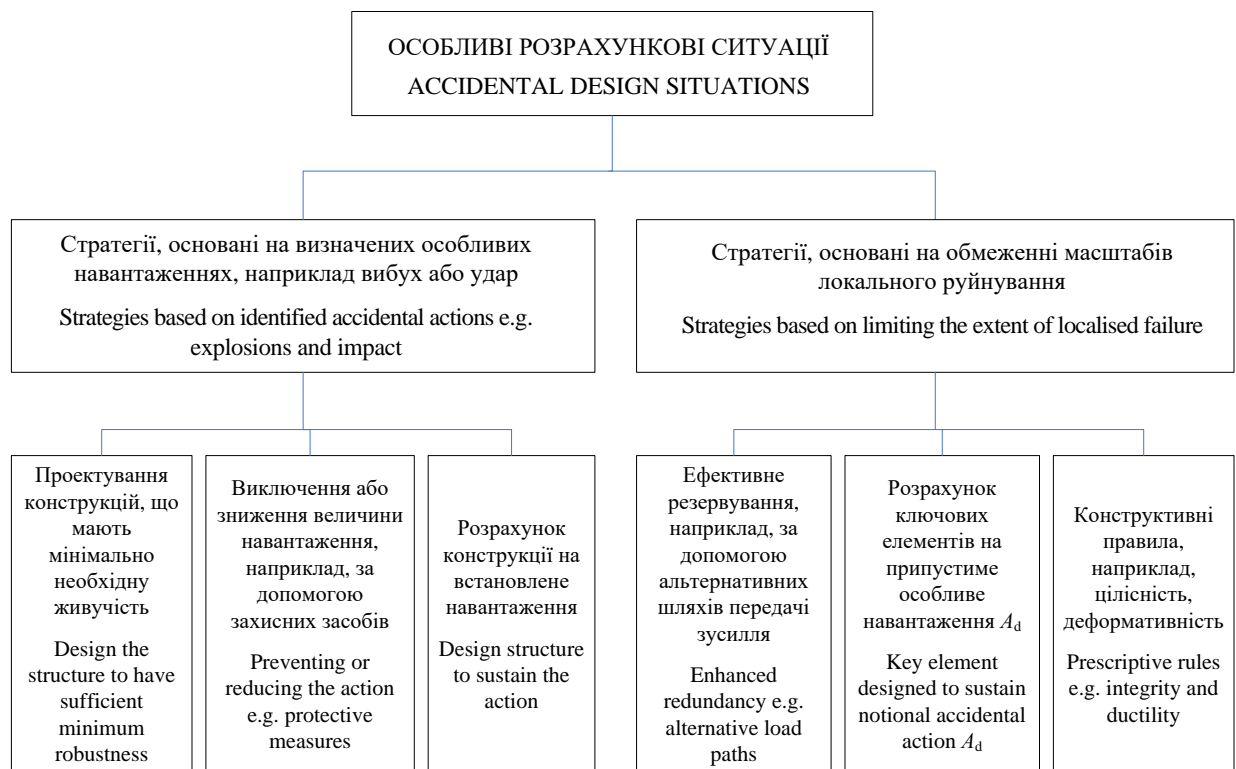


Рисунок 3.1 Стратегії для особливих розрахункових ситуацій
Figure 3.1 Strategies for Accidental Design Situations

ПРИМІТКА 1. Стратегії та правила, що використовують для погодження конкретного проекту із замовником і відповідною інстанцією.

NOTE 1: The strategies and rules to be taken into account are those agreed for the individual project with the client and the relevant authority.

ПРИМІТКА 2. Особливі навантаження можуть бути означеними і неозначеними.

NOTE 2: Accidental actions can be identified or unidentified actions.

ПРИМІТКА 3. Стратегії, що застосовуються для неозначених особливих навантажень, включають велику кількість можливих подій. Вони направлені на обмеження локального руйнування. Ухвалення стратегій з обмеження локального руйнування може забезпечити достатню живучість при дії особливих навантажень, вказаних у 1.1(6), або іншого навантаження від невстановленої причини. Рекомендації для будівель надані у Додатку А.

NOTE 3: Strategies based on unidentified accidental actions cover a wide range of possible events and are related to strategies based on limiting the extent of localised failure. The adoption of strategies for limiting the extent of localised failure may provide adequate robustness against those accidental actions identified in 1.1(6), or any other action resulting from an unspecified cause. Guidance for buildings is given in Annex A.

ПРИМІТКА 4. В даній частині EN 1991 запропоновані теоретичні значення для означених особливих навантажень (наприклад, для випадків вибуху усередині приміщення і удару). Ці значення допускається змінювати в Національному додатку або в рамках конкретного проекту за погодженням із замовником і відповідною інстанцією.

ПРИМІТКА 5. Для деяких конструкцій (наприклад, при розгляді споруд, в яких відсутня загроза для людей, а економічними, соціальними і екологічними збитками можна знехтувати) повне обвалення конструкції в результаті особливих подій можна допустити. Такі випадки можуть бути узгоджені для конкретних проектів із замовником і відповідною інстанцією.

3.2 Особливі розрахункові ситуації – стратегії при особливих навантаженнях

(1) Величина особливого навантаження залежить від:

- заходів, направлених на запобігання або зниження результатів особливого навантаження;
- вірогідності виникнення особливого навантаження;
- наслідків руйнування в результаті особливого навантаження;
- суспільної оцінки;
- рівня допустимого ризику.

ПРИМІТКА 1. Див. EN 1990 2.1(4)P ПРИМІТКА 1.

ПРИМІТКА 2. На практиці вірогідність виникнення і наслідки особливих навантажень можуть бути пов'язані з певним ступенем ризику. У випадку якщо такий ступінь ризику неприйнятний, потрібні додаткові заходи. Як правило, нульовий ступінь ризику є таким, що не реалізовується, і в більшості випадків необхідно допускати певний ступінь ризику, який залежить від різних факторів, наприклад від можливої кількості нещасних випадків, економічних наслідків, витрат на засоби безпеки та ін.

ПРИМІТКА 3. Ступені прийняттого ризику допускається встановлювати в Національному додатку у вигляді додаткової інформації, що не суперечить цьому документу.

(2) Локальне руйнування від особливих впливів може бути допустимим, якщо не порушується загальна стійкість усієї конструкції, зберігається загальна несуча здатність, що дозволяє вжити необхідних аварійних заходів.

NOTE 4: Notional values for identified accidental actions (e.g. in the case of internal explosions and impact) are proposed in this part of EN 1991. These values may be altered in the National Annex or for an individual project and agreed for the design by the client and the relevant authority.

NOTE 5: For some structures (e.g. construction works where there is no risk to human life, and where economic, social or environmental consequences are negligible) subjected to accidental actions, the complete collapse of the structure caused by an extreme event may be acceptable. The circumstances when such a collapse is acceptable may be agreed for the individual project with the client and the relevant authority.

3.2 Accidental design situations - strategies for identified accidental actions

(1) The accidental actions that should be taken into account depend upon:

- the measures taken for preventing or reducing the severity of an accidental action;
- the probability of occurrence of the identified accidental action;
- the consequences of failure due to the identified accidental action;
- public perception;
- the level of acceptable risk.

NOTE 1: See EN 1990, 2.1 (4)P NOTE 1.

NOTE 2: In practice, the occurrence and consequences of accidental actions can be associated with a certain risk level. If this level cannot be accepted, additional measures are necessary. A zero risk level, however, is impracticable and in most cases it is necessary to accept a certain level of risk. Such a risk level can be determined by various factors, such as the potential number of casualties, the economic consequences and the cost of safety measures, etc.

NOTE 3 Levels of acceptable risks may be given in the National Annex as non contradictory, complementary information.

(2) A localised failure due to accidental actions may be acceptable, provided it will not endanger the stability of the whole structure, and that the overall load-bearing capacity of the structure is maintained and allows necessary emergency measures to be taken.

ПРИМІТКА 1. Для будівельних конструкцій такі аварійні заходи можуть включати безпечну евакуацію людей з приміщень і прилеглих територій.

ПРИМІТКА 2. Для мостів такі аварійні заходи можуть включати тимчасове закриття ділянки дороги або залізничних колій.

(3) Необхідно вжити заходів із зниження ризику від особливих навантажень, що включають, якщо це доречно, одну або декілька стратегій:

а) запобігання проявів навантаження (наприклад, для мостів за рахунок забезпечення відповідної висоти між транспортним засобом і спорудою) або зниження вірогідності появи і/або величини навантаження до прийняттого рівня в процесі проектування конструкцій (наприклад, у будівлях за рахунок легкоскридних елементів із малою масою і міцністю, що зменшують ефект вибуху);

б) захист конструкції шляхом зменшення ефекту від особливих навантажень (наприклад, за допомогою влаштування захисних огорож або бар'єрів безпеки);

с) забезпечення достатньої живучості конструкцій з використанням одного або більше підходів:

1) проектування певних елементів конструкції, від яких залежить загальна стійкість конструкції, як ключових елементів (див. 1.5.10), з метою збільшення вірогідності збереження працездатного стану конструкції після здійснення особливої події;

2) проектування конструктивних елементів і матеріалів з достатньою деформативністю, що допускає без руйнування поглинання значної енергії деформування;

3) створення достатнього резервування в конструкції з метою забезпечення альтернативних шляхів передачі навантаження після виникнення особливої події.

ПРИМІТКА 1. У деяких випадках конструкцію неможливо захистити шляхом зниження ефекту від особливого навантаження або запобіганням виникненню навантажень. Це відбувається внаслідок того, що такі навантаження залежать від чинників, які не обов'язково передбачені умовами проектування на передбачений термін експлуатації. Запобіжні засоби можуть включати регулярні інспекції та технічне обслуговування протягом терміну експлуатації.

NOTE 1: For building structures such emergency measures may involve the safe evacuation of persons from the premises and its surroundings.

NOTE 2: For bridge structures such emergency measures may involve the closure of the road or rail service within a specific limited period.

(3) Measures should be taken to mitigate the risk of accidental actions and these measures should include, as appropriate, one or more of the following strategies:

a) preventing the action from occurring (e.g. in the case of bridges, by providing adequate clearances between the trafficked lanes and the structure) or reducing the probability and/or magnitude of the action to an acceptable level through the structural design process (e.g. in the case of buildings providing sacrificial venting components with a low mass and strength to reduce the effect of explosions);

b) protecting the structure against the effects of an accidental action by reducing the effects of the action on the structure (e.g. by protective bollards or safety barriers);

c) ensuring that the structure has sufficient robustness by adopting one or more of the following approaches:

1) by designing certain components of the structure upon which stability depends as key elements (see 1.5.10) to increase the likelihood of the structure's survival following an accidental event.

2) designing structural members, and selecting materials, to have sufficient ductility capable of absorbing significant strain energy without rupture.

3) incorporating sufficient redundancy in the structure to facilitate the transfer of actions to alternative load paths following an accidental event.

NOTE 1: It may not be possible to protect the structure by reducing the effects of an accidental action, or preventing an action from occurring. This is because an action is dependent upon factors which, over the design working life of the structure, may not necessarily be part of the design assumptions. Preventative measures may involve periodic inspection and maintenance during the design working life of the structure.

ПРИМІТКА 2. Для проектування конструктивних елементів із достатньою деформативністю див. вказівки в Додатках А і С спільно з EN 1992 – EN 1999.

(4)Р Особливі навантаження, у разі необхідності, слід прикладати одночасно з діючими постійними і змінними діями згідно з EN 1990, 6.4.3.3.

ПРИМІТКА. Значення ψ див. у EN 1990, Додаток А.

(5)Р Слід враховувати також безпеку конструкцій безпосередньо після виникнення особливого навантаження.

ПРИМІТКА. Це включає розгляд прогресуючого руйнування конструкцій будівель. Див. Додаток А.

3.3 ОСОБЛИВІ РОЗРАХУНКОВІ СИТУАЦІЇ – СТРАТЕГІЇ ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ МАСШТАБІВ ЛОКАЛЬНОГО РУЙНУВАННЯ

(1)Р При проектуванні слід зменшувати обсяги потенційного руйнування конструкцій у результаті непередбаченої причини.

(2) Зменшити обсяги руйнування можна застосовуючи один або декілька наступних підходів:

а) проектування ключових елементів, від яких залежить загальна стійкість будівлі, так, щоб вони були здатні сприймати впливи від особливої дії A_d ;

ПРИМІТКА 1. У Національному Додатку допускається вказувати модель особливої дії у вигляді розподіленого або зосередженого навантаження з розрахунковим значенням A_d . Рекомендованою моделлю для будівель є рівномірно розподілене умовне навантаження, що прикладається в будь-якому напрямі до ключового елемента і прилеглих елементів (наприклад, фасадів тощо). Для конструкцій будівель рекомендоване рівномірно розподілене навантаження складає 34 kN/m^2 . Див А.8 (Додаток А).

б) проектування конструкцій такими, щоб у разі локального руйнування (наприклад, при відмові окремого елемента) загальна стійкість всієї конструкції або її значної частини була забезпечена;

NOTE 2: For the design of structural members with sufficient ductility, see Annexes A and C, together with EN 1992 to EN 1999.

(4)P Accidental actions shall, where appropriate, be applied simultaneously in combination with permanent and other variable actions in accordance with EN 1990, 6.4.3.3.

NOTE: For ψ values, see Annex A of EN 1990.

(5)P The safety of the structure immediately following the occurrence of the accidental action shall be taken into account.

NOTE: This includes the consideration of progressive collapse for building structures. See Annex A.

3.3 ACCIDENTAL DESIGN SITUATIONS – STRATEGIES FOR LIMITING THE EXTENT OF LOCALISED FAILURE

(1)P In the design, the potential failure of the structure arising from an unspecified cause shall be mitigated.

(2) The mitigation should be reached by adopting one or more of the following approaches:

a) designing key elements, on which the stability of the structure depends, to sustain the effects of a model of accidental action A_d ;

NOTE 1: The National Annex may define the model which may be a concentrated or a distributed load with a design value of A_d . The recommended model for buildings is a uniformly distributed notional load applicable in any direction to the key element and any attached components (e.g. claddings, etc). The recommended value for the uniformly distributed load is 34 kN/m^2 for building structures. An example of the application of A_d is given in A.8.

b) designing the structure so that in the event of a localised failure (e.g. failure of a single member) the stability of the whole structure or of a significant part of it would not be endangered;

ПРИМІТКА 2. У Національному Додатку допускається вказувати прийнятний обсяг "локалізованого руйнування". Для будівель рекомендовані обмеження відповідають меншому з 100 м² або 15 % площі на кожному з двох перекриттів на суміжних поверхах, які можуть бути пошкоджені при видаленні опори, колони або стіни. Це схоже на створення конструкції з достатньою живучістю незалежно від того, чи було враховано в розрахунку визначеного особливого навантаження.

c) застосування вказаних конструктивних/розрахункових правил, що забезпечують прийнятний запас міцності конструкції (наприклад, застосування в'язів у всіх трьох напрямках для забезпечення додаткової цілісності або мінімальний рівень деформативності будівельних елементів, які піддаються удару).

ПРИМІТКА 3. У Національному Додатку може бути вказано, які стратегії, описані в 3.3, необхідно розглядати стосовно різних конструкцій. Приклади застосування вказаних стратегій до конструкцій будівель містяться в Додатку А.

3.4 ОСОБЛИВІ РОЗРАХУНКОВІ СИТУАЦІЇ – ЗАСТОСУВАННЯ КЛАСІВ ЗА НАСЛІДКАМИ РУЙНУВАННЯ

(1) Стратегії для особливих розрахункових ситуацій можуть бути засновані на наступних класах за наслідками руйнування, наведених у EN 1990:

СС1 – незначні наслідки руйнування;
СС2 – середні наслідки руйнування;
СС3 – значні наслідки руйнування.

ПРИМІТКА 1. Додаткова інформація міститься в EN 1990, Додаток В.

ПРИМІТКА 2. За певних обставин різні елементи конструкції доцільно відносити до різних класів за наслідками руйнування, наприклад конструктивно відокремлене малоповерхове бічне крило висотного будинку, яке з погляду функціональності менш важливе в порівнянні з основною будівлею.

ПРИМІТКА 3. Профілактичні і/або захисні заходи спрямовані на виключення або зменшення вірогідності пошкодження конструкцій. При проектуванні іноді це враховують шляхом віднесення конструкції до нижчого класу за наслідками руйнування. У решті випадків доцільнішим може бути зниження навантажень на конструкцію.

NOTE 2: The National Annex may state the acceptable limit of "localised failure". The indicative limit for building structures is 100 m² or 15 % of the floor area, whichever is less, on two adjacent floors caused by the removal of any supporting column, pier or wall. This is likely to provide the structure with sufficient robustness regardless of whether an identified accidental action has been taken into account.

c) applying prescriptive design/detailing rules that provide acceptable robustness for the structure (e.g. three-dimensional tying for additional integrity, or a minimum level of ductility of structural members subject to impact).

NOTE 3: The National Annex may state which of the approaches given in 3.3 are to be considered for various structures. Examples relating to the use of the approaches for buildings are given in Annex A.

3.4 ACCIDENTAL DESIGN SITUATIONS – USE OF CONSEQUENCE CLASSES

(1) The strategies for accidental design situations may be based on the following consequences classes as set out in EN 1990.

CC1 – Low consequences of failure
CC2 – Medium consequences of failure
CC3 – High consequences of failure

NOTE 1: EN 1990 Annex B provides further information.

NOTE 2: In some circumstances it may be appropriate to treat some parts of the structure as belonging to a different consequence class, e.g. a structurally separate low rise wing of a building that is serving a less critical function than the main building.

NOTE 3: Preventative and/or protective measures are intended to remove or to reduce the probability of damage to the structure. For design purposes this can sometimes be taken into consideration by assigning the structure to a lower consequence class. In other cases a reduction of forces on the structure may be more appropriate.

ПРИМІТКА 4. У Національному Додатку допускається розділяти конструкції за категоріями згідно з 3.4(1). Пропозиції щодо застосування класів за наслідками руйнування для будівель містяться в Додатку А.

(2) Особливі розрахункові ситуації для різних класів за наслідками руйнування згідно з 3.4(1) потрібно розглядати таким чином:

- СС1: спеціально врахувати особливі навантаження не потрібно за умови, що враховані всі відповідні правила щодо запасу міцності і загальної стійкості, встановлені в EN 1992-EN 1999;
- СС2: залежно від конкретних обставин допускається спрощений розрахунок конструкції із застосуванням моделей еквівалентних статичних навантажень або застосування традиційних розрахункових/конструктивних правил;
- СС3: для визначення необхідного рівня надійності конструкцій і ступеня деталізації конструктивних розрахунків необхідно виконувати спеціальне дослідження у кожному конкретному випадку. При цьому може виникнути потреба у виконанні аналізу ризику, а також застосуванні досконаліших методів, що включають динамічний аналіз, нелінійні моделі і врахування взаємодії між навантаженнями і конструкцією.

ПРИМІТКА. У Національному Додатку для вищих або нижчих класів за наслідками руйнування допускається надавати рекомендації щодо відповідних підходів до проектування конструкцій у вигляді додаткової інформації, що не суперечить цьому документу.

NOTE 4: The National Annex may provide a categorisation of structures according to the consequences classes in 3.4(1). A suggested classification of consequences classes relating to buildings is provided in Annex A.

(2) Accidental design situations for the different consequences classes given in 3.4(1) may be considered in the following manner:

- CC1: no specific consideration is necessary for accidental actions except to ensure that the robustness and stability rules given in EN 1990 to EN1999, as applicable, are met;
- CC2: depending upon the specific circumstances of the structure, a simplified analysis by static equivalent action models may be adopted or prescriptive design/detailing rules may be applied;
- CC3: an examination of the specific case should be carried out to determine the level of reliability and the depth of structural analyses required. This may require a risk analysis to be carried out and the use of refined methods such as dynamic analyses, non-linear models and interaction between the load and the structure.

NOTE: The National Annex may give reference to, as non conflicting, complementary information, appropriate design approaches for higher and lower consequences classes.

4 УДАР

4.1 ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

(1) Цей розділ розповсюджується на особливі дії при наступних подіях:

- удари автомобільних транспортних засобів (за винятком зіткнень із легкими конструкціями) (див. 4.3);
- удари вилкових навантажувачів (див. 4.4);
- удари залізничних транспортних засобів (за винятком зіткнень із легкими конструкціями) (див. 4.5);
- удари кораблів (див. 4.6);
- жорстке приземлення гелікоптерів на покриття (див. 4.7).

ПРИМІТКА 1. Особливі навантаження на легкі конструкції (наприклад, підмостки, освітлювальні ліхтарі, пішохідні мости) допускається встановлювати в Національному додатку у вигляді додаткової несуперечливої інформації.

ПРИМІТКА 2. Ударні навантаження на бордюри і парапети див. EN 1991-2.

ПРИМІТКА 3. У Національному Додатку допускається у вигляді додаткової несуперечливої інформації надавати вказівки, що стосуються правил передачі ударних зусиль на фундамент конструкції. Див. EN 1990, 5.1.3 (4).

(2)P Для наступних типів будівель необхідно враховувати навантаження від ударів:

- будівлі, що використовуються для паркування автомобілів;
- будівлі, в яких допускається рух транспортних засобів або вилкових навантажувачів;
- будівлі, розташовані поруч з автодорожнім або залізничним транспортним потоком.

(3) При розгляді навантаження від ударів на зм'якшувальні захисні засоби для мостів необхідно враховувати, серед іншого, вид транспорту, що знаходиться на і під мостом, а також наслідки удару.

(4)P Навантаження від ударів гелікоптерів слід враховувати для будівель, що мають посадкову платформу на покритті.

4 IMPACT

4.1 FIELD OF APPLICATION

(1) This section defines accidental actions due to the following events:

- impact from road vehicles (excluding collisions on lightweight structures) (see 4.3);
- impact from forklift trucks (see 4.4);
- impact from trains (excluding collisions on lightweight structures) (see 4.5);
- impact from ships (see 4.6);
- the hard landing of helicopters on roofs (see 4.7).

NOTE 1: Accidental actions on lightweight structures which are excluded from the field of application above (e.g. gantries, lighting columns, footbridges) may be referred to in the National Annex, as non contradictory complementary information..

NOTE 2: For impact loads on kerbs and parapets, see EN 1991-2.

NOTE 3: The National Annex may give guidance on issues concerning the transmission of impact forces to the foundations as non contradictory complementary information. See EN 1990, 5.1.3 (4).

(2)P For buildings, actions due to impact shall be taken into account for:

- buildings used for car parking,
- buildings in which vehicles or forklift trucks are permitted, and
- buildings that are located adjacent to either road or railway traffic.

(3) For bridges, the actions due to impact and the mitigating measures provided should take into account, amongst other things, the type of traffic on and under the bridge and the consequences of the impact.

(4)P Actions due to impact from helicopters shall be taken into account for buildings where the roof contains a designated landing pad.

4.2 ПРЕДСТАВЛЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ

(1) Навантаження від ударів повинні бути визначені динамічним аналізом або представлені еквівалентною статичною силою.

ПРИМІТКА 1. Сила на поверхні між об'єктом, що може вдарити, і конструкцією залежить від їх взаємодії.

ПРИМІТКА 2. Базисними змінними, які використовуються при аналізі удару, є швидкість ударного об'єкта і розподіл мас, деформаційні властивості та демпфувальні характеристики ударного об'єкта і конструкції. Інші чинники, такі як кут удару, конструкція і рух об'єкта, що може вдарити, після зіткнення також можуть бути важливими.

ПРИМІТКА 3. Подальші вказівки містяться в Додатку С.

(2) Допускається умова, що всю енергію поглинає об'єкт, що може вдарити.

ПРИМІТКА. В загальному випадку це припущення призводить до консервативних результатів.

(3) Для визначення властивостей матеріалів об'єкта, що може вдарити, і конструкції слід застосовувати нижні і верхні характеристичні значення. За необхідності слід враховувати швидкість деформування.

(4) У конструктивних розрахунках навантаження від удару можуть бути представлені еквівалентними статичними силами, що призводять до еквівалентного ефекту в конструкції. Цю спрощену модель допускається застосовувати для перевірки статичної рівноваги, перевірки міцності та визначення деформацій конструкції при ударі.

(5) Для конструкцій, які відповідно до проекту повинні поглинати енергію удару за рахунок пружно-пластичних деформацій окремих елементів (тобто м'який удар), еквівалентне статичне навантаження допускається визначати, враховуючи як пластичні деформації, так і можливості деформування таких елементів.

ПРИМІТКА. Додаткову інформацію див. у Додатку С.

4.2 REPRESENTATION OF ACTIONS

(1) Actions due to impact should be determined by a dynamic analysis or represented by an equivalent static force.

NOTE 1: The forces at the interface of the impacting object and the structure depend on their interaction.

NOTE 2: The basic variables for impact analysis are the impact velocity of the impacting object and the mass distribution, deformation behaviour and damping characteristics of both the impacting object and the structure. Other factors such as the angle of impact, the construction of the impacting object and movement of the impacting object after collision may also be relevant.

NOTE 3: See Annex C for further guidance.

(2) It may be assumed that the impacting body absorbs all the energy.

NOTE: In general, this assumption gives conservative results.

(3) For determining the material properties of the impacting object and of the structure, upper or lower characteristic values should be used, where relevant. Strain rate effects should also be taken into account, where appropriate.

(4) For structural design the actions due to impact may be represented by an equivalent static force giving the equivalent action effects in the structure. This simplified model may be used for the verification of static equilibrium, for strength verifications and for the determination of deformations of the impacted structure.

(5) For structures which are designed to absorb impact energy by elastic-plastic deformations of members (i.e. soft impact), the equivalent static loads may be determined by taking into account both plastic strength and the deformation capacity of such members.

NOTE: For further information see Annex C.

(6) Для конструкцій, в яких енергія в основному розсіюється об'єктом, що вдаряє (тобто жорсткий удар), динамічні або еквівалентні статичні сили допускається визначати згідно 4.3 – 4.7.

(6) For structures for which the energy is mainly dissipated by the impacting body (i.e. hard impact), the dynamic or equivalent static forces may be determined from clauses 4.3 to 4.7.

ПРИМІТКА. Деяка інформація щодо застосування при динамічному аналізі розрахункових значень для мас і швидкостей об'єктів, що співударяються, міститься в Додатку С.

NOTE: Some information on design values for masses and velocities of colliding objects as a basis for a dynamic analysis may be found in Annex C.

4.3 ОСОБЛИВІ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД УДАРІВ ДОРОЖНІХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

4.3 ACCIDENTAL ACTIONS CAUSED BY ROAD VEHICLES

4.3.1 Удари по опорних частинах споруд

4.3.1 Impact on supporting substructures

(1) Необхідно визначати розрахункові значення ударних навантажень на опорні частини споруди (наприклад, опори мостів чи стіни будівель), розташованих поблизу доріг різних типів.

(1) Design values for actions due to impact on the supporting structures (e.g. columns and walls of bridges or buildings) adjacent to various types of roads should be defined.

ПРИМІТКА 1. Розрахункові значення для жорсткого удару (див. 4.2(6)) від дорожнього транспорту допускається встановлювати в Національному Додатку. Орієнтовні розрахункові значення еквівалентних статичних сил містяться в таблиці 4.1. Рішення про врахування розрахункового значення можна приймати залежно від наслідків удару, виду та інтенсивності руху і вжитих захисних заходів, див. EN 1991-2 і Додаток С. Рекомендації щодо аналізу ризиків містяться в Додатку В.

NOTE 1. For hard impact (see 4.2.(6)) from road traffic the design values may be defined in the National Annex. The indicative equivalent static design force may be taken from Table 4.1. The choice of the values may take account of the consequences of the impact, the expected volume and type of traffic, and any mitigating measures provided. See EN 1991-2 and Annex C Guidance on risk analysis may be found in Annex B if required.

Таблиця 4.1 Орієнтовні розрахункові значення еквівалентних статичних сил від зіткнення дорожнього транспорту з опорними конструкціями споруд над або поблизу проїжджої частини
Table 4.1 Indicative equivalent static design forces due to vehicular impact on members supporting structures over or adjacent to roadways

Категорії доріг Category of traffic	Сила F_{dx}^a [кН] Force F_{dx}^a [kN]	Сила F_{dy}^a [кН] Force F_{dy}^a [kN]
Автостради та основні дороги державного значення Motorways and country national and main roads	1000	500
Дороги в сільській місцевості Country roads in rural area	750	375
Міські дороги Roads in urban area	500	250
Дворові території та гаражі: Courtyards and parking garages with access to:		
– легкових автомобілів (Cars)	50	25
– вантажних автомобілів ^b (Lorries ^b)	150	75

^a x = у напрямі руху; y = перпендикулярно до напрямку руху.
^a x = direction of normal travel, y = perpendicular to the direction of normal travel.
^b Термін «вантажні автомобілі» відноситься до автомобілів із вагою бруто більше 3,5 т.
^b The term "lorry" refers to vehicles with maximum gross weight greater than 3,5 tonnes.

ПРИМІТКА 2. У Національному Додатку допускається зазначати ударну силу у вигляді функціональної залежності від відстані s між конструктивним елементом і віссю найближчої смуги руху. Інформація про вплив відстані s міститься в Додатку С.

ПРИМІТКА 3. У Національному Додатку можуть бути вказані типи або елементи конструкцій, для яких удар транспортного засобу можна не враховувати.

ПРИМІТКА 4. При розгляді зіткнення транспортних засобів із мостами слід враховувати положення EN 1991-2.

ПРИМІТКА 5. Інформація про особливі навантаження від автомобільного транспорту на мостах, призначених також для руху рейкових транспортних засобів, міститься в бюлетені UIC 777.1 R.

(2) Повинні бути визначені правила застосування сил F_{dx} та F_{dy} .

ПРИМІТКА. Правила застосування сил F_{dx} та F_{dy} можуть бути визначені в Національному Додатку або для конкретного проекту. Сили F_{dx} та F_{dy} не рекомендується застосовувати одночасно.

(3) Необхідно визначити площу прикладання сили F при зіткненні з опорними конструкціями.

ПРИМІТКА. У Національному Додатку допускається вказувати умови удару транспортних засобів. Рекомендуються наступні умови (див. рисунок 4.1):

– силу від удару F вантажних автомобілів допускається прикладати на висоті h від 0,5 до 1,5 м від рівня проїжджої частини. За наявності захисних бар'єрів застосовують вищі значення. Рекомендована площа прикладання сили визначається таким чином: висота $a = 0,50$ м, ширина дорівнює ширині конструктивного елемента, але не більше 1,5 м;

– силу від удару F легкових автомобілів допускається прикладати на висоті $h = 0,5$ м від рівня проїжджої частини. Рекомендована площа прикладання сили визначається таким чином: висота $a = 0,25$ м, ширина дорівнює ширині елемента, але не більше 1,5 м.

NOTE 2. The National Annex may prescribe the force as a function of the distance s of the centreline of the nearest trafficked lanes to the structural member. Information on the effect of the distance s , where applicable, can be found in Annex C.

NOTE 3. The National Annex may define types or elements of the structure that may not need to be considered for vehicular collision.

NOTE 4. For impact from traffic on bridges, reference should be made to EN 1991 -2.

NOTE 5. For guidance on accidental actions caused by road vehicles on bridges also carrying rail traffic, see UIC leaflet 777.1 R.

(2) The application of the forces F_{dx} and F_{dy} should be defined.

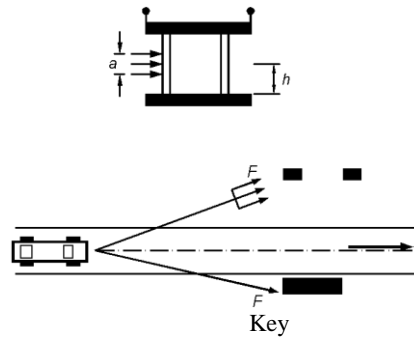
NOTE: Rules for the application of F_{dx} and F_{dy} may be defined in the National Annex or for the individual project. It is recommended that F_{dx} does not act simultaneously with F_{dy} .

(3) For impact on the supporting structures the applicable area of resulting collision force F should be specified.

NOTE: The National Annex may define the conditions of impact from road vehicles. The recommended conditions are as follows (see Figure 4.1):

– for impact from lorries the collision force F may be applied at any height h between 0,5 m to 1,5 m above the level of the carriageway or higher where certain types of protective barriers are provided. The recommended application area is $a = 0,5$ m (height) by 1,50 m (width) or the member width, whichever is the smaller.

– for impact from cars the collision force F may be applied at $h = 0,50$ m above the level of the carriageway. The recommended application area is $a = 0,25$ m (height) by 1,50 m (width) or the member width, whichever is the smaller.



Позначення

a – висота рекомендованої площі прикладання сили: змінюється від 0,25 м (для легкових автомобілів) і 0,50 м (для вантажних автомобілів);

h – положення результуючої сили удару F , тобто висота над рівнем проїжджої частини. Змінюється від 0,5 м (для легкових автомобілів) до 1,5 м (для вантажних автомобілів);

x – осьова лінія смуги руху.

Key

a is the height of the recommended force application area. Ranges from 0,25 m (cars) to 0,50 m (lorries).

h is the location of the resulting collision force F , i.e. the height above the level of the carriageway. Ranges from 0,50 m (cars) to 1,50 m (lorries).

x is the centre of the lane.

Рисунок 4.1 Сила від зіткнення з опорними конструкціями мостів поблизу смуги руху і з опорними конструкціями будівель
Figure 4.1 Collision force on supporting substructures near traffic lanes for bridges and supporting structures for buildings

4.3.2 Удари на верхні частини споруди

(1) Необхідно визначати розрахункові значення ударних навантажень від вантажних автомобілів і/або від їх вантажів на конструкції верхніх частин споруд, крім випадків, коли забезпечена достатня висота проїзду або вжиті відповідні захисні заходи для уникнення удару.

ПРИМІТКА 1. Розрахункові значення ударних навантажень разом із значеннями достатньої висоти проїзду і відповідними захисними заходами щодо запобігання ударам допускається встановлювати в Національному Додатку. Рекомендоване значення достатньої висоти проїзду, не враховуючи майбутню заміну дорожнього покриття під мостом, складає від 5,0 м до 6,0 м. Орієнтовні значення еквівалентних статичних сил вказані в таблиці 4.2.

4.3.2 Impact on superstructures

(1) Design values for actions due to impact from lorries and/or loads carried by the lorries on members of the superstructure should be defined unless adequate clearances or suitable protection measures to avoid impact are provided.

NOTE 1: The design values for actions due to impact, together with the values for adequate clearances and suitable protection measures to avoid impact, may be defined in the National Annex. The recommended value for adequate clearance, excluding future re-surfacing of the roadway under the bridge, to avoid impact is in the range 5,0 m to 6,0 m. The indicative equivalent static design forces are given in Table 4.2.

Таблиця 4.2 Орієнтовні значення еквівалентних статичних ударних сил на верхні частини споруд

Table 4.2 Indicative equivalent static design forces due to impact on superstructures.

Категорії доріг Category of traffic	Еквівалентна статична сила F_{dx}^a [кН] Equivalent static design force F_{dx}^a [kN]
Автостради і основні дороги державного значення Motorways and country national and main roads	500
Дороги в сільській місцевості Country roads in rural area	375
Міські дороги Roads in urban area	250
Дворові території та гаражі Courtyards and parking garages	75

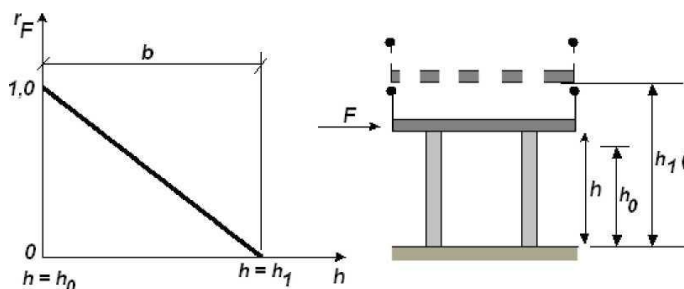
^{a)} x – у напрямку руху.
^a x = direction of normal travel.

ПРИМІТКА 2. Вибір розрахункового значення слід приймати залежно від наслідків удару, типу і інтенсивності руху, а також залежно від забезпечення зм'якшувальних (захисних та запобіжних) засобів.

NOTE 2: The choice of the values may take account of the consequences of the impact, the expected volume and type of traffic, and any mitigating (protective and preventative) measures provided.

ПРИМІТКА 3. Проектні ударні навантаження на вертикальні поверхні ідентичні ударним силам, приведеним в таблиці 4.2. При $h_0 \leq h \leq h_1$ значення ударних сил можна помножити на знижувальний коефіцієнт r_F . Значення r_F , h_0 і h_1 допускається встановлювати в Національному додатку. Рекомендовані значення r_F , h_0 і h_1 наведені на рисунку 4.2.

NOTE 3: On vertical surfaces the design impact loads are equal to the equivalent static design forces due to impact given in Table 4.2. For $h_0 \leq h \leq h_1$, these values may be multiplied by a reduction factor r_F . The values of r_F , h_0 and h_1 may be given in the National Annex. Recommended values of r_F , h_0 and h_1 are given in Figure 4.2.



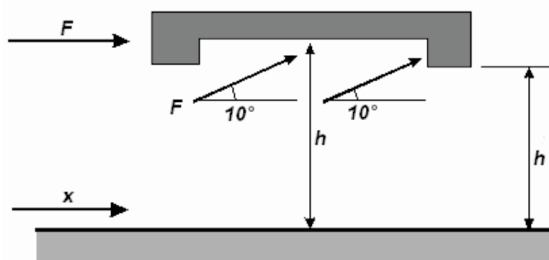
h – фізична відстань висоти між поверхнею дорожнього полотна і нижньою кромкою прогонової конструкції;
 h_0 – мінімальна відстань між поверхнею дороги і нижньою кромкою прогонової конструкції, нижче за яку удар на верхню частину споруди потрібно враховувати повністю. Рекомендоване значення $h_0 = 5$ м;
 h_1 – значення відстані між поверхнею дорожнього полотна і нижньою кромкою прогонової конструкції, вище за яке ударну силу F можна не враховувати. Рекомендоване значення $h_1 = 6$ м (плюс запас на майбутню заміну дорожнього покриття під мостом, вертикальні перепади і прогин моста);
 b – різниця висот між h_1 і h_0 , тобто $b = h_1 - h_0$. Рекомендоване значення для b складає 1,0 м. Застосування знижувального коефіцієнта до F допускається при значеннях b від 0 до 1 м, тобто між h_0 і h_1

h is the physical clearance between the road surface and the underside of the bridge deck;
 h_0 is the minimum height of clearance between the road surface and the underside of the bridge deck below which an impact on the superstructure need to be taken into account. The recommended value of h_0 is 5,0 m;
 h_1 is the value of the clearance between the road surface and the underside of the bridge deck. For values of h_1 and above, the impact force F need not be considered. The recommended value of h_1 is 6,0 m (+ allowances for future re-surfacing, vertical sag curve and deflection of bridge);
 b is the difference in height between h_1 and h_0 , i.e. $b = h_1 - h_0$. The recommended value for b is 1,0 m. A reduction factor for F is allowed for values of b between 0 and 1 m, i.e. between h_0 and h_1 .

Рисунок 4.2 Рекомендоване значення знижувального коефіцієнта r_F для ударних сил на горизонтальні конструктивні елементи над проїжджою частиною залежно від висоти проїзду h
Figure 4.2 Recommended value of the factor r_F for vehicular collision forces on horizontal structural-members above roadways, depending on the clearance height h

ПРИМІТКА 4. Допускається враховувати ударні навантаження на нижню поверхню прогонової конструкції з кутом підйому. У Національному Додатку можуть бути вказані умови удару. Рекомендований кут підйому складає 10° , рисунок 4.3.

NOTE 4. On the underside surfaces of bridge decks the same impact loads as above with an upward inclination may have to be taken into account: the conditions of impact may be given in the National Annex. The recommended value of upward inclination is 10° , see Figure 4.3.



x : напрям руху;
 h : відстань між поверхнею дорожнього полотна і облицюванням або конструктивним елементом на нижній поверхні моста.

x : direction of traffic;
 h : height of the bridge from the road surface measured to either the soffit or the structural members.

Рисунок 4.3 Ударна сила на елементи прогонової конструкції
Figure 4.3 Impact force on members of the superstructure

ПРИМІТКА 5. При визначенні висоти h слід враховувати можливі майбутні зміни в меншу сторону, наприклад, за рахунок заміни дорожнього покриття під мостом.

(2) За необхідності слід також враховувати ударні сили F_{dy} , направлені перпендикулярно до руху.

ПРИМІТКА. Застосування F_{dy} може бути визначене в Національному Додатку або в конкретному проєкті. F_{dy} не рекомендується застосовувати одночасно з F_{dx} .

(3) Повинна бути вказана площа прикладання ударної сили F на елементи верхньої частини споруди.

ПРИМІТКА. У Національному Додатку можуть бути визначені розміри і положення площі удару (ударної поверхні). Як ударну поверхню рекомендується застосовувати квадрат із довжиною сторони 0,25 м.

4.4 ОСОБЛИВІ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД УДАРІВ ВИЛКОВИХ НАВАНТАЖУВАЧІВ

(1) Розрахункові значення особливих навантажень від удару вилкових навантажувачів встановлюють з урахуванням динамічних характеристик вилкового навантажувача і конструкції. Реакція конструкції може враховувати нелінійні деформації. Замість виконання динамічного розрахунку допускається використовувати еквівалентні статичні сили F .

ПРИМІТКА. У Національному Додатку допускається встановлювати розрахункове значення еквівалентної статичної сили F . Рекомендується значення F визначати із застосуванням точних розрахунків м'якого удару згідно з С.2.2 (Додаток С). Як альтернативне рекомендується застосовувати значення $F = 5W$, де W – сума ваги нетто і вантажопідіймальної здатності навантажувача (див. EN 1991-1-1, таблиця 6.5); навантаження діє на висоті 0,75 м від підлоги. В деяких випадках допускається застосовувати вищі або нижчі значення.

NOTE 5: In determining the value of h allowance should be made for any possible future reduction caused by the resurfacing of the roadway under the bridge.

(2) Where appropriate, forces perpendicular to the direction of normal travel, F_{dy} , should also be taken into account.

NOTE: The use of F_{dy} may be defined in the National Annex or for the individual project. It is recommended that F_{dy} does not act simultaneously with F_{dx} .

(3) The applicable area of the impact force F on the members of the superstructure should be specified.

NOTE. The National Annex may define the dimensions and positions of the impact area. The recommended area of impact is a square with the sides of 0,25 m length.

4.4 ACCIDENTAL ACTIONS CAUSED BY FORKLIFT TRUCKS

(1) Design values for accidental actions due to impact from forklift trucks should be determined taking into account the dynamic behaviour of the forklift truck and the structure. The structural response may allow for non linear deformation. As an alternative to a dynamic analysis an equivalent static design force F may be applied.

NOTE: The National Annex may give the value of the equivalent static design force F . It is recommended that the value of F is determined according to advanced impact design for soft impact in accordance with C.2.2. Alternatively, it is recommended that F may be taken as $5W$, where W is the sum of the net weight and hoisting load of a loaded truck (see EN 1991-1,1, Table 6.5), applied at a height of 0,75 m above floor level. However, higher or lower values may be more appropriate in some cases.

4.5 ОСОБЛИВІ НАВАНТАЖЕННЯ, ВИКЛИКАНІ СХОДЖЕННЯМ З РЕЙОК РЕЙКОВИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПІД КОНСТРУКЦІЯМИ АБО ПОБЛИЗУ КОНСТРУКЦІЙ

(1) Необхідно визначати особливі навантаження від рейкового транспорту.

ПРИМІТКА. У Національному Додатку допускається зазначати типи рейкового транспорту, на які розповсюджуються правила, встановлені в даному розділі.

4.5.1 Конструкції поблизу або над рейковими шляхами

4.5.1.1 Загальні положення

(1) Потрібно визначати розрахункові значення ударних навантажень на опорні конструкції (наприклад, опори або колони) при сході з рейок потягів, що маневрують під спорудами або поблизу них, див. 4.5.1.2. У проект можуть бути закладені також інші попереджувальні або захисні заходи для зниження ефектів особливої дії від удару по опорних конструкціях. Значення повинні вибиратися залежно від класу конструкцій.

ПРИМІТКА 1. Навантаження від сходу з рейок на мостах встановлені в EN 1991-2.

ПРИМІТКА 2. Додаткова інформація про особливі навантаження від рейкового транспорту наведена у бюлетені UIC 777-2.

4.5.1.2 Класифікація конструкцій

(1) Конструкції, що піддаються ударним навантаженням при сході з рейок рейкового транспорту, класифікують відповідно до таблиці 4.3.

4.5 ACCIDENTAL ACTIONS CAUSED BY DERAILED RAIL TRAFFIC UNDER OR ADJACENT TO STRUCTURES

(1) Accidental actions due to rail traffic should be defined.

NOTE: The National Annex may give the types of rail traffic for which the rules in this clause are applicable.

4.5.1 Structures spanning across or alongside operational railway lines

4.5.1.1 General

(1) Design values for actions due to impact on supporting members (e.g. piers and columns) caused by derailed trains passing under or adjacent to structures should be determined. See 4.5.1.2. The strategy for design can also include other appropriate measures (both preventative and protective) to reduce, as far as is reasonably practicable, the effects of an accidental impact from a derailed train against supports of structures located above or adjacent to the tracks. The values chosen should be dependent on the classification of the structure.

NOTE 1: Derailment actions from rail traffic on bridges carrying rail traffic are specified in EN 1991-2.

NOTE 2: For more extensive guidance on accidental actions related to rail traffic, reference may be made to the UIC-code 777-2.

4.5.1.2 Classification of structures

(1) Structures that may be subject to impact from derailed railway traffic should be classified according to Table 4.3.

Таблиця 4.3 Класифікація конструкцій, що піддаються ударним навантаженням при сході з рейок рейкового транспорту

Table 4.3 Classes of structures subject to impact from derailed railway traffic.

Клас А Class A	Конструкції, розташовані над рейковими шляхами або поруч із ними, призначені для постійного перебування людей або тимчасового скупчення людей, а також багатопверхові споруди. Structures that span across or near to the operational railway that are either permanently occupied or serve as a temporary gathering place for people or consist of more than one storey.
Клас В Class B	Масивні конструкції над рейковими шляхами або поруч із ними, такі як мости з рухом автотранспорту або одноповерхові будівлі, не призначені для довготривалого перебування людей і не є місцями тимчасового скупчення людей. Massive structures that span across or near the operational railway such as bridges carrying vehicular traffic or single storey buildings that are not permanently occupied or do not serve as a temporary gathering place for people.

ПРИМІТКА 1. Конструкції, віднесені до класу А або В, можуть бути визначені в Національному додатку або в рамках конкретного проекту.

NOTE 1: The structures to be included in either Classes A or B may be defined in the National Annex or for the individual project.

ПРИМІТКА 2. У Національний Додаток допускається також включати додаткові відомості за класифікаціями тимчасових конструкцій, таких як тимчасові пішохідні мости або подібні конструкції суспільного призначення, а також допоміжні конструкції, які використовуються при виконанні будівельних робіт. Див. EN 1991-1-6.

NOTE 2: The National Annex may give reference to the classification of temporary structures such as temporary footbridges or similar structures used by the public as well as auxiliary construction works as non contradictory, complementary information. See EN 1991-1-6.

ПРИМІТКА 3. Додаткова інформація і обґрунтування класифікації, наведеної в таблиці 4.3, знаходяться у відповідних документах УІС.

NOTE 3: Further information and background on this classification system given in Table 4.3 is given in relevant UIC-documents.

4.5.1.3 Особливі розрахункові ситуації відповідно до класів конструкцій

4.5.1.3 Accidental design situations in relation to the classes of structure

(1) Ситуації, що включають сходження транспорту з рейок під конструкціями або при наближенні до конструкцій класу А або В, відносять до особливих розрахункових ситуацій згідно з EN 1990, 3.2.

(1) Situations involving the derailment of rail traffic under or on the approach to a structure classified as Class A or B should be taken into account as an accidental design situation, in accordance with EN 1990, 3.2.

(2) Удар по верхній частині споруди (прогонова будова моста) при сході з рейок рейкового транспорту під конструкціями або при наближенні до конструкцій у загальному випадку можна не враховувати.

(2) Impact on the superstructure (deck structure) from derailed rail traffic under or on the approach to a structure need not generally be taken into account.

4.5.1.4 Конструкції класу А

4.5.1.4 Class A structures

(1) Для конструкцій класу А, розташованих у місцях, де максимальна швидкість рейкового транспорту не перевищує 120 км/год, необхідно встановлювати розрахункові значення еквівалентних статичних сил від удару по опорних конструктивних елементах (наприклад, колонах, стінах).

(1) For class A structures, where the maximum speed of rail traffic at the location is less than or equal to 120 km/h, design values for the static equivalent forces due to impact on supporting structural members (e.g. columns, walls) should be specified.

ПРИМІТКА. Еквівалентні статичні сили та їх визначення допускається вказувати в Національному Додатку. Орієнтовні значення наведені в таблиці 4.4.

NOTE: The static equivalent forces and their identification may be given in the National Annex. Table 4.4 gives indicative values.

Таблиця 4.4 Орієнтовні розрахункові значення горизонтальних еквівалентних статичних сил від удару для конструкцій класу А, розташованих над або поруч із рейковими шляхами
Table 4.4 Indicative horizontal static equivalent design forces due to impact for class A structures over or alongside railways

Відстань «d» між конструктивним елементом і віссю найближчого рейкового шляху, м Distance «d» from structural elements to the centreline of the nearest track (m)	Сила F_{dx}^a (кН) Force F_{dx}^a (kN)	Сила F_{dy}^a (кН) Force F_{dy}^a (kN)
Конструктивні елементи: Structural elements: $d < 3m$	Необхідно встановлювати в рамках конкретного проекту. Додаткова інформація наведена в Додатку В. To be specified for the individual project. Further information is set out in Annex B.	Необхідно встановлювати в рамках конкретного проекту. Додаткова інформація наведена в Додатку В. To be specified for the individual project. Further information is set out in Annex B.
Суцільні стіни і подібні конструкції: For continuous walls and wall type structures: $3m \leq d \leq 5m$	4 000	1 500
$d > 5 m$	0	0
^a x = у напрямку руху; y = перпендикулярно до напрямку руху. ^a x = track direction; y = perpendicular to track direction.		

(2) У випадках, коли опорні конструкції захищені суцільними цоколями або платформами ударні сили допускається знижувати.

(2) Where supporting structural members are protected by solid plinths or platforms, etc., the value of impact forces may be reduced.

ПРИМІТКА. Правила зниження допускається встановлювати в Національному Додатку.

NOTE: Reductions may be given in the National Annex.

(3) Сили F_{dx} та F_{dy} повинні бути прикладені на встановленій висоті над рівнем рейок, див. таблицю 4.4. Сили F_{dx} та F_{dy} необхідно враховувати в розрахунках роздільно.

(3) The forces F_{dx} and F_{dy} (see Table 4.4) should be applied at a specified height above track level. The design should take into account F_{dx} and F_{dy} separately.

ПРИМІТКА. Висоту точки прикладання сил F_{dx} та F_{dy} над рівнем рейок допускається встановлювати в Національному додатку. Рекомендоване значення складає 1,8 м.

NOTE: The height above track level of the point of application for F_{dx} and F_{dy} may be given in the National Annex. The recommended value is 1,8 m.

(4) Якщо максимальна швидкість рейкового транспорту в місці розташування конструкції не перевищує 50 км/год, то значення сил в таблиці 4.4 допускається знижувати.

(4) If the maximum speed of rail traffic at the location is lower or equal to 50 km/h, the values of the forces in Table 4.4 may be reduced.

ПРИМІТКА. Правила зниження допускається встановлювати в Національному додатку. Рекомендоване зниження складає 50 %. Додаткова інформація наведена в бюлетені UIC 777-2.

(5) При максимальній дозволений швидкості рейкового транспорту в місці розташування конструкції більше 120 км/год розрахункові значення горизонтальних еквівалентних статичних сил F_{dx} та F_{dy} визначають з урахуванням додаткових попереджувальних і/або захисних заходів, припускаючи, що конструкція відноситься до класу CC3 за наслідками руйнування. Див. 3.4(1).

ПРИМІТКА. Значення F_{dx} та F_{dy} з урахуванням додаткових попереджувальних і/або захисних заходів допускається встановлювати в Національному Додатку або в рамках конкретного проекту.

4.5.1.5 Конструкції класу B

(1) Для конструкцій класу B встановлюють спеціальні вимоги.

ПРИМІТКА. Вимоги допускається вказувати в Національному додатку або визначати в рамках конкретного проекту. Кожна вимога може ґрунтуватися на результатах оцінки ризику. Інформація про чинники і заходи, що враховуються, міститься в Додатку B.

4.5.2 Конструкції, розташовані за тупиковими рейковими шляхами

(1) Переїзд тупикового рейкового шляху (наприклад, на кінцевих станціях) враховують згідно з EN 1990 як особливу розрахункову ситуацію, якщо конструкція або її опора знаходиться безпосередньо за тупиковим рейковим шляхом.

ПРИМІТКА. Зону за тупиковим рейковим шляхом, яку необхідно враховувати, допускається вказувати в Національному додатку або в рамках конкретного проекту.

(2) Заходи щодо обмеження ризику повинні розповсюджуватися на зону за тупиковими рейковими коліями і зменшувати вірогідність її переїзду.

NOTE: The amount of the reduction may be given in the National Annex. The recommended reduction is 50 %. Further information may be found in UIC 777-2.

(5) Where the maximum permitted speed of rail traffic at the location is greater than 120 km/h, the values of the horizontal static equivalent design forces F_{dx} and F_{dy} , which take into account additional preventative and/or protective measures should be determined assuming that consequence class CC3 applies. See 3.4(1).

NOTE: The values for F_{dx} and F_{dy} , which may take into account additional preventative and/or protective measures, may be given in the National Annex or for the individual project.

4.5.1.5 Class B structures

(1) For class B structures, each requirement should be specified.

NOTE. Information may be given in the National Annex or for the individual project. Each requirement may be based on a risk assessment. Information on the factors and measures to consider is given in Annex B.

4.5.2 Structures located in areas beyond track ends

(1) Overrunning of rail traffic beyond the end of a track or tracks (for example at a terminal station) should be taken into account as an accidental design situation in accordance with EN 1990 when the structure or its supports are located in the area immediately beyond the track ends.

NOTE: The area immediately beyond the track ends may be specified either in the National Annex or for the individual project.

(2) The measures to manage the risk should be based on the utilisation of the area immediately beyond the track end and take into account any measures taken to reduce the likelihood of an overrun of rail traffic.

(3) Опорні конструктивні елементи не повинні розташовуватися в зоні безпосередньо за тупиковим рейковим шляхом.

(4) Якщо необхідно розмістити опорні конструктивні елементи поблизу тупика рейкового шляху, окрім буферного упору, слід передбачити також торцеву захисну стіну безпосередньо за тупиком. Слід вказувати значення еквівалентних статичних зусиль від удару об захисну стіну.

ПРИМІТКА. Спеціальні заходи і альтернативні розрахункові значення еквівалентних статичних ударних зусиль допускається вказувати в Національному додатку або в рамках конкретного проекту. Рекомендоване значення еквівалентної статичної сили від удару об захисну стіну становить $F_{dx} = 5000$ кН – для пасажирських потягів і $F_{dx} = 10000$ кН – для вантажних потягів. Рекомендується прикладати ці сили горизонтально на висоті 1,0 м над рівнем рейок.

4.6 ОСОБЛИВІ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД УДАРІВ СУДЕН

4.6.1 Загальні положення

(1) Особливі навантаження від ударів суден необхідно визначати з урахуванням:

- типу водного шляху;
- характеристики течії;
- типу і тоннажності судна, а також його ударних характеристик;
- типу конструкції і її дисипативної характеристики.

(2) Типи суден на внутрішніх водних шляхах, які слід враховувати у випадках зіткнення з конструкціями, класифікують за системою СЕМТ.

ПРИМІТКА. Система класифікації СЕМТ вказана в таблиці С.3 (Додаток С).

(3) Потрібно визначати ударні характеристики суден на морських водних шляхах, які необхідно враховувати у випадках зіткнення з конструкціями.

ПРИМІТКА 1. Класифікацію суден на морських водних шляхах допускається встановлювати в Національному додатку. Орієнтовна класифікація для таких суден наведена в таблиці С.4 (Додаток С).

(3) Supporting structural members to structures should generally not be located in the area immediately beyond the track ends.

(4) Where supporting structural members are required to be located near to track ends, an end impact wall should be provided in the area immediately beyond the track ends in addition to any buffer stop. Values of static equivalent forces due to impact onto an end impact wall should be specified.

NOTE: Particular measures and alternative design values for the static equivalent force due to impact may be specified in the National Annex or for the individual project. The recommended design values for the static equivalent force due to impact on the end impact wall is $F_{dx} = 5000$ kN for passenger trains and $F_{dx} = 10000$ kN for shunting and marshalling trains. It is recommended that these forces are applied horizontally and at a level of 1,0 m above track level.

4.6 ACCIDENTAL ACTIONS CAUSED BY SHIP TRAFFIC

4.6.1 General

(1) Accidental actions due to collisions from ships should be determined taking account of, amongst other things, the following:

- the type of waterway,
- the flood conditions,
- the type and draught of vessels and their impact behaviour, and
- the type of the structures and their energy dissipation characteristics.

(2) The types of ships on inland waterways to be taken into account in the case of ship impact on structures should be classified according to the CEMT classification system.

NOTE: The CEMT classification is given in Table C.3 in Annex C.

(3) The characteristics of ships on sea waterways to be taken into account in the case of ship impact on structures should be defined.

NOTE 1: The National Annex may define a classification system for ships on sea waterways. Table C.4 in Annex C gives an indicative classification for such ships.

ПРИМІТКА 2. Інформація щодо імовірного моделювання зіткнень з судами міститься в Додатку В.

(4) При визначенні розрахункових значень дій при ударі судна точними методами слід враховувати додаткову гідродинамічну масу.

(5) Навантаження при ударі слід представляти у вигляді двох несумісних навантажень:

- лобової сили F_{dx} ;
- бічної сили зі складовою F_{dy} , що діє перпендикулярно до лобової сили F_{dx} і фрикційної складової F_R , що діє паралельно F_{dx} .

(6) Конструкції, які за проектом повинні сприймати удари суден (наприклад, причальні стінки і причальні палі), не відносяться до області застосування даної частини EN 1991.

4.6.2 Удари річкового і каналного транспорту

(1) За необхідності встановлюють лобові та бічні розрахункові динамічні навантаження від річкових і каналних суден.

ПРИМІТКА. Значення лобових і бічних динамічних сил допускається вказувати в Національному додатку або в конкретному проекті. Орієнтовні значення для ряду стандартних параметрів суден і стандартних розрахункових ситуацій, включаючи ефекти від додаткової динамічної маси, а також для суден з іншою масою, містяться в таблиці С.3 (Додаток С).

(2) Силу тертя при ударі F_R , що діє одночасно з бічним ударним навантаженням F_{dy} , визначають за формулою (4.1):

$$F_R = \mu F_{dy}, \quad (4.1)$$

де:
 μ – коефіцієнт тертя.

ПРИМІТКА. Коефіцієнт тертя μ допускається вказувати в Національному додатку. Рекомендоване значення $\mu = 0,4$.

(3) Ударні навантаження потрібно прикладати залежно від осідання судна (з вантажем або без вантажу) на певній

NOTE 2: For information on the probabilistic modelling of ship collision, see Annex B.

(4) Where the design values for actions due to ship impact are determined by advanced methods, the effects of hydrodynamic added mass should be taken into account.

(5) The action due to impact should be represented by two mutually exclusive forces:

- a frontal force F_{dx} ;
- a lateral force with a component F_{dy} acting perpendicularly to the frontal impact force and a friction component F_R parallel to F_{dx} .

(6) Structures designed to accept ship impact in normal operating conditions (e.g. quay walls and breasting dolphins) are out of the scope of this part of EN 1991.

4.6.2 Impact from river and canal traffic

(1) Frontal and lateral dynamic design forces due to impact from river and canal traffic should be specified where relevant.

NOTE: Values of frontal and lateral dynamic forces may be given either in the National Annex or for the individual project. Indicative values are given in Annex C (Table C.3) for a number of standard ship characteristics and standard design situations, including the effects of added hydraulic mass, and for ships of other masses.

(2) The impact force due to friction F_R acting simultaneously with the lateral impact force F_{dy} should be determined from expression (4.1):

where :
 μ is the friction coefficient.

NOTE: μ may be given in the National Annex. The recommended value is $\mu = 0,4$.

(3) The forces due to impact should be applied at a height above the maximum navigable water level depending on the ship's draught

висоті відносно максимально придатного для плавання рівня води. Потрібно визначати висоту і площу прикладання ударного навантаження $b \times h$.

ПРИМІТКА 1. Висоту і площу прикладання ударного навантаження $b \times h$ допускається визначати в Національному Додатку або в конкретному проекті. За відсутності точних даних, сили допускається прикладати на висоті 1,5 м від рівня води. Допускається площа прикладання ударного навантаження $b \times h$ при $b = b_{\text{pier}}$ і $h = 0,5$ м – для лобового удару і площа $b \times h$ при $b = 1,0$ м і $h = 0,5$ м – для бічного удару. При цьому b_{pier} – ширина перешкоди на водному шляху, наприклад ширина опори моста.

ПРИМІТКА 2. За певних умов допускається враховувати, що судно піднімається над п'ятою або фундаментом блоком перед зіткненням з опорою.

(4) За необхідності розраховують прогннову будову моста на прийняття еквівалентного статичного навантаження від зіткнення з судном, що діє перпендикулярно до поздовжньої осі мосту.

ПРИМІТКА. Значення еквівалентного статичного навантаження допускається вказувати в Національному Додатку або в конкретному проекті. Орієнтовне значення складає 1 МН.

4.6.3 Удари морських суден

(1) Необхідно встановлювати лобові розрахункові еквівалентні статичні ударні навантаження від морських суден.

ПРИМІТКА. Числове значення лобових і бічних динамічних ударних навантажень допускається вказувати в Національному Додатку або в конкретному проекті. Орієнтовні значення вказані в таблиці С.4 (Додаток С). Допускається інтерполяція цих значень. Значення розповсюджуються на типові водні морські шляхи, за межами цієї зони допускається їх зменшення. Для малих суден навантаження допускається визначати відповідно до С.4 (Додаток С).

(2) За необхідності слід розглядати удар носовою частиною, кормою і бортом. Удар носової частини враховують у напрямку основного руху з максимальним кутовим відхиленням 30° .

(3) Силу тертя F_R , що діє одночасно з бічним ударом, визначають за формулою (4.2):

(loaded or in ballast). The height of application of the impact force and the impact area $b \times h$ should be defined.

NOTE 1: The height of application of the impact force and the impact area $b \times h$ may be defined in the National Annex or for the individual project. In the absence of detailed information, the force may be applied at a height of 1,50 m above the relevant water level. An impact area $b \times h$ where $b = b_{\text{pier}}$ and $h = 0,5$ m for frontal impact and an area $b \times h$ where $h = 1,0$ m and $b = 0,5$ m for lateral impact may be assumed. b_{pier} is the width of the obstacle in the waterway, for example of the bridge pier.

NOTE 2: Under certain conditions it may be necessary to assume that the ship is lifted over an abutment or foundation block prior to colliding with columns.

(4) Where relevant, the deck of a bridge should be designed to sustain an equivalent static force due to impact from a ship acting in a transverse direction to the longitudinal (span) axis of the bridge.

NOTE: A value for the equivalent static force may be defined in the National Annex or for the individual project. An indicative value is 1 MN.

4.6.3 Impact from seagoing vessels

(1) Frontal static equivalent design forces due to impact from seagoing vessels should be specified.

NOTE: Values of frontal and lateral dynamic impact forces may be given in the National Annex or for the individual project. Indicative values are given in Table C.4 and interpolation of these values is permitted. The values hold for typical sailing channels and may be reduced for structures outside this region. For smaller vessels the forces may be calculated using C.4.

(2) Bow, stern and broad side impact should be considered where relevant. Bow impact should be considered for the main sailing direction with a maximum deviation of 30° .

(3) The frictional impact force acting simultaneously with the lateral impact should be determined from expression (4.2):

$$F_R = \mu F_{dy}, \quad (4.2)$$

де:

μ – коефіцієнт тертя.

where:

μ is the friction coefficient.

ПРИМІТКА. Коефіцієнт тертя μ допускається вказувати в Національному Додатку. Рекомендоване значення $\mu = 0,4$.

NOTE: μ may be given in the National Annex. The recommended value is $\mu = 0,4$.

(4)Р Положення і площа, до якої прикладають ударне навантаження, залежать від геометрії конструкції, розміру і геометрії судна (наприклад, наявність або відсутність виступних частин), осадки судна і особливостей балансування, а також припливів і відпливів. Вертикальний діапазон для положення точки удару визначають, виходячи з найнесприятливіших умов руху суден.

(4)P The position and area over which the impact force is applied depend upon the geometry of the structure and the size and geometry (e.g. with or without bulb) of the vessel, the vessel draught and trim, and tidal variations. The vertical range of the point of impact shall account for the most unfavourable conditions for the vessels travelling in the area.

ПРИМІТКА. Зону удару допускається встановлювати в Національному Додатку. Рекомендується визначити площу удару таким чином: $0,05l$ заввишки, $0,1l$ завширшки (l – довжина судна). Положення точки удару слід зазначити в межах від $0,05l$ нижче за розрахунковий рівень води до $0,05l$ вище за розрахунковий рівень води. Див. рисунок 4.4.

NOTE: The limits on the area and position of the force range may be given in the National Annex. Recommended limits on the area of impact are $0,05l$ for the height and $0,1l$ for the width ($l =$ ship length). The limits on the position of the force in the vertical direction may be taken as being $0,05l$ below to $0,05l$ above the design water levels. See Figure 4.4.

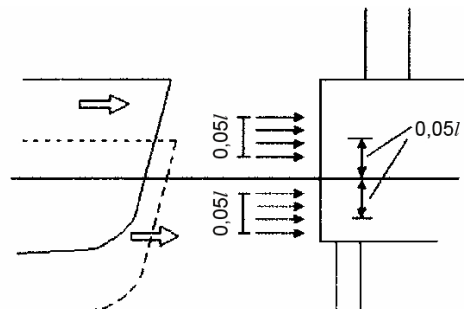


Рисунок 4.4 Орієнтовні зони удару морських суден
Figure 4.4 Indicative impact areas for ship impact

(5) Навантаження на верхні частини споруд встановлюють із урахуванням висоти конструкції та типу судна. Як правило, навантаження на верхні конструкції мостів обмежуватимуться межею текучості верхніх конструкцій судна.

(5) The forces on a superstructure should be determined by taking account of the height of the structure and the type of ship to be expected. In general the force on the superstructure of the bridge will be limited by the yield strength of the ships' superstructure.

ПРИМІТКА 1. Ударне навантаження допускається вказувати в Національному Додатку або в рамках конкретного проекту. Орієнтовне значення складає від 5 % до 10 % навантаження від удару носовою частиною.

NOTE 1: The force may be given in the National Annex or for a particular project. A range of 5 to 10 % of the bow impact force may be considered as a guideline.

ПРИМІТКА 2. У випадках, коли вірогідний удар тільки щогли по верхніх частинах споруди, орієнтовне розрахункове навантаження складає 1 МН.

NOTE: 2 In cases where only the mast is likely to impact on the superstructure the indicative design load is 1 MN.

4.7 ОСОБЛИВІ НАВАНТАЖЕННЯ ВІД УДАРІВ ГЕЛІКОПТЕРІВ

(1) У будівлях із позначеними посадковими гелікоптерними майданчиками на покритті, слід передбачити навантаження від аварійної посадки. Розрахункове вертикальне еквівалентне статичне навантаження F_d визначають за формулою (4.3):

де:

$C = 3 \text{ кН} \cdot \text{кг}^{-0,5}$;

m – маса гелікоптера, кг.

(2) Навантаження від удару слід розглядати як дію в будь-якій точці посадкового майданчика на покритті в зоні до 7 м від межі посадкового майданчика. Площа прикладеного удару повинна складати $2 \text{ м} \times 2 \text{ м}$.

4.7 ACCIDENTAL ACTIONS CAUSED BY HELICOPTERS

(1) For buildings with roofs designated as a landing pad for helicopters, an emergency landing force should be taken into account. The vertical equivalent static design force F_d should be determined from expression (4.3):

$$F_d = C \sqrt{m}, \quad (4.3)$$

where:

C is $3 \text{ kN kg}^{-0,5}$;

m is the mass of the helicopter [kg].

(2) The force due to impact should be considered as acting on any part of the landing pad as well as on the roof structure within a maximum distance of 7 m from the edge of the landing pad. The area of impact should be taken as $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$.

5 ВИБУХИ УСЕРЕДИНІ ПРИМІЩЕННЯ

5.1 ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

(1)P При проектуванні будівель та інженерних споруд із газопостачанням, зберіганням або транспортуванням вибухових речовин, таких як газу, рідини, що створюють вибухонебезпечні випаровування, або газу, що зберігаються або транспортуються (наприклад, хімічні лабораторії, резервуари, бункери, каналізаційні системи, квартири з газовими установками, трубопроводи, дорожні і залізничні тунелі), потрібно враховувати вірогідність вибуху.

(2) Навантаження від дії вибухових речовин у даному стандарті не розглядаються.

(3) У цьому стандарті не розглядається вплив можливого каскадного ефекту від розташованих поряд і зв'язаних між собою приміщень, заповнених вибуховим пилом, газом або паром.

(4) Цей розділ визначає навантаження від вибухів усередині приміщень.

5.2 ПРЕДСТАВЛЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ

(1) Тиск вибуху потрібно визначати з урахуванням передачі на конструктивні елементи реакцій від неконструктивних елементів.

ПРИМІТКА 1. У даному розділі вибухом називають швидку хімічну реакцію пилу, газу або пари в повітрі, що супроводжується високими температурами і високим надмірним тиском. Тиск вибуху розповсюджується у вигляді ударної хвилі.

ПРИМІТКА 2. Тиск, що створюється при вибуху усередині приміщення, залежить, головним чином, від: типу пилу, газу або пари; відсоткового вмісту пилу, газу або пари в повітрі; рівномірності суміші пилу, газу або пари і повітря; джерела спалаху; наявності перешкод у приміщенні; розміру, форми і міцності огорож; кількості наявних отворів і клапанів для скидання тиску.

5 INTERNAL EXPLOSIONS

5.1 FIELD OF APPLICATION

(1)P Explosions shall be taken into account in the design of all parts of the building and other civil engineering works where gas is burned or regulated, or where explosive material such as explosive gases, or liquids forming explosive vapour or gas is stored or transported (e.g. chemical facilities, vessels, bunkers, sewage constructions, dwellings with gas installations, energy ducts, road and rail tunnels).

(2) Effects due to explosives are outside the scope of this part.

(3) The influence on the magnitude of an explosion of cascade effects from several connected rooms filled with explosive dust, gas or vapour is also not covered in this part.

(4) This section defines actions due to internal explosions.

5.2 REPRESENTATION OF ACTION

(1) Explosion pressures on structural members should be determined taking into account, as appropriate, reactions transmitted to the structural members by non structural members.

NOTE 1: For the purpose of this part an explosion is defined as a rapid chemical reaction of dust, gas or vapour in air. It results in high temperatures and high overpressures. Explosion pressures propagate as pressure waves.

NOTE 2: The pressure generated by an internal explosion depends primarily on the type of dust, gas or vapour, the percentage of dust, gas or vapour in the air and the uniformity of the dust, gas or vapour air mixture, the ignition source, the presence of obstacles in the enclosure, the size, the shape and the strength of the enclosure in which the explosion occurs, and the amount of venting or pressure release that may be available.

(2) Необхідно враховувати можливу наявність пилу, газу або пари в різних внутрішніх приміщеннях або групах приміщень по всій будівлі. Слід враховувати вентиляційний ефект, різну геометрію приміщень або груп приміщень.

(3) У будівельних спорудах класу CC1 (див. розділ 3) ефект вибуху не слід враховувати окремо, достатньо розрахунку з'єднань і взаємодії між елементами конструкцій згідно з EN 1992-EN 1999.

(4) У будівельних спорудах класу CC2 або CC3 ключові конструктивні елементи потрібно проектувати на сприйняття навантаження, виконуючи розрахунки із застосуванням еквівалентних статичних моделей навантажень або застосовуючи спеціальні проектні / деталізовані розрахункові і конструктивні правила. Окрім цього, для споруд класу CC3, як правило, потрібно проводити динамічний розрахунок.

ПРИМІТКА 1. Допускається застосовувати методики, описані в Додатках А і D.

ПРИМІТКА 2. Уточнені розрахунки при навантаженні від вибухів можуть включати один або більше наступних аспектів:

- розрахунки тиску вибуху з урахуванням впливу огорож і легкоскридних елементів;
- динамічні нелінійні конструктивні розрахунки;
- імовірнісні аспекти і аналіз наслідків;
- економічну оптимізацію захисних заходів.

5.3 ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ

(1)P Згідно з 2.1(4)P EN 1990 конструкції потрібно проектувати так, щоб виключити можливість прогресуючого обвалення в результаті вибуху усередині приміщень.

ПРИМІТКА. У Національному Додатку можуть бути встановлені необхідні розрахункові методи, які використовуються при різних вибухах усередині приміщень. У Додатку D містяться рекомендації щодо врахування наступних видів вибухів:

- вибух пилу в приміщеннях, резервуарах і бункерах;
- вибух природного газу в приміщеннях;
- вибухи газу і пароповітряних сумішей (визначено в 5.1(1)P) в автоторожних і залізничних тунелях.

(2) Due allowance should be given for the probable presence of dust, gas or vapour in rooms or groups of rooms throughout the building, for venting effects, for the geometry of the room or group of rooms under consideration, etc.

(3) For construction works classified as CC1 (see Section 3) no specific consideration of the effects of an explosion should be necessary other than complying with the rules for connections and interaction between components provided in EN 1992 to EN 1999.

(4) For construction works classified as CC2 or CC3, key elements of the structure should be designed to resist actions by either using an analysis based upon equivalent static load models, or by applying prescriptive design/detailing rules. Additionally for structures classified as CC3 a dynamic analysis should be used.

NOTE 1: The methods given in Annexes A and D may be applied.

NOTE 2: Advanced design for explosions may include one or more of the following aspects:

- explosion pressure calculations, including the effects of confinements and venting panels;
- dynamic non linear structural calculations;
- probabilistic aspects and analysis of consequences;
- economic optimisation of mitigating measures.

5.3 PRINCIPLES FOR DESIGN

(1)P Structures shall be designed to resist progressive collapse resulting from an internal explosion, in accordance with EN 1990, 2.1(4)P.

NOTE: The National Annex may give the procedures to be used for the types of internal explosions. Guidance on dealing with the following specific types of explosion is given in Annex D:

- dust explosions in rooms, vessels and bunkers;
- natural gas explosions in rooms;
- gas and vapour/air explosions (defined in 5.1(1)P) in road and rail tunnels.

(2) При проектуванні допускається руйнування обмеженої частини конструкції за умови, що ключові елементи, від яких залежить загальна стійкість всієї конструкції, не пошкоджені.

(3) Для обмеження наслідків від вибухів допускається вживати наступних заходів окремо або в комплексі:

– розрахунок конструкції на піковий тиск вибуху;

ПРИМІТКА. Оскільки піковий тиск може перевищувати значення, отримані за методиками Додатка D, то такі пікові значення слід розглядати у поєднанні з максимальною тривалістю навантаження 0,2 s, припускаючи пластичну поведінку матеріалу.

– застосування легкоскридних елементів зі встановленим тиском спрацювання;

– розділення суміжних ділянок споруди, в яких зберігаються вибухові речовини;

– обмеження зон споруди, у яких існує ризик вибуху;

– застосування спеціальних захисних заходів між суміжними конструкціями, де існує ризик вибуху, з метою унеможливлення розповсюдження тиску.

(4) Слід враховувати, що тиск від вибуху ефективно діє одночасно на всі захисні поверхні закритого приміщення, всередині якого стався вибух.

(5) Легкоскридні елементи слід розташовувати поблизу можливих джерел займання, якщо вони відомі, або в зонах високого тиску. Їх спрацювання не повинне загрожувати життю людей або викликати займання інших матеріалів. Легкоскридні елементи потрібно закріплювати для виключення реактивного ефекту у разі вибуху. Проект повинен унеможливити шкідливу дію вогню на навколишнє середовище або послідовні вибухи в сусідніх приміщеннях.

(6) Легкоскридні елементи повинні легко відкриватися при низькому тиску і бути якомога більш легкими.

(2) The design may permit failure of a limited part of the structure provided this does not include key elements upon which the stability of the whole structure depends.

(3) The consequences of explosions may be limited by applying one or more of the following measures:

– designing the structure to resist the explosion peak pressure;

NOTE: Whilst the peak pressures may be higher than the values determined by the methods given in Annex D, such peak pressures have to be considered in the context of a maximum load duration of 0,2 s and assume plastic ductile material behaviour.

– using venting panels with defined venting pressures;

– separating adjacent sections of the structure that contain explosive materials;

– limiting the area of structures that are exposed to explosion risks;

– providing specific protective measures between adjacent structures exposed to explosion risks to avoid propagation of pressures.

(4) The explosive pressure should be assumed to act effectively simultaneously on all of the bounding surfaces of the enclosure in which the explosion occurs.

(5) Venting panels should be placed close to the possible ignition sources, if known, or where pressures are high. They should be discharged at a suitable location that will not endanger personnel or ignite other material. The venting panel should be restrained so that it does not become a missile in the event of an explosion. The design should limit the possibilities that the effects of the fire causes any impairment of the surroundings or initiates an explosion in an adjacent room.

(6) Venting panels should be opened at a low pressure and should be as light as possible.

ПРИМІТКА. Якщо вікна використовуються як легкоскидні елементи, то необхідно враховувати ризик поранення людей розбитим склом або іншими елементами.

(7)P При визначенні зусиль спрацьовування легкоскидних елементів слід враховувати розміри і конструкцію підтримувальної рами.

(8) Після першої фази вибуху з надмірним тиском настає друга фаза із зниженим тиском. За необхідності слід враховувати цей ефект.

ПРИМІТКА. Рекомендується професійна консультація.

NOTE: If windows are used as venting panels it is recommended that the risk of injury to persons from glass fragments or other structural members be considered.

(7)P In determining the capacity of the venting panel, account shall be taken of the dimensioning and construction of the supporting frame of the panel.

(8) After the first positive phase of the explosion with an overpressure, a second phase follows with an under-pressure. This effect should be considered in the design where relevant.

NOTE: Assistance by specialists is recommended.

ДОДАТОК А (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ПРОЕКТУВАННЯ З УРАХУВАН- НЯМ НАСЛІДКІВ ЛОКАЛЬНОГО РУЙНУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ У БУДІВЛЯХ ІЗ НЕВСТАНОВЛЕНОЇ ПРИЧИНИ

A.1 ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

(1) Додаток А встановлює правила та методи проектування будівель, які допускають локальне руйнування конструкцій у результаті невстановленої причини без настання непропорційного повного обвалення. Разом із іншими використаними методиками ця стратегія, залежно від класу за наслідками руйнування (див. 3.4), дозволяє забезпечити достатню живучість будівель при обмежених пошкодженнях або руйнуваннях без повного обвалення.

A.2 ВВЕДЕННЯ

(1) Відповідно до розділу 3 даної частини технічного кодексу прийнятною є стратегія, в рамках якої допускається проектування конструкцій будівлі таким чином, щоб ані будівля, ані її значна частина не руйнувалися при виникненні локального руйнування. Застосування цієї стратегії повинне забезпечити достатню живучість будівлі, що дозволяє витримувати вплив ряду невизначених особливих навантажень.

(2) Мінімальним періодом часу, протягом якого будівля повинна встояти після настання особливої події, є період, необхідний для порятунку і безпечної евакуації людей з будівлі і прилеглих територій. Для споруд із небезпечними речовинами, будівель та споруд, що мають суспільну значущість, або важливих для національної безпеки, може бути потрібен триваліший період часу.

A.3 КЛАСИ БУДІВЕЛЬ ЗА НАСЛІДКАМИ РУЙНУВАННЯ

(1) У таблиці А.1 наведена класифікація типів будівель за наслідками руйнування. Ця класифікація відноситься до низького, середнього і високого класів за наслідками руйнування, описаних у 3.4(1).

ANNEX A (INFORMATIVE) DE- SIGN FOR CONSEQUENCES OF LO- CALISED FAILURE IN BUILDINGS FROM AN UNSPECIFIED CAUSE

A.1 SCOPE

(1) This Annex A gives rules and methods for designing buildings to sustain an extent of localised failure from an unspecified cause without disproportionate collapse. Whilst other approaches may be equally valid, adoption of this strategy is likely to ensure that a building, depending upon the consequences class (see 3.4), is sufficiently robust to sustain a limited extent of damage or failure without collapse.

A.2 INTRODUCTION

(1) Designing a building such that neither the whole building nor a significant part of it will collapse if localised failure were sustained, is an acceptable strategy, in accordance with Section 3 of this part. Adopting this strategy should provide a building with sufficient robustness to survive a reasonable range of undefined accidental actions.

(2) The minimum period that a building needs to survive following an accident should be that period needed to facilitate the safe evacuation and rescue of personnel from the building and its surroundings. Longer periods of survival may be required for buildings used for handling hazardous materials, provision of essential services, or for national security reasons.

A.3 CONSEQUENCES CLASSES OF BUILDINGS

(1) Table A.1 provides a categorisation of building types/occupancies to consequences classes. This categorisation relates to the low, medium and high consequences classes given in 3.4 (1).

Таблиця А.1 Класи за наслідками руйнування
Table A.1 Categorisation of consequences classes

Клас за наслідками руйнування Consequence class	Приклади типів будівель та їх використання Example of categorisation of building type and occupancy
1	Будівлі на одну сім'ю заввишки не більше чотирьох поверхів. Сільськогосподарські будівлі. Будівлі, що рідко відвідуються людьми, якщо відстань до інших будівель або територій з частим перебуванням людей не менш 1,5-кратного значення висоти цієї будівлі. Single occupancy houses not exceeding 4 storeys. Agricultural buildings. Buildings into which people rarely go, provided no part of the building is closer to another building, or area where people do go, than a distance of 1½ times the building height.
2a Група зниженого ризику Lower Risk Group	П'ятиповерхові будівлі на одну сім'ю. Готелі заввишки не більше чотирьох поверхів. Багатоквартирні та інші житлові будівлі не більше чотирьох поверхів. Офісні будівлі не більше чотирьох поверхів. Промислові будівлі не більше трьох поверхів. Торгові будівлі не більше трьох поверхів, з площею кожного поверху до 1000 м². Одноповерхові будівлі установ освіти. Всі будівлі, що відвідуються людьми, не більше двох поверхів, з площею кожного поверху до 2000 м². 5 storey single occupancy houses. Hotels not exceeding 4 storeys. Flats, apartments and other residential buildings not exceeding 4 storeys. Offices not exceeding 4 storeys. Industrial buildings not exceeding 3 storeys. Retailing premises not exceeding 3 storeys of less than 1 000 m² floor area in each storey. Single storey educational buildings. All buildings not exceeding two storeys to which the public are admitted and which contain floor areas not exceeding 2000 m² at each storey.
2b Група підвищеного ризику Upper Risk Group	Готелі, багатоквартирні та інші житлові будівлі більше чотирьох, але не більше 15 поверхів. Будівлі установ освіти, що мають більш одного, але не більше 15 поверхів. Торгові будівлі більше трьох, але не більше 15 поверхів. Лікарні не більше трьох поверхів. Офісні будівлі більше чотирьох, але не більше 15 поверхів. Всі будівлі, що відвідуються людьми, з площею кожного поверху від 2000 м² до 5000 м². Паркінги не більше шести поверхів. Hotels, flats, apartments and other residential buildings greater than 4 storeys but not exceeding 15 storeys. Educational buildings greater than single storey but not exceeding 15 storeys. Retailing premises greater than 3 storeys but not exceeding 15 storeys. Hospitals not exceeding 3 storeys. Offices greater than 4 storeys but not exceeding 15 storeys. All buildings to which the public are admitted and which contain floor areas exceeding 2000 m² but not exceeding 5000 m² at each storey. Car parking not exceeding 6 storeys.
3	Усі будівлі, в яких кількість поверхів і площа кожного поверху перевищує значення, визначені для класу 2. Всі будівлі, в яких допускається перебування значної кількості людей. Стадіони, що вміщують більше 5000 глядачів. Будівлі, в яких знаходяться небезпечні речовини і/або відбуваються технологічні процеси. All buildings defined above as Class 2 Lower and Upper Consequences Class that exceed the limits on area and number of storeys. All buildings to which members of the public are admitted in significant numbers. Stadia accommodating more than 5 000 spectators. Buildings containing hazardous substances and /or processes

ПРИМІТКА 1. Якщо будівлю можна віднести до «декількох класів» за наслідками руйнування, то для неї потрібно призначити найбільш високий клас.

ПРИМІТКА 2. При визначенні кількості поверхів допускається не враховувати цокольні поверхи, якщо вони відповідають вимогам класу 2b (група підвищеного ризику).

ПРИМІТКА 3. Таблиця А.1 не є вичерпною і може бути доповнена.

NOTE 1: For buildings intended for more than one type of use the «consequences class» should be that relating to the most onerous type.

NOTE 2: In determining the number of storeys basement storeys may be excluded provided such basement storeys fulfil the requirements of "Consequences Class 2b Upper Risk Group".

NOTE 3: Table A.1 is not exhaustive and can be adjusted

A.4 РЕКОМЕНДОВАНІ СТРАТЕГІЇ

(1) Застосування наступних рекомендованих стратегій забезпечує достатній рівень живучості будівлі, що дозволяє витримувати локальне руйнування без виникнення непропорційного повного обвалення.

а) Для будівель класу 1 за наслідками руйнування:

Якщо будівля була спроектована і сконструйована для умов нормальної експлуатації відповідно до EN 1990 — EN 1999, то додаткове врахування особливих навантажень від невстановлених причини не вимагається.

б) Для будівель класу 2a за наслідками руйнування (група зниженого ризику):

додатково до рекомендованої стратегії для класу 1 за наслідками руйнування потрібно передбачити ефективні горизонтальні пов'язі або ефективне анкерування перекриттів у стінах, як визначено в A.5.1 — для самонесучих стін і A.5.2 — для несучих стін.

ПРИМІТКА 1. Докладні вимоги до ефективного анкерного кріплення допускається встановлювати в Національному додатку.

в) Для будівель класу 2b за наслідками руйнування (група підвищеного ризику):

Додатково до рекомендованої стратегії для класу 1 за наслідками руйнування, необхідно:

– забезпечити встановлення горизонтальних пов'язей, як визначено в A.5.1 — для самонесучих стін і в A.5.2 — для несучих стін (див. 1.5.11) разом із влаштованими вертикальними в'язями згідно з A.6 у всіх опорних колонах і стінах або

– перевірити конструкцію будівлі на збереження загальної стійкості і на неперевикнення ступенем локального пошкодження певних меж при умовному видаленні кожної опорної колони або балки, що підтримує колону, або будь-якої секції несучої стіни, як визначено в A.7 (за один раз один елемент на кожному поверсі будівлі).

Якщо умовне видалення таких колон і секцій стін викликає перевищення

A.4 RECOMMENDED STRATEGIES

(1) Adoption of the following recommended strategies should provide a building with an acceptable level of robustness to sustain localised failure without a disproportionate level of collapse.

a) For buildings in Consequences Class 1:

Provided a building has been designed and constructed in accordance with the rules given in EN 1990 to EN 1999 for satisfying stability in normal use, no further specific consideration is necessary with regard to accidental actions from unidentified causes.

b) For buildings in Consequences Class 2a (Lower Group):

In addition to the recommended strategies for Consequences Class 1, the provision of effective horizontal ties, or effective anchorage of suspended floors to walls, as defined in A.5.1 and A.5.2 respectively for framed and load-bearing wall construction should be provided.

NOTE 1. Details of effective anchorage may be given in the National Annex.

c) For buildings in Consequences Class 2b (Upper Group):

In addition to the recommended strategies for Consequences Class 1, the provision of:

– horizontal ties, as defined in A.5.1 and A.5.2 respectively for framed and load-bearing wall construction (see 1.5.11), together with vertical ties, as defined in A.6, in all supporting columns and walls should be provided, or alternatively,

– the building should be checked to ensure that upon the notional removal of each supporting column and each beam supporting a column, or any nominal section of load-bearing wall as defined in A.7 (one at a time in each storey of the building) the building remains stable and that any local damage does not exceed a certain limit.

Where the notional removal of such columns and sections of walls would result in an extent

встановлених границь пошкодження, то такі елементи потрібно розраховувати як ключові елементи (див. А.8).

Для будівель із несучими стінами найбільш практичною є стратегія умовного видалення стінної секції, однієї секції за один раз.

d) Для будівель класу 3 за наслідками руйнування:

Для будівлі потрібна систематична оцінка ризику з урахуванням прогнозованих і непрогнозованих загроз.

ПРИМІТКА 2. Рекомендації щодо проведення аналізу ризику містяться в Додатку В.

ПРИМІТКА 3. Межі допустимого локального руйнування можуть бути різними для кожного типу будівлі. Значенням, що рекомендується, є 15 % площі перекриття, але не більше 100 м² на кожному з двох суміжних поверхів (рисунок А.1).

of damage in excess of the agreed limit, or other such limit specified, then such elements should be designed as a "key element" (see A.8).

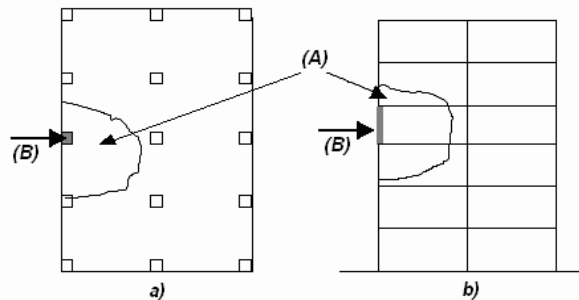
In the case of buildings of load-bearing wall construction, the notional removal of a section of wall, one at a time, is likely to be the most practical strategy to adopt.

d) For buildings in Consequences Class 3:

A systematic risk assessment of the building should be undertaken taking into account both foreseeable and unforeseeable hazards.

NOTE 2. Guidance on risk analysis is included in Annex B.

NOTE 3. The limit of admissible local failure may be different for each type of building. The recommended value is 15 % of the floor, or 100 m², whichever is smaller, in each of two adjacent storeys. See Figure A.1.



Позначення:

(A) – локальне пошкодження не перевищує 15 % площі перекриття на кожному з двох суміжних поверхів;

(B) – колона, що умовно видаляється;

a – план поверху;

b – переріз.

Key:

(A) Local damage not exceeding 15 % of floor area in each of two adjacent storeys;

(B) Notional column to be removed;

a) Plan;

b) Section.

Рисунок А.1 Рекомендовані межі для допустимого пошкодження
Figure A.1 Recommended limit of admissible damage

A.5 ГОРИЗОНТАЛЬНІ ПОВ'ЯЗИ

A.5 HORIZONTAL TIES

A.5.1 Рамні конструкції

A.5.1 Framed structures

(1) По периметру кожного міжповерхового перекриття і на рівні покриття потрібно забезпечувати горизонтальні пов'язі в площині перекриття в двох перпендикулярних напрямках, для того, щоб надійно пов'язати колони і стіни з конструкціями будівлі. Пов'язі повинні бути безперервними і розташованими, за можливості, ближче до країв перекриття і проходити по осях опор і стін. Як мінімум

(1) Horizontal ties should be provided around the perimeter of each floor and roof level and internally in two right angle directions to tie the column and wall elements securely to the structure of the building. The ties should be continuous and be arranged as closely as practicable to the edges of floors and lines of columns and walls. At least 30 % of the ties should be located within the close vicinity of the grid lines of the columns and the walls.

30 % пов'язей повинно розташовуватися в безпосередній близькості до осьових ліній колон і стін.

ПРИМІТКА. Див. приклад на рисунку А.2.

(2) Горизонтальні пов'язі можуть бути виконані із сталевого прокату, сталеві арматури в бетонних плитах або арматурної сітки і профільної листової сталі в сталебетонних перекриттях (при міцному з'єднанні із сталевими балками за допомогою з'єднувальних елементів, що працюють на зріз). Пов'язі можуть складатися з поєднання цих елементів.

(3) Кожну безперервну пов'язь, включаючи кінцеві з'єднання, потрібно розраховувати на розтягувальну силу " T_i " для внутрішніх пов'язей і " T_p " для пов'язей по периметру. Розтягувальні сили мають наступні значення:
– для внутрішніх пов'язей

$$T_i = 0,8(g_k + \psi q_k)sL \text{ або (or) } 75 \text{ кН,} \quad (\text{A.1})$$

де визначальним є більше із двох значень;
– для пов'язів по периметру

NOTE: See the example in Figure A.2.

(2) Horizontal ties may comprise rolled steel sections, steel bar reinforcement in concrete slabs, or steel mesh reinforcement and profiled steel sheeting in composite steel/concrete floors (if directly connected to the steel beams with shear connectors). The ties may consist of a combination of the above types.

(3) Each continuous tie, including its end connections, should be capable of sustaining a design tensile load of " T_i " for the accidental limit state in the case of internal ties, and " T_p ", in the case of perimeter ties, equal to the following values:
– for internal ties

$$T_p = 0,4(g_k + \psi q_k)sL \text{ або (or) } 75 \text{ кН,} \quad (\text{A.2})$$

де визначальним є більше із двох значень.

Тут:

s – крок між пов'язями;

L – прогін пов'язей;

ψ – коефіцієнт сполучення навантажень в особливих розрахункових ситуаціях (тобто ψ_1 або ψ_2 згідно з EN 1990, формула (6.11b)).

whichever is the greater.

– for perimeter ties

whichever is the greater.

where :

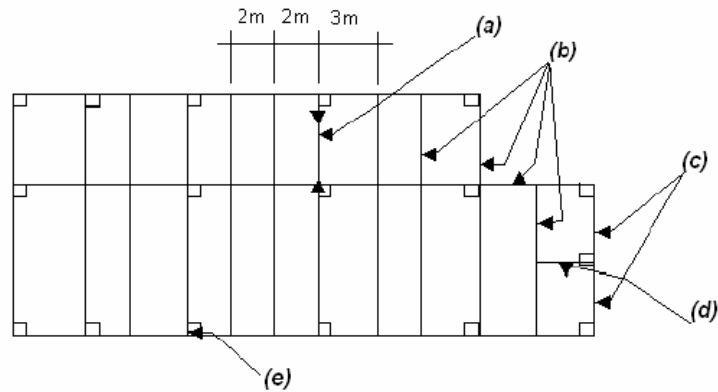
s is the spacing of ties,

L is the span of the tie,

ψ is the relevant factor in the expression for combination of action effects for the accidental design situation (i.e. ψ_1 or ψ_2 in accordance with expression (6.11b) of EN 1990).

ПРИМІТКА. Див. приклад на рисунку А.2.

NOTE: See the example in Figure A.2.



Позначення:

- (a) – балка з прогоном 6 м як внутрішня пов'язь;
- (b) – всі балки, zaproєктовані як пов'язі;
- (c) – пов'язі по периметру;
- (d) – пов'язі, закріплені до колони;
- (e) – крайова колона

Key

- (a) 6 m span beam as internal tie
- (b) All beams designed to act as ties
- (c) Perimeter ties
- (d) Tie anchored to a column
- (e) Edge column

ПРИКЛАД. Розрахунок на особливу розтягувальну силу T_i у балці прогоном 6 м (див. рисунок А.2), припускаючи наступні характеристики навантаження (наприклад, для сталевго каркаса будівлі).

Характеристичні навантаження:

$$g_k = 3,0 \text{ кН/м}^2 \text{ і } q_k = 5,0 \text{ кН/м}^2.$$

З урахуванням призначення коефіцієнта сполучення навантажень ψ_1 (тобто = 0,5) за формулою (6.11а).

$$T_1 = 0,8(3,00 + 0,5 \times 5,00) \frac{3+2}{2} \times 6,0 = 66 \text{ кН (кН)}$$

(менше ніж 75 кН)

EXAMPLE. The calculation of the accidental design tensile force T_i in the 6 m span beam shown in Figure A.2 assuming the following characteristic actions (e.g. for a steel frame building).

Characteristic loading:

$$g_k = 3,0 \text{ кН/м}^2 \text{ and } q_k = 5,0 \text{ кН/м}^2$$

And assuming the choice of combination coefficient ψ_1 (i.e. = 0,5) in expression (6.11a).

(being less than 75 кН)

Рисунок А.2 Приклад розміщення горизонтальних пов'язей у шестиповерховій каркасній торговій будівлі

Figure A.2 Example of horizontal tying of a 6 storey department store

(4) Як пов'язі допускається також використовувати елементи, що сприймають інші навантаження, які не відносяться до категорії особливих.

(4) Members used for sustaining actions other than accidental actions may be utilised for the above ties.

А.5.2 Несучі стіни конструкції

А.5.2 Load-bearing wall construction

(1) Для будівель класу 2 за наслідками руйнування (група зниженого ризику), див. таблицю А.1:

(1) For Class 2 buildings (Lower Risk Group), see Table A.1:

Необхідна живучість досягається методом будівництва з об'ємних елементів, розрахунок яких включає взаємодію всіх елементів, включаючи анкерні кріплення перекриттів до стін.

Appropriate robustness should be provided by adopting a cellular form of construction designed to facilitate interaction of all components including an appropriate means of anchoring the floor to the walls.

(2) Для будівель класу 2 за наслідками руйнування (група підвищеного ризику) див. таблицю А.1:

(2) For Class 2 buildings (Upper Risk Group), see Table A.1:

У перекриттях слід розміщувати безперервні горизонтальні пов'язі, що включають прямокутну сітку з внутрішніх пов'язей, розподілених по перекриттю, і зовнішніх пов'язей, розташованих по

Continuous horizontal ties should be provided in the floors. These should be internal ties distributed throughout the floors in both orthogonal directions and peripheral ties extending around the perimeter of the floor

периметру плит перекриття в межах смуги завширшки 1,2 м. Розрахункову розтягувальну силу визначають таким чином:

для внутрішніх пов'язей $T_i = \text{більше за } F_t$ кН/м або

$$\frac{F_t (g_k + \psi q_k)}{7,5} \frac{z}{5} \text{ кН/м (кН/м)} \quad (\text{A.3})$$

для пов'язей по периметру $T_p = F_t$

де:

F_t – 60 кН/м або $20 + 4n_s$ кН/м, визначальним є менше значення;

n_s – кількість поверхів;

z – коефіцієнт, що приймається найменшим із значень:

- $5H$, де H – висота поверху у чистоті;
- максимальної відстані у метрах в напрямі пов'язів між осями колон або інших вертикальних несучих елементів, якщо ця відстань перекрита:
 - окремою плитою або
 - системою балок і плит.

ПРИМІТКА. Параметри H (м) і z (м) показані на рисунку А.3.

slabs within a 1,2 m width of the slab. The design tensile load in the ties should be determined as follows:

For internal ties $T_i = \text{the greater of } F_t \text{ кН/м or}$

For peripheral ties $T_p = F_t$

where:

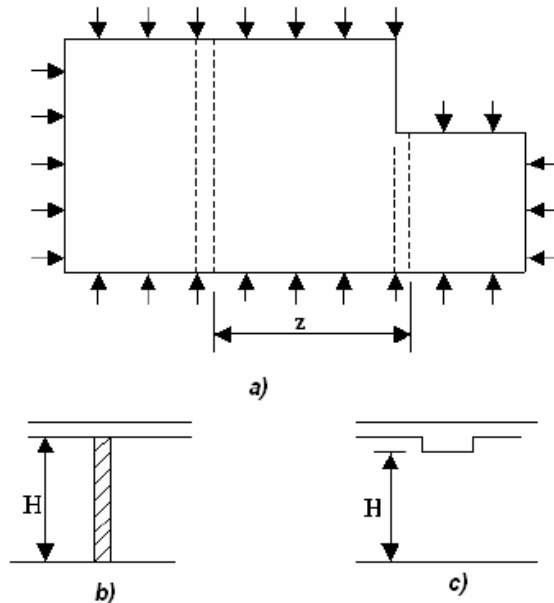
F_t is 60 кН/м or $20 + 4n_s$ кН/м, whichever is less

n_s is the number of storeys

z is the lesser of:

- 5 times the clear storey height H , or
- the greatest distance in metres in the direction of the tie, between the centres of the columns or other vertical load-bearing members whether this distance is spanned by:
 - a single slab or
 - by a system of beams and slabs.

NOTE: Factors H (in metres) and z are illustrated in Figure A.3.



Позначення

a – план поверху;

b – переріз: плита перекриття;

c – переріз: балка і плита.

Key

a) Plan;

b) Section: flat slab;

c) Section: beam and slab.

Рисунок А.3 Параметри H і z
Figure A.3 Illustration of factors H and z

A.6 ВЕРТИКАЛЬНІ В'ЯЗИ

(1) Кожна колона і стіна повинні бути закріплені безперервними в'язями від фундаменту до рівня покриття.

(2) У рамних конструкціях (наприклад, сталевих або залізобетонних) колони і стіни, які сприймають вертикальні навантаження, повинні витримувати особливе розтягувальне зусилля, яке дорівнює найбільшій розрахунковій реакції від вертикальних постійних і змінних навантажень, прикладене до колони будь-якого поверху. Передбачається, що це особливе розтягувальне зусилля не діє одночасно з проектними постійними і змінними навантаженнями на конструкцію.

(3) У стінних несучих конструкціях (див. 1.11.1) вертикальні в'язі можна вважати ефективними за наступних умов:

а) якщо товщина стін з кам'яної кладки складає не менше 150 мм і мінімальна міцність на стиснення згідно з EN 1996-1-1 рівна 5 Н/мм²;

б) якщо висота стіни в світлі H , м, замірjana між верхньою і нижньою гранями перекриттів або перекриттям і покриттям, не перевищує $20t$, де t – товщина стіни в метрах;

с) якщо в'язі розраховані на сприйняття вертикального анкерного зусилля T :

$$\text{більше ніж } T = \frac{34A}{8000} \left(\frac{H}{t} \right)^2 N \text{ ніж (or) } 100 \text{ кН/м (kN/m) на стіну (of wall, whichever is the}$$

greater),

(A.5)

де:

A – площа поперечного перерізу стіни, виміряна на плані, за винятком пустотних ділянок стін, мм²;

д) якщо вертикальні в'язі згруповані таким чином, що відстань між їхніми центрами дорівнює максимум 5 м уздовж стіни, і якщо вони розташовані на відстані не більше 2,5 м від незакріпленого кінця стіни.

A.6 VERTICAL TIES

(1) Each column and wall should be tied continuously from the foundations to the roof level.

(2) In the case of framed buildings (e.g. steel or reinforced concrete structures) the columns and walls carrying vertical actions should be capable of resisting an accidental design tensile force equal to the largest design vertical permanent and variable load reaction applied to the column from any one storey. Such accidental design loading should not be assumed to act simultaneously with permanent and variable actions that may be acting on the structure.

(3) For load-bearing wall construction (see 1.11.1) the vertical ties may be considered effective if:

a) for masonry walls their thickness is at least 150 mm thick and if they have a minimum compressive strength of 5 N/mm² in accordance with EN 1996-1-1.

b) the clear height of the wall, H , measured in metres between faces of floors or roof does not exceed $20t$, where t is the thickness of the wall in metres.

c) if they are designed to sustain the following vertical tie force T :

where:

A is the cross-sectional area in mm² of the wall measured on plan, excluding the non loadbearing leaf of a cavity wall;

d) the vertical ties are grouped at 5 m maximum centres along the wall and occur no greater than 2,5 m from an unrestrained end of the wall.

A.7 НОМІНАЛЬНИЙ ПЕРЕРІЗ НЕСУЧОЇ СТІНИ

(1) Номінальну довжину несучої стіни, вказану в А.4(1)с, визначають таким чином:

- для залізобетонних стін довжина $\leq 2,25H$;
- для зовнішньої кам'яної кладки, для дерев'яних або металевих каркасних стін довжина L вимірюється як відстань між бічними опорами, в ролі яких виступають інші конструктивні елементи (наприклад, колони або поперечні стіни);
- для внутрішньої кам'яної кладки, для дерев'яних або металевих каркасних стін довжина $\leq 2,25H$,

де:

H – висота поверху, м.

A.8 КЛЮЧОВІ ЕЛЕМЕНТИ

(1) Відповідно до 3.3(1)Р ключовий елемент конструкції будівлі, описаний в А.4(1)с, повинен витримувати особливий вплив A_d , що діє в горизонтальному і вертикальному напрямках (у кожному напрямі окремо) на сам елемент і прилеглі компоненти. При цьому потрібно врахувати межу міцності цих компонентів і їх з'єднань. Таке особливе розрахункове навантаження слід застосовувати згідно з EN 1990, формула (6.11b), у вигляді зосередженого або рівномірно розподіленого навантаження.

ПРИМІТКА. Рекомендоване значення для конструкцій будівель $A_d = 34 \text{ кН/м}^2$.

A.7 NOMINAL SECTION OF LOAD-BEARING WALL

(1) The nominal length of load-bearing wall construction referred to in A.4(1)c should be taken as follows:

- for a reinforced concrete wall, a length not exceeding $2,25H$,
- for an external masonry, or timber or steel stud wall, the length measured between lateral supports provided by other vertical building components (e.g. columns or transverse partition walls),
- for an internal masonry, or timber or steel stud wall, a length not exceeding $2,25H$

where:

H is the storey height in metres.

A.8 KEY ELEMENTS

(1) In accordance with 3.3(1)P, for building structures a "key element", as referred to in A.4(1)c, should be capable of sustaining an accidental design action of A_d applied in horizontal and vertical directions (in one direction at a time) to the member and any attached components having regard to the ultimate strength of such components and their connections. Such accidental design loading should be applied in accordance with expression (6.11b) of EN 1990 and may be a concentrated or distributed load.

NOTE: The recommended value of A_d for building structures is 34 kN/m^2 .

ДОДАТОК В (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ВКАЗІВКИ ЩОДО ОЦІНКИ РИЗИКІВ⁶

ANNEX B (INFORMATIVE) IN- FORMATION ON RISK ASSES- MENT⁶

В.1 ВВЕДЕННЯ

B.1 INTRODUCTION

(1) Цей додаток містить вказівки щодо планування і проведення оцінки ризиків для будівель та інженерних споруд. Загальна схема аналізу ризиків представлена на рисунку В.1.

(1) This Annex B gives guidance for the planning and execution of risk assessment in the field of buildings and civil engineering structures. A general overview is presented in Figure B.1.

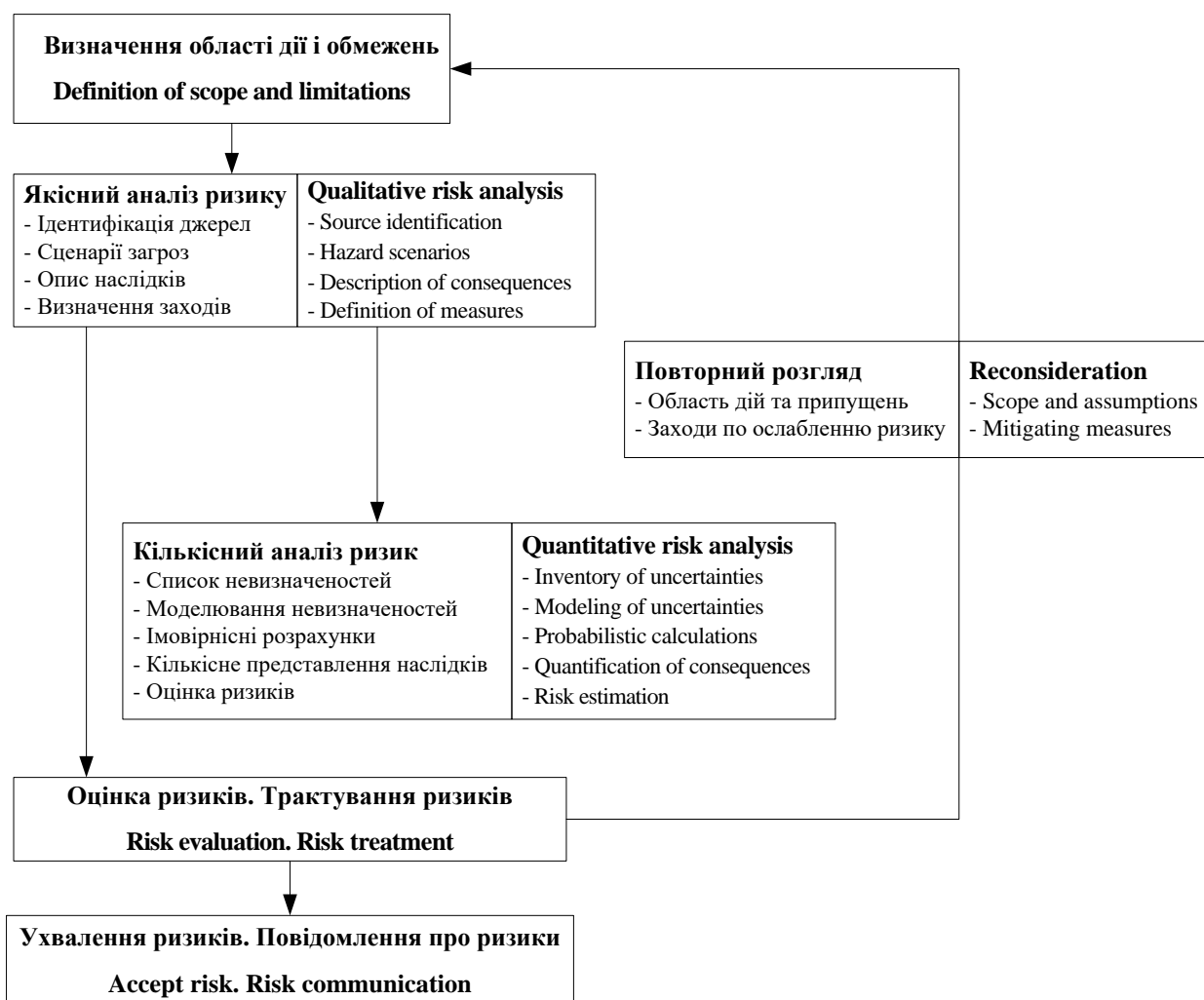


Рисунок В.1 Схема аналізу ризиків
Figure B.1 Overview of risk analysis

⁶Частину даного додатка планується ввести в розгорненій формі в подальше видання EN 1990 Єврокод. Основи проектування несучих конструкцій.

⁶Parts of the contents of this annex may be incorporated or developed in future editions of EN 1990, Eurocode: Basis of structural design after consideration.

В.2 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

В.2.1 наслідки

можливий результат події (при аналізі ризиків, зазвичай небажаних). Наслідки можуть бути виражені описово або чисельно через показники людських втрат, кількості постраждалих, економічних втрат, заподіяння шкоди навколишньому середовищу, збитків, понесених користувачами будівлі і громадськістю тощо. Слід включати як прямі наслідки, так і ті, що настають через деякий час.

В.2.2 сценарій загрози

критична ситуація, що склалася на певний час і визначається основною загрозою разом із одним або декількома супутніми умовами і може призвести до небажаної події (наприклад, повного обвалювання конструкції)

В.2.3 ризик

Див. 1.5.13.

В.2.4 критерії прийнятності ризиків

прийнятні межі для ймовірності настання певних наслідків небажаної події, які виражаються у вигляді річної частоти появи. Ці критерії зазвичай визначаються уповноваженими органами влади з метою встановлення рівня ризику, прийняттого для людей, з одного боку, і суспільства, з іншого

В.2.5 аналіз ризику

систематичний підхід до опису і/або розрахунку ризику. Аналіз ризику включає ідентифікацію небажаних подій, причин, вірогідності та наслідки цих подій (див. рисунок В.1)

В.2.6 оцінка ризику

порівняння результатів аналізу ризиків із критеріями прийнятності ризику та іншими критеріями ухвалення рішень

В.2.7 управління ризиками

систематичні заходи, що вживаються уповноваженою організацією для досягнення і підтримки рівня безпеки, відповідного встановленим цілям

В.2 DEFINITIONS

В.2.1 consequence

a possible result of an (in risk analysis usually unwanted) event. Consequences may verbally or numerically be expressed in terms of loss of life, injury, economic loss, environmental damage, disruption to users and the public, etc. Both immediate consequences and those that arise after a certain time has elapsed are to be included.

В.2.2 hazard scenario

a critical situation at a particular time consisting of a leading hazard together with one or more accompanying conditions which leads to an unwanted event (e.g. complete collapse of the structure).

В.2.3 risk

See 1.5.13.

В.2.4 risk acceptance criteria

acceptable limits to probabilities of certain consequences of an undesired event and are expressed in terms of annual frequencies. These criteria are normally determined by the authorities to reflect the level of risk considered to be acceptable by people and society.

В.2.5 risk analysis

a systematic approach for describing and/or calculating risk. Risk analysis involves the identification of undesired events, and the causes, likelihoods and consequences of these events (see Figure B.1).

В.2.6 risk evaluation

a comparison of the results of a risk analysis with the acceptance criteria for risk and other decision criteria.

В.2.7 risk management

systematic measures undertaken by an organisation in order to attain and maintain a level of safety that complies with defined objectives.

В.2.8 небажана подія

подія або умова, що може викликати травми людей, завдати шкоди навколишньому середовищу або призвести до матеріальних втрат.

В.3 ОПИС ЗМІСТУ РОБІТ ПРИ АНАЛІЗІ РИЗИКІВ

(1) У повному обсягу повинні бути описані: предмет, вихідні дані та цілі аналізу ризику.

(2) Детально повинні бути задокументовані всі технічні, екологічні, організаційні і людські чинники, що відносяться до зазначеної проблеми, і дії, що здійснюються при її аналізі.

(3) Повинні бути приведені всі передумови, допущення і спрощення, зроблені при аналізі ризиків.

В.4 МЕТОДИ АНАЛІЗУ РИЗИКІВ

(1) Аналіз ризику складається з описової частини (якісної) і, за необхідності, може мати числову частину (кількісну).

В.4.1 Якісний аналіз ризиків

(1) У рамках якісної частини аналізу ризику проводять визначення всіх загроз і відповідних сценаріїв загроз. Таке визначення є ключовим завданням при аналізі ризику і вимагає докладного вивчення і детального розуміння системи. Для цих цілей розроблений цілий ряд методів, що дозволяють інженерові виконувати цю частину аналізу (наприклад, РНА, HAZOP, дерево відмов, дерево подій, дерево ухвалення рішень, причинна мережа тощо).

При аналізі будівельних ризиків наступні умови можуть представляти загрозу для конструкції:

- високі значення звичайних навантажень;
- низькі значення міцності матеріалів, можливо, внаслідок помилок або непередбаченого зносу;
- ґрунтові умови та інші впливи

В.2.8 undesired event

an event or condition that can cause human injury or environmental or material damage.

В.3 DESCRIPTION OF THE SCOPE OF A RISK ANALYSIS

(1) The subject, background and objectives of the risk analysis need to be fully described.

(2) All technical, environmental, organisational and human circumstances that are relevant to the activity and the problem being analysed, need to be stated in sufficient detail.

(3) All presuppositions, assumptions, and simplifications made in connection with the risk analysis should be stated.

В.4 METHODS OF RISK ANALYSIS

(1) The risk analysis has a descriptive (qualitative) part and may, where relevant and practicable, also have a numerical (quantitative) part.

В.4.1 Qualitative risk analysis

(1) In the qualitative part of the risk analysis all hazards and corresponding hazard scenarios should be identified. Identification of hazards and hazard scenarios is a crucial task to a risk analysis. It requires a detailed examination and understanding of the system. For this reason a variety of techniques have been developed to assist the engineer in performing this part of the analysis (e.g. PNA, HAZOP, fault tree, event tree, decision tree, causal networks, etc.).

In structural risk analysis the following conditions can, for example, present hazards to the structure:

- high values of ordinary actions,
- low values of resistances, possibly due to errors or unforeseen deterioration,
- ground and other environmental conditions

навколишнього середовища, не передбачені в проекті;

– особливі навантаження, такі як пожежа, вибух, повінь (включаючи розмиви), удар або землетрус;

– невстановлені особливі навантаження.

При визначенні сценаріїв загроз слід враховувати наступне:

– прогнозовані або відомі змінні навантаження на конструкцію;

– умови зовнішнього середовища;

– запланована або діюча програма обстеження конструкції;

– загальна концепція конструкції, робочий проект, використані будівельні матеріали і наявність місць, в яких можливе виникнення пошкоджень або зносу;

– наслідки і ступінь пошкоджень внаслідок визначеного сценарію загрози, а також внаслідок пошкоджень.

Необхідно визначити основний режим використання конструкції для того, щоб з'ясувати наслідки, які впливають на її безпеку у разі відмови, при виникненні основної загрози разом із вірогідними супутніми діями.

В.4.2 Кількісний аналіз ризиків

(1) У рамках кількісної частини аналізу ризику проводять оцінку вірогідності для всіх небажаних подій і їх наслідків. Показники вірогідності частково базуються на інженерних оцінках і можуть істотно відрізнятися від фактичної частоти відмов. Якщо відмови можна виразити чисельно, то ризик може бути представлений математичним очікуванням наслідків небажаної події. Можливий спосіб представлення ризику показаний на рисунку В.2.

Будь-які похибки в розрахунках/зображеннях даних і моделей вимагають додаткового обговорення. Аналіз ризику припиняють на відповідному рівні, зважаючи, наприклад, на наступне:

– цілі аналізу ризиків і необхідні рішення;

– обмеження, прийняті на ранніх етапах аналізу;

– доступність обґрунтованих або точних

different from those assumed in the design,

– accidental actions like fire, explosion, flood (including scour), impact or earthquake,

– unspecified accidental actions.

The following should be taken into account in defining the hazard scenarios:

– the anticipated or known variable actions on the structure;

– the environment surrounding the structure;

– the proposed or known inspection regime of the structure;

– the concept of the structure, its detailed design, materials of construction and possible points of vulnerability to damage or deterioration;

– the consequences of type and degree of damage due to the identified hazard scenario.

The main usage of the structure should be identified in order to ascertain the consequences for safety should the structure fail to withstand the leading hazard event with likely accompanying actions.

В.4.2 Quantitative risk analysis

(1) In the quantitative part of the risk analysis probabilities should be estimated for all undesired events and their subsequent consequences. The probability estimations are usually at least partly based on judgement and may for that reason differ substantially from actual failure frequencies. If failure can be expressed numerically the risk may be presented as the mathematical expectation of the consequences of an undesired event. A possible way of presenting risks is indicated in Figure B.2.

Any uncertainty in calculations/figures of the data and models used should be fully discussed. The risk analysis will be terminated at an appropriate level, taking into account for example:

– the objective of the risk analysis and the decisions to be made,

– the limitations made at an earlier stage in the analysis,

– the availability of relevant or accurate data,

даних;

– наслідки від настання небажаних подій.
Початкові припущення, на яких заснований аналіз, повинні бути розглянуті повторно після отримання результатів аналізу. Чутливість до чинників, що враховуються при аналізі, повинна бути визначена кількісно.

– the consequences of the undesired events.
The assumptions upon which the analysis is based should be reconsidered when the results of the analysis are available. Sensitivities of factors used in the analysis should be quantified.

Тяжкі Severe	X				
Високі High	X				
Середні Medium		X			
Низькі Low			X		
Дуже низькі Very low				X	
↑ Наслідок пошкодження consequence вірогідність probability →	0,00001	0,0001	0,001	0,01	>0,1
X – приклади максимально прийнятих рівнів ризику X represents examples of maximum acceptable risk levels					

Пояснення. Наслідки можливого руйнування визначають для кожного сценарію виникнення загрози і класифікують як важкі, високі, середні, низькі і дуже низькі. Ступінь важкості можна визначити наступним чином.
Важкі – раптове обвалення конструкції з високою вірогідністю загибелі і поранення людей.
Високі – відмова одного або декількох елементів конструкції з високою вірогідністю часткового обвалення і деякою вірогідністю поранень людей і припинення експлуатації.
Середні – відмова одного з елементів конструкції. Повне або часткове обвалення маловірогідне. Мала вірогідність поранення людей і припинення експлуатації.
Низькі – локальні пошкодження.
Дуже низькі – незначні локальні пошкодження.

Clarification: The severity of potential failure is identified for each hazard scenario and classified as Severe, High, Medium, Low or Very Low. They may be defined as follows:

Severe – Sudden collapse of structure occurs with high potential for loss of life and injury.

High – Failure of part(s) of the structure with high potential for partial collapse and some potential for injury and disruption to users and public.

Medium – Failure of part of the structure. Total or partial collapse of structure unlikely. Small potential for injury and disruption to users and public.

Low – Local damage.

Very Low – Local damage of small importance

Рисунок В.2 Можливі результати кількісного аналізу ризику

Figure B.2 Possible presentation diagram for the outcome of a quantitative risk analysis

В.5 ПРИЙНЯТНІСТЬ РИЗИКУ ТА ЗАХИСНІ ЗАХОДИ

(1) Після встановлення рівня ризику потрібно ухвалити рішення про необхідність прийняття захисних заходів (конструктивних або неконструктивних).

B.5 RISK ACCEPTANCE AND MITIGATING MEASURES

(1) Following the identification of the level of risk, it should be decided whether mitigating (structural or non structural) measures should be specified.

(2) Для встановлення прийнятності ризику в більшості випадків застосовують принцип ALARP (настільки низький, наскільки доцільно). Відповідно до цього принципу визначають два рівні ризику. Якщо ризик нижче нижньої межі загальноприйнятного діапазону (тобто ALARP), захисних заходів не вживають. Якщо ризик вище верхньої межі загальноприйнятного діапазону, то ризик розглядають як неприйнятний. Якщо рівень ризику знаходиться між нижньою і верхньою межами, виконують пошук економічно оптимального рішення.

(3) При оцінці ризику для певного періоду часу, що відноситься до події відмови, на підставі наслідків відмови необхідно враховувати норму дисконтування витрат.

(4) Рівні прийнятності ризиків встановлюють, зазвичай, застосовуючи наступні два критерії:

– рівень ризику, прийнятний для окремого проекту: ризики для окремого проекту виражаються, зазвичай, як відсоток нещасних випадків із смертельним результатом. Відносно певного виду діяльності ризики можуть бути виражені вірогідністю смерті протягом одного року або вірогідним періодом часу появи одного смертельного випадку;

– рівень ризику, прийнятний для суспільства: соціальну прийнятність ризиків для людського життя, які можуть змінюватися з часом, представляють часто у вигляді діаграми F-N, що показує максимальну річну вірогідність F нещасного випадку з кількістю людських втрат більш ніж N.

Як альтернативу можна застосовувати такі концепції, як VPF (вартість запобігання смертельному випадку) або індекс якості життя.

ПРИМІТКА. Рівні прийнятності ризику допускається встановлювати в конкретному проекті.

Критерії прийнятності допускається встановлювати, керуючись визначеними національними положеннями і вимогами, певними нормами і стандартами, на основі дослідних даних і/або теоретичних знань, які можна застосовувати як основу

(2) In risk acceptance usually the ALARP (as low as reasonably practicable) principle is used. According to this principle two risk levels are specified: if the risk is below the lower bound of the broadly tolerable (i.e. ALARP) region no measures need to be taken; if it is above the upper bound of the broadly tolerable region the risk is considered as unacceptable. If the risk is between the upper and lower bound an economical optimal solution should be sought.

(3) When evaluating the risk of a certain period of time related to the failure event on the basis of the consequences, a discount rate should be taken into account.

(4) Risk acceptance levels should be specified. They will usually be formulated on the basis of the following two acceptance criteria:

– the individual acceptable level of risk: individual risks are usually expressed as fatal accident rates. They can be expressed as an annual fatality probability or as the probability per time unit of a single fatality when actually being involved in a specific activity.

– the socially acceptable level of risk: the social acceptance of risk to human life, which may vary with time, is often presented as an F-N curve, indicating a maximum yearly probability F of having an accident with more than N casualties.

Alternatively, concepts like value for prevented fatality (VPF) or quality index of life may be used.

NOTE: Risk acceptance levels may be specified for the individual project.

Acceptance criteria may be determined from certain national regulations and requirements, certain codes and standards, or from experience and/or theoretical knowledge that may be used as a basis for decisions on acceptable risk. Acceptance criteria may be

для рішень, що стосуються прийнятного ризику. Критерії прийнятності допускається виражати якісно або чисельно.

(5) У разі якісного аналізу ризику можна застосовувати наступні критерії:

- a) основна мета повинна полягати в мінімізації ризику без істотних додаткових витрат;
- b) для наслідків, зазначених у вертикально заштрихованій області на рисунку В.2а, ризики пов'язані з відповідним сценарієм, як правило, можуть бути прийнятні;
- c) для наслідків, зазначених у діагонально заштрихованій області на рисунку В.2а, необхідно ухвалювати рішення щодо прийнятності ризику для даного сценарію або вжити заходів щодо зниження ризику при допустимій їх вартості;
- d) для наслідків, що розглядаються як неприйнятні (наслідки, вказані в горизонтально заштрихованій області на рисунку В.2а⁶, швидше за все є неприйнятними), слід розробити відповідні заходи із зниження ризику (див. В.6).

В.6 ЗАХОДИ ІЗ ЗНИЖЕННЯ РИЗИКУ

(1) Допускається застосовувати наступні заходи із зниження ризику:

- a) виключення або зменшення небезпеки, наприклад, за допомогою відповідних розрахунків, змінення концепції проекту і вжиття заходів, направлених на зменшення небезпеки, тощо;
- b) виключення небезпеки шляхом зміни концепції проекту або умов використання споруди, наприклад, шляхом вжиття заходів із захисту конструкцій, установлення системи спринклерів тощо;
- c) контроль небезпеки, наприклад, за допомогою проведення обстежень, установлення систем сповіщення і контролю;
- d) подолання небезпеки, наприклад, шляхом забезпечення підвищеної міцності і живучості, альтернативних шляхів передачі навантажень за рахунок резервування або стійкості до зносу тощо;

⁷Примітка перекладача: В оригіналі відсутний рисунок В.2а

expressed qualitatively or numerically.

(5) In the case of qualitative risk analysis the following criteria may be used:

- a) the general aim should be to minimise the risk without incurring a substantial cost penalty.
- b) for the consequences within the vertically hatched area of Figure B.2a, the risks associated with the scenario can normally be accepted.
- c) for the consequences within the diagonally hatched area of Figure B.2a, a decision on whether the risk of the scenario can be accepted and whether risk mitigation measures can be adopted at an acceptable cost should be made.
- d) for the consequences considered to be unacceptable (those falling in the horizontally hatched area of Figure B.2a are likely to be unacceptable) appropriate risk mitigation measures (see B.6) should be taken.

B.6 RISK MITIGATING MEASURES

(1) Risk mitigation measures may be selected from one or more of the following:

- a) elimination or reduction of the hazard by, for example making an adequate design, modifying the design concept, and providing the countermeasures to combat the hazard, etc.
- b) by-passing the hazard by changing the design concepts or occupancy, for example through the protection of the structure, provision of sprinkler system, etc.
- c) controlling the hazard, for example, by controlled checks, warning systems or monitoring.
- d) overcome the hazard by providing, for example, increased reserves of strength or robustness, availability of alternative load paths through structural redundancy, or resistance to degradation, etc.;

е) допущення контрольованого обвалення конструкції при збереженні незначної небезпеки для життя і здоров'я людей, наприклад, у випадках зіткнення з освітлювальними або світлофорними щоглами.

В.7 ПЕРЕГЛЯД

(1) Область дії, розрахунки і допущення (див. рисунок В.1) піддають повторній оцінці до настання можливості затвердження конструкції разом із вживаними заходами щодо зниження ризику.

В.8 ПОЄДНАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ТА ВИСНОВКІВ

(1) Результати якісного і кількісного (за його наявності) аналізу надають у вигляді переліку наслідків і вірогідності, а ступінь прийнятності погоджують зі всіма зацікавленими сторонами.

(2) Вказують усі дані, що розглядалися при аналізі ризику, і джерела їх отримання.

(3) Повинні бути роз'яснені всі основні припущення, передумови і спрощення, установлені при аналізі ризиків, щоб виявити обґрунтованість і обмеження аналізу ризику.

(4) Наводять рекомендації щодо вжиття заходів, направлених на зниження ризику, які базуються на висновках аналізу ризиків.

В.9 ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД ЦИВІЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В.9.1 Загальні положення

(1) Для зниження ризику відносно екстремальних подій у будівлях і спорудах цивільного призначення слід розглядати один або декілька наступних заходів:

– конструктивні заходи, при яких конструктивна система або конструктивні елементи спроектовані з резервом міцності або можливістю альтернативних

е) permitting controlled collapse of a structure where the probability of injury or fatality may be reduced, for example for impact on lighting columns or signal posts.

В.7 RECONSIDERATION

(1) The revision of the scope, design and assumptions (see Figure B1) should be re-evaluated against the scenarios until it is possible to accept the structure with the selected mitigation measures.

В.8 COMMUNICATION OF RESULTS AND CONCLUSIONS

(1) The results of the qualitative and (if available) the quantitative analysis should be presented as a list of consequences and probabilities and their degree of acceptance should be communicated with all stakeholders.

(2) All data and its sources that have been used to carry out a risk analysis should be specified.

(3) All the essential assumptions, pre-suppositions and simplifications that have been made should be summarised so that the validity and limitations of the risk analysis are made clear.

(4) Recommendations for measures to mitigate risk should be stated and be based on conclusions from the risk analysis.

В.9 APPLICATIONS TO BUILDINGS AND CIVIL ENGINEERING STRUCTURES

В.9.1 General

(1) In order to mitigate the risk in relation to extreme events in buildings and civil engineering structures one or more of the following measures should be considered:

– structural measures, where the structure and the structural members have been designed to have reserves of strength or alternative load paths in case of local failures.

шляхів передачі навантажень у разі локального руйнування;

- неконструктивні заходи, що включають зниження:
- вірогідності виникнення події;
- інтенсивності навантаження;
- наслідків руйнування.

(2) Вірогідність і ефекти від усіх особливих і екстремальних дій (наприклад, навантаження від пожежі, землетрусу, удару, вибуху, екстремальні кліматичні навантаження) слід розглядати відносно відповідного набору можливих сценаріїв небезпеки. Наслідки руйнування в цьому випадку оцінюють кількістю жертв і економічними втратами. Уточнення пояснень містяться у B.9.2 і B.9.3.

(3) Методика, яка описана у B.9.1(2), є менш прийнятною для непередбачуваних загроз (помилки в проекті або при зведенні, непередбачений знос тощо). Тому були розроблені стратегії проектування з допустимим рівнем пошкоджень (див. Додаток А), наприклад врахування класичних вимог до забезпечення необхідної піддатливості та влаштування пов'язів. Спеціальний підхід полягає в розгляді ситуації, коли конструктивний елемент (балка, колона) незалежно від причини і обсягу пошкодження, розглядається як такий, що вийшов із ладу. У такому разі до решти частини конструкції пред'являється вимога, щоб вона протягом відносно короткого проміжку часу (визначеного як період відновлення T) могла витримувати нормальні навантаження з деяким заданим цільовим рівнем надійності:

$$P(R < E \text{ протягом (in) } T \mid \text{один елемент видалений (one element removed)}) < P_{\text{target}}. \text{ (B.1)}$$

Цільова надійність залежить від стандартного рівня безпеки будівлі, періоду часу T (години, дні або місяці) і вірогідності, що даний елемент буде видалений (через причини, не враховані в проекті).

(4) Для традиційних конструкцій при розрахунках повинні бути враховані всі основні можливості обвалення. У разі

- non structural measures, which include the reduction of
- the probability of the event occurring,
- the action intensity or
- the consequences of failure.

(2) The probabilities and effects of all accidental and extreme actions (e.g. actions due to fire, earthquake, impact, explosion, extreme climatic actions) should be considered for a suitable set of possible hazard scenarios. The consequences should then be estimated in terms of the number of casualties and economic losses. Detailed information is presented in B.9.2 and B.9.3.

(3) The approach mentioned in B.9.1(2) may be less suitable for unforeseeable hazards (design or construction errors, unexpected deterioration, etc.). As a result more global damage tolerance design strategies (see Annex A) have been developed, e.g. the classical requirements on sufficient ductility and tying of elements. A specific approach, in this respect, is the consideration of the situation that a structural member (beam, column) has been damaged, by whatever event, to such an extent that the member has lost its normal load bearing capacity. For the remaining part of the structure it is then required that, for a relatively short period of time (defined as the repair period T) the structure can withstand the "normal" loads with some prescribed reliability:

The target reliability depends on the normal safety target for the building, the period under consideration (hours, days or months) and the probability that the element under consideration is removed (by causes other than those already considered in design).

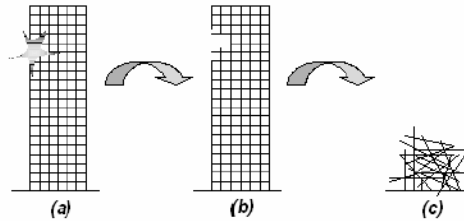
(4) For conventional structures all relevant collapse possibilities should be included in the design. Where this can be justified, failure

виправданості причини відмови з дуже малою вірогідністю допускається не враховувати. Слід брати до уваги підхід, описаний у В.9.1(2). У багатьох випадках і для виключення складного аналізу допускається застосовувати стратегію, описану у В.9.1(3).

(5) Для нетрадиційних конструкцій (наприклад, дуже великі, а також розроблені з використанням нових концепцій або матеріалів) вірогідність відмови через невстановлені причини слід розглядати як істотну. При цьому слід застосовувати підхід, що поєднує методи, описані у В.9.1(2) та В.9.1(3).

causes that have only a remote likelihood of occurring may be disregarded. The approach given in B.9.1(2) should be taken into account. In many cases, and in order to avoid complicated analyses, the strategy given in B.9.1 (3) may be investigated.

(5) For unconventional structures (e.g. very large structures, those with new design concepts, those using new materials) the probability of having some unspecified cause of failure should be considered as substantial. A combined approach of the methods described in B.9.1(2) and B.9.1(3) should be taken into account.



Позначення

Крок 1: Визначення і моделювання основних особливих загроз. Оцінка вірогідності виникнення різних загроз із різними інтенсивностями.

Крок 2: Оцінка стану пошкодження конструкції внаслідок різних загроз. Оцінка вірогідності різних станів пошкодження і відповідних наслідків указаних загроз.

Крок 3: Оцінка загального стану пошкодженої конструкції. Оцінка вірогідності аварійного загального стану пошкодженої конструкції з відповідними наслідками.

Key

Step 1: Identification and modelling of relevant accidental hazards. Assessment of the probability of occurrence of different hazards with different intensities.

Step 2: Assessment of damage states to structure from different hazards. Assessment of the probability of different states of damage and corresponding consequences for given hazards.

Step 3: Assessment of the performance of the damaged structure. Assessment of the probability of inadequate performance(s) of the damaged structure together with the corresponding consequence(s).

Рисунок В.3 Етапи аналізу ризику для конструкцій, що зазнають особливих навантажень
Figure B.3 Illustration of steps in risk analysis of structures subject to accidental actions

В.9.2 Аналіз ризику для конструкцій

(1) Аналіз ризику для конструкцій, що зазнають особливих навантажень, може включати наступні три етапи, див. рисунок В.3.

Етап 1: Оцінка вірогідності виникнення різних загроз із відповідними інтенсивностями.

Етап 2: Оцінка вірогідності різних пошкоджених станів і відповідних наслідків зазначених загроз.

Етап 3: Оцінка вірогідності неадекватного загального стану пошкодженої конструкції та відповідних наслідків.

В.9.2 Structural risk analysis

(1) Risk analysis of structures subject to accidental actions may be approached by the following three steps, see Figure B.3:

Step 1: assessment of the probability of occurrence of different hazards with their intensities.

Step 2: assessment of the probability of different states of damage and corresponding consequences for given hazards.

Step 3: assessment of the probability of inadequate performance(s) of the damaged structure together with the corresponding consequence(s).

(2) Повний ризик R можна оцінити таким чином:

$$R = \sum_{i=1}^{N_H} p(H_i) \sum_j^{N_D} \sum_{k=1}^{N_S} P(D_j | H_i) P(S_k | D_j) C(S_k). \quad (\text{B.2})$$

При цьому приймається, що конструкція може піддаватися N_H різним загрозам, які можуть пошкодити конструкцію N_D різними способами (залежно від даної загрози) і що загальний стан пошкодженої конструкції можна розділити на N_S несприятливих станів S_k із відповідними наслідками $C(S_k)$. При цьому $P(H_i)$ – вірогідність виникнення i -ї загрози (в межах даного інтервалу часу). $P(D_j|H_i)$ – умовна вірогідність виникнення j -го пошкодженого стану конструкції при настанні i -ї загрози. $PS_k|D_j|$ – умовна вірогідність настання k -го несприятливого загального стану S конструкції, що знаходиться в j -му пошкодженому стані.

ПРИМІТКА 1. $P(S_k|D_j)$ і $C(S_k)$ можуть значно залежати від часу (наприклад, у випадку пожежі та евакуації відповідно). Загальний ризик необхідно оцінювати і порівнювати з прийнятним рівнем ризику.

ПРИМІТКА 2. Формула (B.2) може слугувати основою при оцінці ризику для конструкцій не тільки при рідкісних і особливих навантаженнях, але і при звичайних навантаженнях.

(3) При оцінці ризику необхідно оцінювати економічно різні стратегії для управління ризиками і їх зниженням:

- ризик можна зменшити за рахунок зниження вірогідності виникнення загрози, тобто за рахунок зниження $P(H)$. Наприклад, загрозу пошкодження опор мосту в результаті удару судна можна зменшити за рахунок створення перед ними штучних островів. Подібно до цього, ризик вибухів у будівлях можна зменшити за рахунок видалення з будівель вибухових речовин;
- ризик можна зменшити за рахунок зниження вірогідності значних пошкоджень при встановлених загрозах, тобто за рахунок зниження $P(D|H)$. Наприклад, пошкодженню, що виникає внаслідок виникнення пожежі, можна запобігти за рахунок пасивних і активних заходів боротьби з вогнем (наприклад, нанесення

(2) The total risk R can be assessed by

where it is assumed that the structure is subjected to N_H different hazards, that the hazards may damage the structure in N_D different ways (can be dependent on the considered hazards) and that the performance of the damaged structure can be discretised into N_S adverse states S_k with corresponding consequences $C(S_k)$. $P(H_i)$ is the probability of occurrence (within a reference time interval) of the i hazard, $P(D_j|H_i)$ is the conditional probability of the j^{th} damage state of the structure given the i^{th} hazard and $PS_k|D_j|$ is the conditional probability of the k^{th} adverse overall structural performance S given the j^{th} damage state.

NOTE 1. $P(S_k|D_j)$ and $C(S_k)$ can be highly dependent on time (e.g. in case of fire and evacuation, respectively) and the overall risk should be assessed and compared to acceptable risks accordingly.

NOTE 2. Expression (B.2) can form the basis for risk assessment of structures not only for structures subject to rare and accidental loads but also for structures subject to ordinary loads.

(3) Within risk assessment possible different strategies for risk control, and risk reduction need to be investigated for economical feasibility:

- risk may be reduced by reduction of the probability that the hazards occur, i.e. by reducing $P(H)$. For example for ship impacts on bridge pier structures the hazard (the event of a ship impact) can be mitigated by construction of artificial islands in front of the bridge piers. Similarly, the risk of explosions in buildings might be reduced by removing explosive materials from the building;
- risk may be reduced by reducing the probability of significant damages for given hazards, i.e. $P(D|H)$. For example, damage which might follow as a consequence of the initiation of fires can be mitigated by passive and active fire control measures (e.g. foam protection of steel members and sprinkler systems);

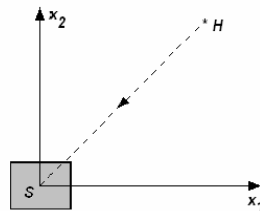
протипожежних покриттів на сталеві елементи або використанням пристроїв спрінклерних систем);

– ризик можна зменшити за рахунок зниження вірогідності настання небажаного загального стану конструкції при виникненні пошкодження, тобто за рахунок зниження $P(S|D)$. Цього можна досягти, проектуючи конструкції з достатнім ступенем статичної невизначеності, допускаючи при цьому альтернативну передачу навантажень у разі пошкоджень системи.

– risk may be reduced by reducing the probability of adverse structural performance given structural damage, i.e. $P(S|D)$. This might be undertaken by designing the structures with a sufficient degree of redundancy thus allowing for alternative load transfer should the static system change due to damage.

В.9.3 Моделювання ризиків при надзвичайних подіях

B.9.3 Modelling of risks from extreme events



Пояснення
S – конструкція;
H – загрозна подія з величиною *M* у часі *t*

Key
S: Structure
H: Hazard event with magnitude *M* at time *t*

Рисунок В.4 Компоненти для моделювання надзвичайної події
Figure B.4 Components for the extreme event modelling

В.9.3.1 Загальний формат

B.9.3.1 General format

(1) Частиною аналізу ризику є дослідження надзвичайних загроз, таких як землетруси, вибухи, зіткнення і таке інше. Загальна модель для таких подій може включати наступні компоненти (див. рисунок В.4):

(1) As part of a risk analysis extreme hazards like earthquakes, explosions, collisions, etc should be investigated. The general model for such an event may consist of the following components (Figure B.4):

- ініціюючу подію у визначеному місці та в певний час;
- величину енергії *M*, пов'язану з цією подією, і, можливо, деякі інші параметри;
- фізичну взаємодію між подією, навколишнім середовищем і конструкцією, яка може призвести до перевищення одного з граничних станів конструкції.

- a triggering event at some place and at some point in time;
- the magnitude *M* of the energy involved in the event and possibly some other parameters;
- the physical interactions between the event, the environment and the structure, leading to the exceedance of some limit state in the structure.

(2) Виникнення ініціюючої події для деякої загрози *H* згідно з В.9.3.1(1) часто моделюють у вигляді події в рамках пуассонівського процесу з інтенсивністю $\lambda(t,x)$ на одиницю об'єму і одиницю часу, де *t* – певна точка в часі, *x* – положення в просторі (x_1, x_2, x_3). Вірогідність виник-

(2) The occurrence of the triggering event for hazard *H* in B.9.3.1 (1) may often be modelled as events in a Poisson process of intensity $\lambda(t,x)$ per unit volume and time unit, *t* representing the point in time and *x* the location in space (x_1, x_2, x_3). The probability of occurrence of failure during the time period up

нення відмови протягом часу аж до T розраховують у цьому випадку (для постійної λ і малої вірогідності) за формулою (B.3):

$$P_f(T) \approx N \int_0^{\infty} P(F | M = m) f_M(m) dm, \quad (B.3)$$

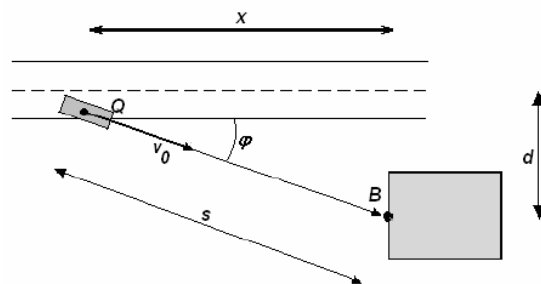
де:

$N = \lambda t$ – загальна кількість суттєвих ініціюючих подій у даний період часу;
 $f_M(m)$ – щільність розподілу випадкової величини M даної загрози.

Слід зазначити, що вірогідність відмови може залежати від відстані між конструкцією і місцеположенням події. У таких випадках потрібне детальне інтегрування за площею чи об'ємом зони впливу:

B.9.3.2 Застосування до ударів автотранспортних засобів

(1) На рисунку B.5 наведена ситуація коли зіткнення виникає, якщо транспортний засіб на достатній швидкості змінює курс у критичному місці дороги. Швидкість удару залежить від відстані між дорогою і конструкцією або елементом конструкції, кута удару, початкової швидкості і топографічних параметрів місцевості між дорогою і конструкцією. Іноді на цій території є перешкоди або перепади висот.



Транспортний засіб змінює курс в точці Q із швидкістю v_0 під кутом φ . Зіткнення з конструкцією або елементом конструкції, що знаходиться поблизу дороги на відстані s , відбувається при швидкості v_f .

to time T is then (for constant λ and small probabilities) given by expression (B.3):

where:

$N = \lambda T$ is the total number of relevant initiating events in the considered period of time, $f_M(m)$ is the probability density function of the random magnitude M of the hazard

Note that the probability of failure may depend on the distance between the structure and the location of the event. In that case an explicit integration over the area or volume of interest is necessary.

B.9.3.2 Application to impact from vehicles

(1) For the situation shown in Figure B.5 impact will occur if a vehicle, travelling along the roadway leaves its intended course at a critical place with sufficient speed. The required speed for impact depends on the distance from the structure or a structural member to the road, the angle of the collision course, the initial velocity and the topographical properties of the terrain between road and structure. In some cases there may be obstacles or height differences in terrain.

A vehicle leaves the intended course at point Q with velocity v_0 and angle φ . A structure or structural member in the vicinity of the roadway at distance s is hit with velocity v_f .

Рисунок B.5 Удар транспортного засобу
Figure B.5 Impact from vehicles

(2) На підставі загального виразу (B.3) розраховують вірогідність відмови для цього випадку за формулою (B.4):

(2) Based on the general expression (B.3) the failure probability for this case is given in expression (B.4):

$$P_f = N \int [P(F > R)] \frac{b}{\sin \alpha} f(\alpha) d\alpha, \quad (\text{B.4})$$

де:

$N = nT\lambda$ – загальна кількість ініціюючих подій у даний період часу;

n – інтенсивність руху;

λ – інтенсивність відмов транспортних засобів (кількість подій на кілометр пробігу транспортного засобу);

T – період часу;

b – ширина конструкції або двократне значення ширини транспортного засобу, що ударяє, приймають менше значення;

φ – кут напряму руху;

$f(\varphi)$ – функція щільності імовірності;

R – опір конструкції;

F – ударна сила.

where :

$N = nT\lambda$ is the total number of initiating events in the period under consideration,

n is the traffic intensity,

λ is the vehicle failure intensity (number of incidents per vehicle km),

T is the period of time,

b is the width of the structural element or two times the width of the colliding vehicle, whichever is the less

φ is the direction angle,

$f(\varphi)$ is its probability density function,

R represents the resistance of the structure and

F is the impact force.

Застосовуючи спрощену модель удару (див. Додаток С), ударну силу F визначають наступним чином:

Using a simple impact model (see Annex C), the impact force F can be written as:

$$F = \sqrt{mkv_r^2} = \sqrt{[mk(v_0^2 - 2as)]}, \quad (\text{B.5})$$

де:

m – маса транспортного засобу;

κ – жорсткість;

v_0 – швидкість транспортного засобу у момент зміни курсу в точці Q , a – постійне уповільнення швидкості транспортного засобу після зміни курсу (див. рисунок В.5), $s = d/\sin\varphi$, відстань від точки Q до конструкції.

where:

m is the vehicle mass,

κ is the stiffness,

v_0 is the velocity of the vehicle when leaving the track at point Q and a the constant deceleration of the vehicle after it has left the road (see Figure B.5) and $s = d/\sin\varphi$ the distance from point Q to the structure).

B.9.3.3 Застосування до ударів суден

B.9.3.3 Application to impact from ships

(1) Для застосування згідно з рисунком В.6 формулу (В.3) допускається переробити у формулу (В.6):

(1) For the application illustrated in Figure B.6, expression (B.3) may be further developed as given in expression (B.6).

$$P_f(T) = N \int P\{F_{\text{dyn}}(x) > R\} dx \quad (\text{B.6})$$

де:

$N = n\lambda T(1-p_a)$ – загальна кількість аварій протягом даного періоду часу;

n – кількість суден, що проходять за одиницю часу (інтенсивність руху);

λ – вірогідність відмови на одиницю шляху;

T – період часу, що береться до уваги (зазвичай 1 рік);

p_a – вірогідність виключення зіткнення за рахунок втручання людини;

where :

$N = n\lambda T(1-p_a)$ is the total number of incidents in the period of consideration,

n is the number of ships per time unit (traffic intensity),

λ is the probability of a failure per unit travelling distance,

T is the reference period (usually 1 year),

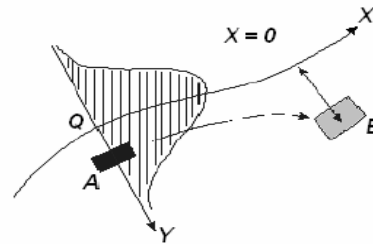
p_a is the probability that a collision is avoided by human intervention,

x – координата точки, в якій відбулася фатальна помилка або механічна відмова;
 F_{dyn} – ударна сила на конструкцію, отримана згідно з розрахунком удару (див. Додаток С);
 R – опір конструкції.

x is the coordinate of the point of the fatal error or mechanical failure,
 F_{dyn} is the impact force on the structure following from impact analysis (see Annex C) and
 R is the resistance of the structure.

За необхідності допускається враховувати розподіл вірогідності для початкового положення судна в напрямі y (див. рисунок В.6).

Where relevant, the distribution of the initial ship position in the y -direction may be taken into account, see Figure B.6.



Пояснення
 А – об'єкт;
 В – конструкція

Key
 A: Object
 B: Structure

Рисунок В.6 Схема удару судна
Figure B.6 Ship collision scenario

В.9.4 Рекомендації з використання аналізу ризику при ударах рейкових транспортних засобів

B.9.4 Guidance for application of risk analysis related to impact from rail traffic

(1) Для оцінки ризику для людей від сходження з рейок залізничних транспортних засобів при наближенні до конструкцій класу А (де допустима швидкість більше 120 км/год) і до конструкцій класу В необхідно враховувати наступні чинники:

(1) The following factors should be taken into account when assessing the risk to people from derailed trains on the approach to class A structures where the maximum permitted line speed is over 120 km/h and class B structures:

- вірогідність сходження з рейок залізничних транспортних засобів при наближенні до конструкції;
- допустиму швидкість залізничних транспортних засобів на рейках;
- прогнозоване уповільнення швидкості при наближенні до конструкції залізничних транспортних засобів, що зійшли з рейок;
- відстань у поперечному напрямі, яку згідно з розрахунками, повинен подолати потяг, який зійшов з рейок;
- чи є рейковий шлях єдиним на ділянці поблизу конструкції;
- тип потягу (пасажирський/вантажний);
- очікувана кількість пасажирів у потягу,

- the likelihood of derailed trains on the approach to the structure.
- the permissible speed of trains using the line.
- the predicted deceleration of derailed trains on the approach to the structure.
- the lateral distance a derailed train is predicted to travel.
- whether the line is single or not in the vicinity of the structure.
- the type of traffic (passenger/freight) passing under the structure.
- the predicted number of passengers in the

- що проходить поблизу конструкції;
- частота руху залізничних транспортних засобів поблизу конструкції;
 - наявність стрілкових перемикачів і переїздів поблизу конструкції;
 - розрахункова схема (конструктивна конфігурація) конструкції та живучість опор;
 - розташування опор конструкції щодо рейкових шляхів;
 - очікувана кількість людей поза залізничним транспортним засобом, які можуть постраждати.
- У меншій мірі збільшують ризик при сходженні з рейок залізничних транспортних засобів наступні чинники:
- заокруглення рейкових шляхів поблизу конструкції;
 - кількість рейкових шляхів, якщо їх більше двох.

Слід також враховувати ефект від вжиття запропонованих попереджувальних або захисних заходів на інших елементах або іншими користувачами інфраструктури. Сюди включають, наприклад, вплив дальності видимості сигналу, дозвіл на доступ та інші заходи безпеки, пов'язані з розміщенням шляху.

ПРИМІТКА. Додаткові рекомендації та вказівки, поширювані на конструкції класів А і В (див. 4.5.12) містяться в UIC Code 777-2R (2002) Structures Built Over Railway Lines. (Конструкції над залізничними коліями. Будівельні вимоги в зоні шляхів). Норми UIC 777-2R містять спеціальні рекомендації та вказівки за наступними пунктами:

- виконання оцінок ризику для конструкцій класу В;
- заходи (включаючи правила конструювання), яких необхідно вживати для конструкцій класу А, включаючи ситуації, коли максимальна швидкість на ділянці менша 50 км/год;
- заходи, яких необхідно вживати для конструкцій класу А, якщо відстань між найближчою опорною конструкцією і віссю шляху менше 3 м.

- (2) При розробленні відповідних заходів із зниження ризику для людей від сходження потягів з рейок при наближенні до конструкцій класу В необхідно розглядати наступні вимоги, окремо або в поєднанні:
- забезпечення живучості опорних конструкцій, здатних витримувати косий удар потяга, що зійшов з рейок, для

- train passing under the structure.
- the frequency of trains passing under the structure.
 - the presence of switches and crossings on the approach to the structure.
 - the static system (structural configuration) of the structure and the robustness of the supports.
 - the location of the supports to the structure relative to the tracks.
 - the predicted number of people, outside the train, who are at risk from harm from a derailed train.
- The following factors also affect the risk from derailed trains, but to a lesser extent:
- the curvature of the track in the vicinity of the structure.
 - the number of tracks, where there are more than two.

The effect that any preventative and protective measures proposed have on other parts or other users of the adjacent infrastructure should also be taken into account. This includes for example the effect on signal sighting distances, authorised access, and other safety considerations relating to the layout of the track.

NOTE. Further recommendations and guidance for class A and class B structures (see 4.5.12) are set out in UIC Code 777-2R (2002) "Structures Built Over Railway Lines (Construction requirements in the track zone). UIC Code 777-2R includes specific recommendations and guidance on the following:

- carrying out a risk assessment for class B structures,
- measures (including construction details) to be considered for class A structures, including situations where the maximum line speed at the site is less than 50 km/h,
- measures to be considered for class A structures where the distance from the nearest structural support and the centre line of the nearest track is 3 m or less.

- (2) The following should be considered for Class B structures either singly or in combination in determining the appropriate measures to reduce the risk to people from a derailed train on the approach to a structure:

- provision of robustness to the supports of the structure to withstand the glancing impact from a derailed train to reduce the likelihood

зменшення вірогідності повного обвалення конструкції;

- забезпечення нерозривності прогонової частини споруди для зменшення вірогідності повного обвалення внаслідок зіткнення потяга, що зійшов з рейок, з опорами;

- вжиття заходів із обмеження бічного відхилення потяга, що зійшов з рейок, при наближенні його до конструкції для зменшення вірогідності удару;

- збільшення бічної відстані до опор конструкції для зменшення вірогідності удару потяга, що зійшов з рейок;

- виключення розташування опор на прямій, яку перетинає лінія, продовжена в напрямку шляху за стрілковим перемикачем, щоб зменшити вірогідність руху потяга, що зійшов з рейок, у напрямку опор конструкції;

- забезпечення суцільних стін або стінних опор (фактично, це означає виключення окремих колон) для зменшення вірогідності повного обвалення внаслідок зіткнення потяга, що зійшов з рейок, з опорами конструкції;

- при неможливості обґрунтованого виключення окремих опор слід передбачити їх достатньо нерозривне з'єднання, щоб забезпечити стійкість верхньої частини споруди при видаленні однієї з колон;

- застосування пристроїв, що контролюють положення стрілкових перемикачів, і конструкцій для поглинання енергії, щоб зменшити вірогідність удару залізничного транспортного засобу, що зійшов з рейок.

of collapse of the structure.

- provision of continuity to the spans of the superstructure to reduce the likelihood of collapse following impact with the supports of the structure from a derailed train.

- provision of measures to limit the lateral deviation of the derailed train on the approach to the structure to reduce the likelihood of impact from a derailed train.

- provision of increased lateral clearance to the supports of the structure to reduce the likelihood of impact from a derailed train.

- avoidance of supports located on a line that is crossed by a line extended in the direction of the turn out of a switch to reduce the likelihood of a derailed train being directed towards the supports of the structure.

- provision of continuous walls or wall type supports (in effect the avoidance of supports consisting of separate columns) to reduce the likelihood of collapse following impact with the supports of the structure from a derailed train.

- where it is not reasonably practicable to avoid supports consisting of separate columns provision of supports with sufficient continuity so that the superstructure remains standing if one of the columns is removed.

- provision of deflecting devices and absorbing devices to reduce the likelihood of impact from a derailed train.

ДОДАТОК С (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ДЛЯ УДАРУ

С.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

(1) Удар – це явище взаємодії між рухо- мим об'єктом і конструкцією, при якому кінетична енергія об'єкта раптово перет- ворюється в енергію деформації. Для визначення зусиль динамічної взаємодії слід визначити механічні властивості об'єкта і конструкції. У розрахунку зазвичай використовують еквівалентні статичні сили.

(2) Уточнені розрахунки конструкції на ударні дії можуть містити один або два наступних аспекти:

- динамічні ефекти;
- нелінійні властивості матеріалів.

У цьому додатку розглядаються тільки динамічні ефекти.

ПРИМІТКА. Імовірнісні аспекти і аналіз наслідків див. у Додатку В.

(3) У цьому додатку містяться вказівки за приблизним динамічним розрахунком кон- струкцій на удар автодорожніх, залізничних транспортних засобів і суден, засновані на спрощених або емпіричних моделях.

ПРИМІТКА 1. Моделі, описані в Додатку С, як правило, краще апроксимують розрахунки, ніж моделі, представлені в Додатку В, які в деяких випадках можуть виявитися дуже спрощеними.

ПРИМІТКА 2. До аналогічних дій можуть призво- дити зіткнення в тунелях, зіткнення із захисними огорожами (див. EN 1317) тощо. Подібні явища можуть виникати також унаслідок вибухів (див. Додаток D) та інших динамічних навантажень.

С.2 ДИНАМІКА УДАРУ

(1) Удар характеризується як жорсткий удар, якщо енергія поглинається, головним чином, об'єктом, що вдаряє, або як м'який удар, коли відбувається деформація конструкції, в результаті чого ударна енергія поглинається конструк- цією.

ANNEX C (INFORMATIVE) DY- NAMIC DESIGN FOR IMPACT

C.1 GENERAL

(1) Impact is an interaction phenomenon between a moving object and a structure, in which the kinetic energy of the object is suddenly transformed into energy of deformation. To find the dynamic interaction forces, the mechanical properties of both the object and the structure should be determined. Static equivalent forces are commonly used in design.

(2) Advanced design of structures to sustain actions due to impact may include explicitly one or several of the following aspects:

- dynamic effects;
- non linear material behaviour.

Only dynamic effects are dealt with in this annex.

NOTE. For probabilistic aspects and analysis of consequences see Annex B.

(3) This annex provides guidance for the approximate dynamic design of structures subject to accidental impact by road vehicles, rail vehicles and ships, on the basis of simplified or empirical models.

NOTE 1. The models given in Annex C, in general, better approximate the design than the models presented in Annex B which in special cases might be too simplified.

NOTE 2. Analogous actions can be the consequence of impact in tunnels, on road barriers, etc. (see EN 1317). Similar phenomena may also arise as consequences of explosions (see Annex D) and other dynamic actions.

C.2 IMPACT DYNAMICS

(1) Impact is characterised as either hard impact, where the energy is mainly dissipated by the impacting body, or soft impact, where the structure is designed to deform in order to absorb the impact energy.

C.2.1 Жорсткий удар

(1) При жорсткому ударі допускається застосовувати еквівалентні статичні сили згідно з 4.3 – 4.7. Допускається виконувати наближений динамічний аналіз із застосуванням спрощених моделей за C.2.1(2) та (3).

(2) При жорсткому ударі приймається умова, що конструкція є жорсткою і нерухомою, а об'єкт, що ударяє, під час удару деформується лінійно. Максимальна динамічна сила взаємодії виражається формулою (C.1):

$$F = v_r \sqrt{km}, \quad (C.1)$$

де:

v_r – швидкість об'єкта при ударі;
 k – еквівалентна пружна жорсткість об'єкта, що ударяє (тобто відношення сили F до загальної деформації);
 m – маса об'єкта, що ударяє.

C.2.1 Hard Impact

(1) For hard impact, the equivalent static forces may be obtained from 4.3 to 4.7. Alternatively, an approximate dynamic analysis may be performed following the simplified approximations in C.2.1 (2) and (3).

(2) For hard impact it is assumed that the structure is rigid and immovable and that the colliding object deforms linearly during the impact phase. The maximum resulting dynamic interaction force is given by expression (C.1):

where:

v_r is the object velocity at impact;
 k is the equivalent elastic stiffness of the object (i.e. the ratio between force F and total deformation);
 m is the mass of the colliding object.

Силу удару можна розглядати як прямокутний імпульс на поверхні конструкції. В цьому випадку тривалість імпульсу розраховують за виразом:

$$F \Delta t = mv \text{ або (or) } \Delta t = \sqrt{m/k}. \quad (C.2)$$

За необхідності можна ввести ненульовий час наростання (див. рисунок C.1).

Якщо об'єкт, що стикається, моделюють еквівалентним об'єктом, що ударяє, з рівномірним поперечним перерізом (див. рисунок C.1), у цьому випадку можна використовувати вирази (C.3) та (C.4):

$$k = EA/L; \quad (C.3)$$

$$m = \rho AL, \quad (C.4)$$

де:

L – довжина об'єкта, що ударяє;
 A – площа поперечного перерізу;
 E – модуль пружності;
 ρ – масова щільність об'єкта, що ударяє.

The force due to impact may be considered as a rectangular pulse on the surface of the structure. In that case the duration of the pulse follows from:

If relevant, a non zero rise time can be applied (see Figure C.1).

When the colliding object is modelled as an equivalent impacting object of uniform cross-section (see Figure C.1) expressions (C.3) and (C.4) should be used:

where :

L is the length of the impacting object;
 A is the cross sectional area;
 E is the modulus of elasticity;
 ρ is the mass density of the impacting object.

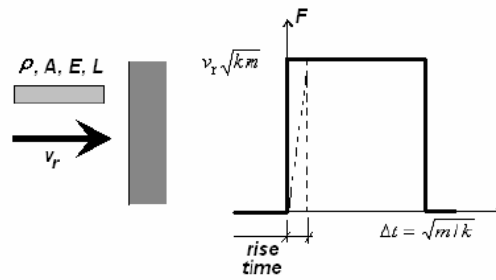


Рисунок С.1 Модель удару, F – динамічна сила взаємодії
 Figure C.1 Impact model, F = dynamic interaction force

(3) За формулою (С.1) визначають максимальне значення динамічної сили, що діє на зовнішню поверхню конструкції. В конструкції ці сили можуть викликати динамічні ефекти. Верхню межу для цих ефектів можна визначити за умови, що реакція конструкції буде пружною, а навантаження представлено ступінчастою функцією (тобто функцією, яка різко зростає до свого кінцевого значення, після чого це значення залишається постійним). У цьому випадку динамічний коефіцієнт, тобто $\varphi_{\text{dyn}} = 2,0$. Якщо необхідно враховувати пульсуючий характер навантаження (тобто обмежений час навантаження відповідно до виразу (С.2)), застосовують динамічний коефіцієнт φ_{dyn} , що змінюється в межах від 1,0 до 1,8, і залежить від динамічних характеристик конструкції і об'єкта, що ударяє. У загальному випадку рекомендується виконувати прямий динамічний аналіз для визначення φ_{dyn} із застосуванням навантажень, встановлених у цьому додатку.

С.2.2 М'який удар

(1) Якщо передбачається, що конструкція є пружною, а об'єкт, що ударяє, жорстким, то потрібно застосовувати формули, приведені в С.2.1, при цьому приймають що k – це жорсткість конструкції.

(2) Якщо конструкція розрахована на поглинання ударної енергії за рахунок пластичних деформацій, необхідно забезпечити достатню пластичність конструкції для поглинання повної кінетичної енергії об'єкта, що ударяє, $0,5mv_r^2$.

(3) У граничному випадку пружно-пластичної реакції конструкції вищезгадана вимога задовольняється умовою за виразом (С.5):

(3) Expression (C.1) gives the maximum dynamic force value on the outer surface of the structure. Within the structure these forces may give rise to dynamic effects. An upper bound for these effects can be determined if the structure is assumed to respond elastically and the load is realised as a step function (i.e. a function that rises immediately to its final value and then stays constant at that value). In that case the dynamic amplification factor (i.e. the ratio between dynamic and static response) (φ_{dyn} is 2,0. If the pulse nature of the load (i.e. its limited time of application according to expression (C.2)) needs to be taken into account, calculations will lead to amplification factors (φ_{dyn} ranging from below 1,0 up to 1,8 depending on the dynamic characteristics of the structure and the object. In general, it is recommended to use a direct dynamic analysis to determine φ_{dyn} with the loads specified in this annex.

С.2.2 Soft Impact

(1) If the structure is assumed elastic and the colliding object rigid, the expressions given in C.2.1 apply and should be used with k being the stiffness of the structure.

(2) If the structure is designed to absorb the impact energy by plastic deformations, provision should be made so that its ductility is sufficient to absorb the total kinetic energy $\frac{1}{2}mv_r^2$ of the colliding object.

(3) In the limit case of rigid-plastic response of the structure, the above requirement is satisfied by the condition of expression (C.5):

$$0,5mv_r^2 \leq F_0y_0, \quad (C.5)$$

де:

F_0 – пластичний опір конструкції, що дорівнює граничному значенню статичної сили F ;

y_0 – деформованість конструкції, тобто зміщення точки прикладання удару, якому конструкція може піддаватися.

ПРИМІТКА. Аналогічні міркування розповсюджуються на будівельні елементи або інші захисні конструкції споруди, що спеціально розробляються для захисту від удару (див., наприклад, EN 1317 Дорожні обмежувальні системи).

С.3 УДАРИ ДОРОЖНІХ ТРАНС-ПОРТНИХ ЗАСОБІВ, ЩО ВІДХИЛИЛИСЯ ВІД КУРСУ

(1) При зіткненні вантажного транспортного засобу з конструктивним елементом швидкість удару v_r у виразі (С.1) розраховують за формулою (С.6):

$$v_r = \sqrt{(v_0^2 - 2as)} = v_0 \sqrt{1 - d/d_b} \quad (\text{для (for) } d < d_b) \quad (C.6)$$

де (див. також рисунок С.2):

v_0 – швидкість вантажного транспортного засобу при з'їзді зі смуги руху;

a – середнє уповільнення швидкості вантажного транспортного засобу після з'їзду зі смуги руху;

s – відстань від точки з'їзду вантажівки зі смуги руху до конструктивного елемента (див. рисунок С.2);

d – відстань від осьової лінії смуги руху до конструктивного елемента;

d_b – гальмівний шлях $d_b = (v_0^2/2a) \sin \varphi$, де φ – кут між смугою руху і курсом транспортного засобу, що ударає.

(2) Орієнтовна імовірнісна інформація щодо базисних змінних, заснована частково на статистичних даних і частково на інженерних експертних оцінках, надається в таблиці С.1.

ПРИМІТКА. Див. також Додаток В.

where:

F_0 is the plastic strength of the structure, i.e. the limit value of the static force F ;

y_0 is its deformation capacity, i.e. the displacement of the point of impact that the structure can undergo.

NOTE. Analogous considerations apply to structures or other barriers specifically designed to protect a structure from impacts (see e.g. EN 1317 "Road restraint systems").

C.3 IMPACT FROM ABERRANT ROAD VEHICLES

(1) In case of a lorry impacting a structural member, the velocity of impact v_r in expression (C.1) should be determined using expression (C.6):

where (see also Figure C.2):

v_0 is the velocity of the lorry leaving the trafficked lane,

a is the average deceleration of the lorry after leaving the trafficked lane;

s is the distance from the point where the lorry leaves the trafficked lane to the structural member (see Figure C.2);

d is the distance from the centre of the trafficked lane to the structural member;

d_b is the braking distance $= d_b = (v_0^2/2a) \sin \varphi$, where φ is the angle between the trafficked lane and the course of the impacting vehicle.

(2) Indicative probabilistic information for the basic variables partly based on statistical data and partly on engineering judgement is given in Table C.1.

NOTE: See also Annex B.

Таблиця С.1 Орієнтовні дані для імовірнісних розрахунків ударних сил
Table C.1 Indicative data for probabilistic collision force calculation

Змінні Variable	Визначення Designation	Ймовірнісний розподіл Probability distribution	Середнє значення Mean value	Квадратичне відхилення Standard deviation
v_0	Швидкість транспортного засобу: (vehicle velocity)			
	– шосе, магістраль (highway)	Логарифмічно-нормальний (Log normal)	80 км/год (km/h)	10 км/ч (km/h)
	– міська дорога (urban area)	Логарифмічно-нормальний (Log normal)	40 км/ год (km/h)	8 км/ч (km/h)
	– внутрішній двір (courtyard)	Логарифмічно-нормальний (Log normal)	15 км/ год (km/h)	5 км/ч (km/h)
	– стоянка (parking garage)	Логарифмічно-нормальний (Log normal)	5 км/ год (km/h)	5 км/ч (km/h)
a	Уповільнення (Deceleration)	Логарифмічно-нормальний (Log normal)	4,0 м/с ² (m/s ²)	1,3 м/с ² (m/s ²)
m	Маса транспортного засобу – вантажного (Vehicle mass – lorry)	Нормальний (Normal)	20 000 кг (kg)	12 000 кг (kg)
m	Маса транспортного засобу – легкового (Vehicle mass – car)	—	1 500 кг (kg)	—
κ	Жорсткість транспортного засобу (Vehicle stiffness)	Детерміноване значення (Deterministic)	300 кН/м (kN/m)	—
φ	Кут (Angle)	За Релеєм (Raleigh)	10°	10°

(3) На підставі таблиці С.1 можна визначити наступне приблизне розрахункове значення динамічної сили взаємодії при ударі:

(3) On the basis of Table C.1, the following approximate design value for the dynamic interaction force due to impact can be determined using expression (C.7):

$$F_d = F_0 \sqrt{1 - d / d_b}, \quad (C.7)$$

де:

F_0 – сила удару;

d і d_b – як прийнято вище.

where:

F_0 is the collision force

d and d_b are as before.

Орієнтовні значення F_0 і d_b представлені в таблиці С.2 разом із розрахунковими значеннями m і v . Всі ці значення відповідають приблизно середнім значенням, вказаним в таблиці С.1, плюс або мінус стандартне відхилення.

Indicative values for F_0 and d_b are presented in Table C.2, together with design values for m and v . All these values correspond approximately to the averages given in Table C.1 plus or minus one standard deviation.

За наявності в окремих випадках уточненої інформації допускається застосовувати інші розрахункові значення, які залежать від необхідного рівня безпеки, інтенсивності руху і частоти аварій.

In particular cases, when specific information is available, different design values may be chosen, depending on the target safety, the traffic intensity and the accident frequency.

ПРИМІТКА 1. Представлена модель є грубою схематизацією і не враховує, принаймні, впливу багатьох чинників, які можуть відігравати важливу роль, як наприклад, причина аварії, наявність бордюрів, кущів, парканів. Деякою мірою, розкид значень уповільнення частково компенсує ці впливи.

NOTE 1: The presented model is a rough schematisation and neglects at least in detail many influences that may play an important role like the presence of kerbs, bushes, fences and the cause of the incident. To some extent the scatter in the deceleration is supposed to compensate for those factors.

ПРИМІТКА 2. Обчислення динамічної ударної сили F_d за формулою (С.7) допускається модифікувати на основі аналізу ризику, зважаючи на потенційні наслідки удару, швидкість уповільнення, тенденцію транспортного засобу до відхилення від напрямку проїжджої частини дороги, вірогідність сходження транспортного засобу з проїжджої частини і вірогідність зіткнення транспортного засобу з конструкціями.

NOTE 2: Calculation of the dynamic impact force (F_d) using expression (C.7) may be modified on the basis of a risk analysis taking into account the potential consequences of an impact, the rate of deceleration, the tendency of the vehicle to deviate away from the carriageway, the likelihood of the vehicle leaving the carriageway and the likelihood of the vehicle hitting the structure.

(4) За відсутності динамічного аналізу допускається застосовувати динамічний коефіцієнт 1,4 для пружної реакції споруди.

(4) In the absence of a dynamic analysis, the dynamic amplification factor for the elastic response may be assumed to be equal to 1,4.

ПРИМІТКА. Другорядні сили, вказані в цьому додатку, призначені для використання разом із пружно-пластичним динамічним аналізом конструкцій.

NOTE: The derived forces in this annex are intended to be used with an elasto-plastic dynamic structural analysis.

Таблиця С.2 Розрахункові значення мас транспортних засобів, швидкостей і динамічних ударних сил F_0

Table C.2 Design values for vehicle mass, velocity and dynamic impact force F_0

Тип дороги (Type of road)	Маса (Mass) m , кг [kg]	Швидкість (Velocity) v_0 , км/год [km/h]	Уповільнення (Deceleration) A , м/с ² [m/s ²]	Ударна сила, розрахована за (C.1), при $v_r = v_0$ (Impact force based on (C.1) with $v_r = v_0$) F_0 кН [kN]	Відстань (Distance) d_b^a , м [m]
Автостради (Motorways)	30000	90	3	2400	20
Міські дороги (Urban areas) ^b	30000	50	3	1300	10
Двори (Courtyards): – тільки легкові автомобілі (cars only)	1500	20	3	120	2
– всі автомобілі (all vehicles)	30000	15	3	500	2
Стоянки (Parking garages) – тільки легкові автомобілі (cars only)	1500	10	3	60	1

^a Ділянки доріг з обмеженням швидкості 50 км/год.

^a Road in areas where the speed limit is 50 km/h.

^b Значення d_b допускається помножити на підйомах на 0,6 і на схилах на 1,6 (див. рисунок С.2).

^b The value of d_b may be multiplied by 0,6 for uphill slopes and by 1,6 for downhill slopes (see Figure C.2).

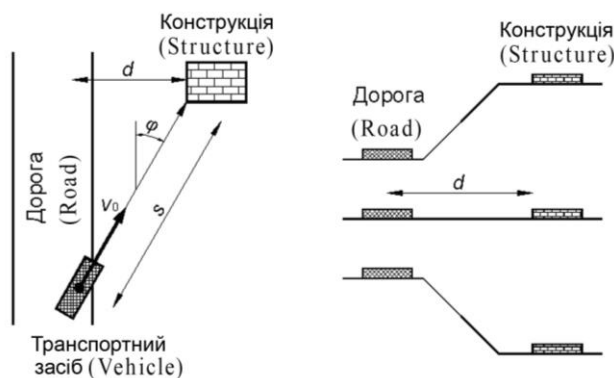


Рисунок С.2 Схема ситуації при ударі транспортного засобу (вид зверху і поперечний переріз підйому, рівної місцевості та схилу)

Figure C.2 Situation sketch for impact by vehicles (top view and cross sections for upward slope, flat terrain and downward slope)

С.4 УДАРИ СУДЕН

С.4.1 Удар судна на внутрішніх водних шляхах

(1) Як правило, зіткнення судна з масивною конструкцією на внутрішніх водних шляхах потрібно розглядати як жорсткий удар, при якому кінетична енергія поглинається пружними або пластичними деформаціями самого судна.

(2) Якщо динамічний аналіз не виконують, то застосовують орієнтовні значення зусиль від удару судна на внутрішніх водних шляхах за таблицею С.3.

C.4 IMPACT BY SHIPS

C.4.1 Ship impact on inland waterways

(1) Impact by ships against solid structures on inland waterways should normally be considered as hard impact, with the kinetic energy being dissipated by elastic or plastic deformation of the ship itself.

(2) In the absence of a dynamic analysis, Table C.3 gives indicative values of the forces due to ship impact on inland waterways.

Таблиця С.3 Орієнтовні значення динамічних зусиль від удару судна на внутрішніх водних шляхах
Table C.3 Indicative values for the dynamic forces due to ship impact on inland waterways

Клас (Class) СЕМТ ^a	Приклад судна (Reference type of ship)	Довжина (Length) l , м (m)	Маса (Mass) m^b , т (ton)	Сила (Force) F_{dx}^c кН (kN)	Сила (Force) F_{dy}^c кН (kN)
I		30-50	200-400	2000	1000
II		50-60	400-650	3000	1500
III	«Gustav König» «Густав Кенінг»	60-80	650-1000	4000	2000
IV	Class «Europe» Клас «Європа»	80-90	1000-1500	5000	2500
Va	Big ship Велике судно	90-110	1500-3000	8000	3500
Vb	Tow + 2 barges Буксир + 2 баржі	110-180	3000-6000	1803000	4000
Vla	Tow + 2 barges Буксир + 2 баржі	110-180	3000-6000	1803000	4000
Vlb	Tow + 4 barges Буксир + 4 баржі	110-190	6000-12000	14000	5000
Vlc	Tow + 6 barges Буксир + 6 барж	190-280	10000-18000	17000	8000
VII	Tow + 9 barges Буксир + 9 барж	300	14000-27000	2000	10000

^a СЕМТ: Європейська конференція міністрів транспорту, рекомендації щодо класифікації від 19 червня 1992 р. прийняті Радою ЄС 29 жовтня 1993 р.

^a СЕМТ: European Conference of Ministers of Transport, classification proposed 19 June 1992, approved by the Council of European Union 29 October 1993.

^b Маса m , т, (1 т = 1000 кг) враховує загальну масу судна, що включає масу конструкції судна, вантажу і палива. Її називають також тоннажем, ваговою водотоннажністю.

^b The mass m in tons (1 ton = 1 000 kg) includes the total mass of the vessel, including the ship structure, the cargo and the fuel. It is often referred to as the displacement tonnage.

^c Сили F_{dx} і F_{dy} включають ефекти гідродинамічної маси і базуються на дослідженнях, що враховує очікувані умови для всіх класів водних шляхів.

^c The forces F_{dx} and F_{dy} include the effect of hydrodynamic mass and are based on background calculations, using expected conditions for every waterway class.

(3) Орієнтовні динамічні значення, приведені в таблиці С.3, допускається коректувати залежно від наслідків руйнувань у результаті удару судна. Ці динамічні значення рекомендується збільшувати при значних наслідках руйнувань і зменшувати при незначних, див. також 3.4.

(4) Якщо не виконується динамічний аналіз конструкцій, що можуть піддаватися удару, орієнтовні динамічні значення з таблиці С.3 рекомендується множити на відповідний динамічний коефіцієнт. Насправді, значення в таблиці С.3 враховують динамічні ефекти в об'єкті, що ударяє, але не в конструкції. Вказівки щодо динамічних розрахунків приведені в С.4.3. Орієнтовне значення динамічного коефіцієнта складає 1,3 – для лобового удару і 1,7 – для бічного удару.

(5) У зоні порту сили, приведені в таблиці С.3, допускається множити на коефіцієнт 0,5.

С.4.2 Удар судна на морських шляхах

(1) Якщо динамічний аналіз не виконують, то застосовують орієнтовні значення сил від удару судна на морських водних шляхах, які вказані в таблиці С.4.

(3) The indicative dynamic values given in Table C.3 may be adjusted depending upon the consequences of failure of the ship impact. It is recommended to increase these dynamic values for high consequences of failure and to reduce them in the case of low consequences of failure. See also 3.4.

(3) In the absence of a dynamic analysis for the impacted structure, it is recommended to multiply the indicative dynamic values given in Table C.3 by an appropriate dynamic amplification factor. Indeed, these values include the dynamic effects in the colliding object, but not in the structure. For information on dynamic analysis, see C.4.3. Indicative values of the dynamic amplification factor are 1,3 for frontal impact and 1,7 for lateral impact.

(5) In harbour areas the forces given in Table C.3 may be reduced by a factor of 0,5.

С.4.2 Ship impact for sea waterways

(1) In the absence of a dynamic analysis, Table C.4 gives indicative values of the forces due to ship impact for sea waterways.

Таблиця С.4 Орієнтовні значення динамічних сил взаємодії при ударі судна на морських водних шляхах
Table C.4 Indicative values for the dynamic interaction forces due to ship impact for sea water-ways

Клас судна (Class of ship)	Довжина (Length) l , м (m)	Маса (Mass) m^a , т (ton)	Сила (Force) $F_{dx}^{b,c}$ кН (kN)	Сила (Force) $F_{dy}^{b,c}$ кН (kN)
Мале (Small)	50	3000	30000	15000
Середнє (Medium)	100	10000	80000	40000
Велике (Large)	200	40000	240000	120000
Дуже велике (Very large)	300	100000	460000	230000

^aМаса m , т, (1 т = 1000 кг) враховує загальну масу судна, що включає масу конструкції судна, вантажу і палива. Її називають також тоннажем, ваговою водотоннажністю. Маса m не включає додаткову гідравлічну масу.

^aThe mass m in tons (1 ton = 1 000 kg) includes the total mass of the vessel, including the ship structure, the cargo and the fuel. It is often referred to as the displacement tonnage. It does not include the added hydraulic mass.

^bВказані сили відповідають швидкості близько 5,0 м/с і враховують ефекти додаткової гідравлічної маси.

^b The forces given correspond to a velocity of about 5,0 m/s. They include the effects of added hydraulic mass.

^cУ певних випадках слід враховувати вплив виступних частин, потовщень.

^cWhere relevant the effect of bulbs should be accounted for.

(2) Якщо не виконується динамічний аналіз конструкцій, що можуть піддаватися удару, рекомендується множити орієнтовні динамічні значення, вказані в таблиці С.4, на відповідний динамічний коефіцієнт. Насправді, значення в таблиці С.4 враховують динамічні ефекти в об'єкті, що ударяє, але не в конструкції. Вказівки щодо динамічних розрахунків приведені в С.4.3. Орієнтовне значення динамічного коефіцієнта складає 1,3 – для лобового удару і 1,7 – для бічного удару.

(3) У зоні порту сили, приведені в таблиці С.4, допускається множити на коефіцієнт 0,5.

(4) Через зменшення швидкості при бічному і кормовому ударі рекомендується множити сили, приведені в таблиці С.4, на коефіцієнт 0,3. Визначальним при проектуванні може стати бічний удар у вузьких протоках, де неможливий лобовий удар.

С.4.3 Уточнений аналіз удару судна на внутрішніх водних шляхах

(1) Динамічну ударну силу F_d допускається визначати за формулами (С.8)–(С.13). У цьому випадку рекомендується використовувати середнє значення маси для відповідного класу судна в таблиці С.3 і розрахункову швидкість $v_{rd} = 3$ м/с, збільшену на швидкість течії.

(2) За необхідності врахування гідродинамічної маси рекомендується застосовувати для цього значення відповідно 10 % витисненої маси води для лобового удару і 40 % – для бічного.

(3) При пружних деформаціях (при $E_{def} \leq 0,21$ МНм) розрахункову динамічну ударну силу допускається розраховувати за формулою (С.8):

$$F_{dyn,el} = 10,95 \sqrt{E_{def}} \text{ МН (MN)}. \quad (\text{C.8})$$

(4) При пластичних деформаціях (при $E_{def} > 0,21$ МНм) розрахункову динамічну ударну силу допускається розраховувати за формулою (С.9):

(2) In the absence of a dynamic analysis for the impacted structure, it is recommended to multiply the indicative dynamic values given in Table C.4 by an appropriate dynamic amplification factor. Indeed, these values include the dynamic effects in the colliding object, but not in the structure. For information on dynamic analysis, see C.4.3. Indicative values of the dynamic amplification factor are 1,3 for frontal impact and 1,7 for lateral impact.

(3) In harbour areas the forces given in Table C.4 may be reduced by a factor of 0,5.

(4) For side and stern impact it is recommended to multiply the forces given in Table C.4 by a factor of 0,3, mainly because of reduced velocities. Side impact may govern the design in narrow waters where head-on impact is not feasible.

С.4.3 Advanced ship impact analysis for inland waterways

(1) The dynamic impact force F_d may be derived from expressions (C.8) to (C.13). In this case, it is recommended to use the average mass value for the relevant ship class defined in Table C.3 and a design velocity v_{rd} equal to 3 m/s increased by the water velocity.

(2) Where a hydrodynamic mass has to be taken into account values of 10 % of the mass of displaced water for bow and 40 % for side impact are recommended.

(3) For elastic deformations (when $E_{def} \leq 0,21$ MNm) the dynamic design impact force may be calculated from expression (C.8):

(4) For plastic deformations (when $E_{def} > 0,21$ MNm), the dynamic design impact force may be calculated from expression (C.9):

$$F_{\text{dyn,pl}} = 5,0\sqrt{1+0,128E_{\text{def}}} \text{ МН (МН)}. \quad (\text{C.9})$$

Енергія деформації E_{def} , МНм, відповідає наявній кінетичній енергії E_a у разі лобового удару. У разі бічного удару під кутом $\alpha < 45^\circ$ припускають, що удар є ковзним, і енергію деформації розраховують таким чином:

$$E_{\text{def}} = E_a (1 - \cos \alpha). \quad (\text{C.10})$$

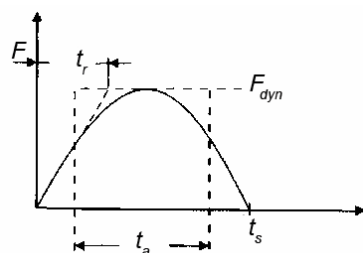
(5) Для розрахунків ударних сил на основі імовірнісних методів можна використовувати інформацію про імовірнісні моделі базисних змінних, які визначають енергію деформації або ударні характеристики судна.

(6) При виконанні динамічного аналізу конструкцій ударні сили слід моделювати у вигляді напівсинусоїдальних хвильових імпульсів при $F_{\text{dyn}} < 5$ МН (пружний удар) або у вигляді трапеціподібних імпульсів при $F_{\text{dyn}} > 5$ МН (пластичний удар). Тривалість навантаження та інша інформація представлені на рисунку С.3.

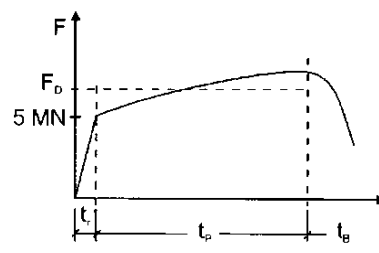
The deformation energy E_{def} [MNm] is equal to the available total kinetic energy E_a in case of frontal impact, while in case of lateral impact with angle $\alpha < 45^\circ$, a sliding impact may be assumed and the deformation energy taken equal to

(5) Information on probabilistic models of the basic variables determining the deformation energy or the ship's impact behaviour may be used for the design impact force based on probabilistic methods.

(6) If a dynamic structural analysis is used, the impact forces should be modelled as a half-sine-wave pulse for $F_{\text{dyn}} < 5$ MN (elastic impact) and a trapezoidal pulse for $F_{\text{dyn}} > 5$ MN (plastic impact); load durations and other details are presented in Figure C.3.



пружний удар
elastic impact
($F_{\text{dyn}} \leq 5$ МН)



пластичний удар
plastic impact
($F_{\text{dyn}} > 5$ МН)

Позначення

- t_r – час вичерпання пружності, с;
- t_p – час пластичного удару, с;
- t_e – час пружної реакції, с;
- t_a – еквівалентна тривалість удару, с;
- t_s – загальна тривалість удару, с; $t_s = t_r + t_p + t_e$;
- c – пружна жорсткість судна, = 60 МН/м;
- F_0 – пружно-пластична гранична сила, = 5 МН;
- x_e – пружна деформація ($\approx 0,1$ м);
- v_n – а) швидкість руху v_r при лобовому ударі;
- б) швидкість судна під прямим кутом до точки удару, $v_n = v_r \sin \alpha$ при бічному ударі.
- Маса m^* , що враховується:
- а) при лобовому ударі: загальна маса судна;
- б) при бічному ударі: $m^* = (m_1 + m_{\text{hydr}})/3$
де m_1 – маса судна і m_{hydr} – додаткова гідродинамічна маса.

Key:

- t_r : elastic elapsing time [s];
- t_p : plastic impact time [s];
- t_e : elastic response time [s];
- t_a : equivalent impact time [s];
- t_s : total impact time [s]; $t_s = t_r + t_p + t_e$;
- c : elastic stiffness of the ship (= 60 MN/m);
- F_0 : elastic-plastic limit force = 5 MN;
- x_e : elastic deformation ($\approx 0,1$ m);
- v_n : a) the sailing speed v_r , for frontal impact;
- b) velocity of the colliding ship normal to the impact point $v_n = v_r \sin \alpha$, for lateral impact;
- The mass m^* to be taken into account is:
- a) for frontal impact: the total mass of the colliding ship/barge;
- b) for lateral impact: $m^* = (m_1 + m_{\text{hydr}})/3$;
- with m_1 the mass of the colliding ship or barge and m_{hydr} the hydraulic added mass.

Рисунок С.3 Функція залежності навантаження і часу при ударі судна відповідно при пружній і пластичній реакціях судна
Figure C.3 Load-time function for ship collision, respectively for elastic and plastic ship response

(7) Якщо визначене розрахункове значення силу удару, наприклад з таблиці С.3, і необхідно розрахувати тривалість навантаження, то масу m^* допускається розраховувати таким чином:

- при $F_{\text{dyn}} > 5$ МН – прирівнюючи E_{def} , формула (С.9), до кінетичної енергії $E_a = 0,5m^*v_n^2$;
- при $F_{\text{dyn}} \leq 5$ МН – безпосередньо за формулою $m^* = (F_{\text{dyn}}/v_n)^2 \cdot (1/c)$, МН с²/м.

(8) Якщо розрахункова швидкість не вказана в проекті, то рекомендується використовувати значення $v_{\text{rd}} = 3$ м/с, збільшене на швидкість течії; у портах допускається застосовувати швидкість 1,5 м/с. Кут α може бути прийнятий 20°.

С.4.4 Уточнений аналіз удару судна на морських водних шляхах

(1) У портах допускається приймати швидкість 1,5 м/с, під час приливу – 5 м/с.

(2) Розрахункову динамічну ударну силу для морських вантажних суден з власною вагою від 500 до 300000 DWT тонн допускається визначати за формулою (С.11):

$$F_{\text{bow}} = \begin{cases} F_0 \bar{L} \left[\bar{E}_{\text{imp}} + (5,0 - \bar{L}) \bar{L}^{1,6} \right]^{0,5} & \text{для (for) } \bar{E}_{\text{imp}} \geq \bar{L}^{2,6}; \\ 2,24 F_0 \left[\bar{E}_{\text{imp}} \bar{L} \right]^{0,5} & \text{для (for) } \bar{E}_{\text{imp}} < \bar{L}^{2,6}, \end{cases} \quad (\text{C.11})$$

де:

$$\bar{L} = L_{\text{pp}} / 275 \text{ м}$$

$$\bar{E}_{\text{imp}} = E_{\text{imp}} / 1425 \text{ МНм}$$

$$E_{\text{imp}} = \frac{1}{2} m_x v_0^2$$

та

F_{bow} – максимальна ударна сила від носової частини, МН;

F_0 – початкове значення ударної сили, що дорівнює 210 МН;

E_{imp} – енергія, що поглинається при пластичних деформаціях;

L_{pp} – довжина судна, м;

m_x – маса плюс додаткова маса при поздовжньому русі, в $[10^6 \text{ кг}]$;

v_0 – початкова швидкість судна, $v_0 = 5$ м/с (у портах – 2,5 м/с).

(7) When a design value for the impact force is given, e.g. taken from Table C.3, and the load duration has to be calculated, the mass m^* may be determined as follows:

- if $F_{\text{dyn}} > 5$ MN: by setting E_{def} , expression (C.9), equal to the kinetic energy $E_a = 0,5m^*v_n^2$,
- if $F_{\text{dyn}} \leq 5$ MN: directly by $m^* = (F_{\text{dyn}}/v_n)^2 \cdot (1/c)$ [MN s²/m].

(8) When not specified by the project, a design velocity v_{rd} equal to 3 m/s increased by the water velocity is recommended; in harbours the velocity may be assumed as 1,5 m/s. The angle α may be taken as 20°.

C.4.4 Advanced ship impact analysis for sea waterways

(1) In harbours the velocity may be assumed as 1,5 m/s and at full sea 5 m/s is recommended.

(2) The dynamic design impact force for sea-going merchant vessels between 500 Dead Weight Tons (DWT) and 300 000 DWT may be determined from expression (C.11):

where:

$$\bar{L} = L_{\text{pp}} / 275 \text{ m}$$

$$\bar{E}_{\text{imp}} = E_{\text{imp}} / 1425 \text{ MNm}$$

$$E_{\text{imp}} = \frac{1}{2} m_x v_0^2$$

and

F_{bow} is the maximum bow collision force in [MN];

F_0 is the reference collision force = 210 MN;

E_{imp} is the energy to be absorbed by plastic deformations;

L_{pp} is the length of vessel in [m];

m_x is the mass plus added mass with respect to longitudinal motion in $[10^6 \text{ kg}]$;

v_0 is the initial speed of vessel, $v_0 = 5$ m/s (in harbours: 2,5 m/s).

(3) Для визначення розрахункових ударних сил на основі імовірнісних методів можна використовувати імовірнісні моделі базисних змінних, що описують енергію деформації або ударні характеристики судна.

(4) З умови балансу енергії за формулою (C.12) визначають максимальну вм'ятину судна s_{\max} :

$$s_{\max} = \frac{\pi E_{\text{imp}}}{2P_{\text{bow}}}. \quad (\text{C.12})$$

(5) Тривалість удару T_0 визначають за формулою (C.13):

$$T_0 \approx 1,67 \frac{s_{\max}}{V_0}. \quad (\text{C.13})$$

(6) Якщо розрахункова швидкість не вказана в проекті, то рекомендується використовувати значення $v_{\text{rd}} = 5$ м/с, збільшене на швидкість течії; у портах допускається застосовувати швидкість 2,5 м/с.

(3) Probabilistic models for basic variables determining the deformation energy or the ship's impact behaviour may be used where the determination of the design impact force is based on probabilistic methods.

(4) From the energy balance the maximum indentation s_{\max} is determined using expression (C.12):

(5) The associated impact duration, T_0 , is represented by expression (C.13):

(6) When not specified by the project a design velocity v_{rd} equal to 5 m/s increased by the water velocity is recommended; in harbours the velocity may be assumed as 2,5 m/s.

ДОДАТОК D (ОБОВ'ЯЗКОВИЙ) ВИБУХИ ВСЕРЕДИНІ ПРИМІ- ЩЕНЬ

D.1 ВИБУХИ ПИЛУ ВСЕРЕДИНІ ПРИМІЩЕНЬ, В РЕЗЕРВУАРАХ І В БУНКЕРАХ

(1) Тип пилу зазвичай представляють параметром матеріалу K_{St} , який характеризує поведінку при вибуху в замкнутому об'ємі. Значення K_{St} можна визначити експериментально стандартними методами для кожного типу пилу.

ПРИМІТКА 1. Вищі значення K_{St} призводять до більшого тиску і зменшують час наростання тиску вибуху. Значення K_{St} залежать від таких чинників, як зміна хімічного складу, розмір частинок і вологість. Орієнтовні значення K_{St} вказані в таблиці D.1.

Таблиця D.1 Значення K_{St} для пилу
Table D.1 K_{St} values for dusts

Тип пилу (Type of dust)	K_{St} кН/м ² × м/с (кН/м ² × м/с)
Буре вугілля (Brown coal)	18 000
Целюлоза (Cellulose)	27 000
Кава (Coffee)	9 000
Кукурудза, також роздроблена (Corn, corn crush)	12 000
Кукурудзяний крохмаль (Corn starch)	21 000
Зерно (Grain)	13 000
Молочний порошок (Milk powder)	16 000
Кам'яне вугілля (Mineral coal)	13 000
Змішані корми (Mixed provender)	4 000
Папір (Paper)	6 000
Горохове борошно (Pea flour)	14 000
Фарбувальні речовини (пігменти) (Pigment)	29 000
Гума (Rubber)	14 000
Житнє борошно, пшеничне борошно (Rye flour, wheat flour)	10 000
Соєве борошно (Soya meal)	12 000
Цукор (Sugar)	15 000
Пральний порошок (Washing powder)	27 000
Деревина, деревинне борошно (Wood, wood flour)	22 000

ANNEX D (INFORMATIVE) INTERNAL EXPLOSIONS

D.1 DUST EXPLOSIONS IN ROOMS, VESSELS AND BUNKERS

(1) The type of dust should normally be represented by a material parameter K_{St} , which characterises the confined explosion behaviour. K_{St} may be experimentally determined by standard methods for each type of dust.

NOTE 1: A higher value for K_{St} leads to higher pressures and shorter rise times for internal explosion pressures. The value of K_{St} depends on factors such as changes in the chemical composition, particle size and moisture content. Indicative values for K_{St} are given in Table D.1.

ПРИМІТКА 2. При вибуху пилу тиск досягає свого максимального значення через 20-50 мс. Падіння до нормальних значень дуже залежить від легкоокисних елементів і геометрії приміщення.

ПРИМІТКА 3. Див. також ISO 1684-а Системи захисту від вибуху. Частина 1. Визначення індексів вибуху горючого пилу в повітрі.

(2) Площу скидних елементів у кубічних і витягнутих приміщеннях, суднах і бункерах на випадок вибуху пилу всередині допускається визначати за формулою (D.1):

$$A = \left[4,485 \times 10^{-8} \times p_{\max} \times K_{St} \times p_{\text{red.max}}^{-0,569} + 0,027 (p_{\text{stat}} - 10) p_{\text{red.max}}^{-0,5} \right] V^{0,753}, \quad (\text{D.1})$$

де:

A – площа скидних елементів, м²;

p_{\max} – максимальний тиск пилу, кН/м²;

K_{St} – індекс швидкості горіння хмари пилу, кН/м² м с⁻¹, див. (1);

$p_{\text{red.max}}$ – очікуваний максимально знижений тиск на судні з відкритими клапанами, кН/м²;

p_{stat} – статичний тиск активації з урахуванням розміру існуючої площі скидних елементів, кН/м²;

V – об'єм приміщення, судна або бункера, м³.

Формула (D.1) застосовується з наступними обмеженнями:

– $0,1 \text{ м}^3 \leq V \leq 10\,000 \text{ м}^3$;

– $H/D \leq 2$, де H – висота і D – діаметр витягнутого приміщення, судна або бункера;

– $10 \text{ кН/м}^2 \leq p_{\text{stat}} \leq 100 \text{ кН/м}^2$ руйнування панелей і дисків з малою масою, що піддаються майже без інерції;

– $10 \text{ кН/м}^2 \leq p_{\text{red.max}} \leq 200 \text{ кН/м}^2$;

– $500 \text{ кН/м}^2 \leq p_{\max} \leq 1000 \text{ кН/м}^2$ для $1000 \text{ кН/м}^2 \text{ м с}^{-1} \leq K_{St} \leq 30\,000 \text{ кН/м}^2 \text{ м с}^{-1}$ відповідно;

– $500 \text{ кН/м}^2 \leq p_{\max} \leq 1200 \text{ кН/м}^2$ для $30000 \text{ кН/м}^2 \text{ м с}^{-1} \leq K_{St} \leq 80000 \text{ кН/м}^2 \text{ м с}^{-1}$.

(3) Площу легкоокисних елементів у прямокутних замкнутих приміщеннях можна визначити за формулою (D.2):

$$A = \left[4,485 \times 10^{-8} \times p_{\max} \times K_{St} \times p_{\text{Bem}}^{-0,569} + 0,027 (p_{\text{stat}} - 10) p_{\text{Bem}}^{-0,5} \right] V^{0,753}, \quad (\text{D.2})$$

NOTE 2. In dust explosions, pressures reach their maximum value within a time span in the order of 20 to 50 ms. The decline to normal values strongly depends on the venting device and the geometry of the enclosure.

NOTE 3. See ISO 1684-a Explosion protection systems - Part 1: Determination of explosion indices of combustible dusts in air.

(2) The venting area of cubic and elongated rooms, vessels, and bunkers for dust explosions within a single room may be determined using expression (D.1):

where:

A is the venting area [m²];

p_{\max} is the maximum pressure of the dust [kN/m²];

K_{St} is the deflagration index of a dust cloud [kN/m² m s⁻¹], see (1);

$p_{\text{red.max}}$ is the anticipated maximum reduced pressure in the vented vessel [kN/m²];

p_{stat} is the static activation pressure with the size of existing venting areas [kN/m²];

V is the volume of room, vessel, bunker [m³].

Expression (D.1) is valid with the following restrictions :

– $0,1 \text{ м}^3 \leq V \leq 10\,000 \text{ м}^3$;

– $H/D \leq 2$, where H is the height and D the diameter of elongated room, vessel or bunker;

– $10 \text{ кН/м}^2 \leq p_{\text{stat}} \leq 100 \text{ кН/м}^2$, rupture disks and panels with low mass which respond almost without inertia;

– $10 \text{ кН/м}^2 \leq p_{\text{red.max}} \leq 200 \text{ кН/м}^2$;

– $500 \text{ кН/м}^2 \leq p_{\max} \leq 1000 \text{ кН/м}^2$ for $1000 \text{ кН/м}^2 \text{ м с}^{-1} \leq K_{St} \leq 30\,000 \text{ кН/м}^2 \text{ м с}^{-1}$ respectively;

– $500 \text{ кН/м}^2 \leq p_{\max} \leq 1200 \text{ кН/м}^2$ for $30000 \text{ кН/м}^2 \text{ м с}^{-1} \leq K_{St} \leq 80000 \text{ кН/м}^2 \text{ м с}^{-1}$.

(3) The venting area of a rectangular enclosure may be determined by using expression (D.2):

де:

A – площа скидних елементів, m^2 ;

p_{max} – максимальний тиск пилю, kH/m^2 ;

K_a – коефіцієнт швидкості горіння хмари пилю, $kH/m^2 m c^{-1}$, див. (1);

p_{Bem} – тиск, що відповідає розрахунковій міцності конструкції, kH/m^2 ;

p_{stat} – статичний тиск активації клапанів із урахуванням розміру існуючої площини скидних елементів, kH/m^2 ;

V – об'єм прямокутного замкнутого приміщення, m^3 .

Формулу (D.2) застосовують з наступними обмеженнями:

– $0,1 m^3 \leq V \leq 10\,000 m^3$;

– $L_3/D_E \leq 2$, де L_3 – максимальний розмір приміщення; $D_E = 2(L_1 \times L_2/\pi)^{0,5}$; L_1 і L_2 – інші розміри приміщення;

– $10 kH/m^2 \leq p_{stat} \leq 100 kH/m^2$, руйнування панелей і дисків з малою масою, що піддаються майже без інерції;

– $10 kH/m^2 \leq p_{red,max} \leq 200 kH/m^2$

– $500 kH/m^2 \leq p_{max} \leq 1000 kH/m^2$ для $1000 kH/m^2 m s^{-1} \leq K_{St} \leq 30\,000 kH/m^2 m s^{-1}$

– $500 kH/m^2 \leq p_{max} \leq 1200 kH/m^2$ для $30000 kH/m^2 m c^{-1} \leq K_{St} \leq 80000 kH/m^2 m c^{-1}$.

(4) Для витягнутих приміщень при $L_3/D_E \geq 2$ слід враховувати наступне збільшення площі елементів, що скидаються:

$$\Delta A_H = A(-4,305 \log p_{Ber} + 9,368) \log L_3 / D_E \quad (D.3)$$

де:

ΔA_H – збільшення площі скидних елементів, m^2 .

D.2 ВИБУХИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

(1) У будівлях із підключенням природного газу конструкції допускається розраховувати на вибух природного газу усередині приміщень, використовуючи еквівалентний статичний номінальний тиск, що визначається за формулами (D.4) і (D.5):

або

$$p_d = 3 + p_{stat} \quad (D.4)$$

or

$$p_d = 3 + p_{stat} / 2 + 0,04 / (A_v / V)^2 \quad (D.5)$$

where:

A is the venting area [m^2];

p_{max} is the maximum pressure of the dust [kN/m^2];

K_a is the deflagration index of a dust cloud [$kN/m^2 m s^{-1}$], see (1);

p_{Bem} is the design strength of the structure [kN/m^2];

p_{stat} is the static activation pressure with the size of existing venting areas [kN/m^2];

V is the volume of rectangular enclosure [m^3].

Expression (D.2) is valid with the following restrictions :

– $0,1 m^3 \leq V \leq 10\,000 m^3$

– $L_3/D_E \leq 2$, where L_3 is the greatest dimension of enclosure, $D_E = 2(L_1 \times L_2/\pi)^{0,5}$, L_1 and L_2 are other dimensions of enclosure

– $10 kN/m^2 \leq p_{stat} \leq 100 kN/m^2$, rupture disks and panels with low mass which respond almost without inertia

– $10 kN/m^2 \leq p_{red,max} \leq 200 kN/m^2$

– $500 kN/m^2 \leq p_{max} \leq 1000 kN/m^2$ for $1000 kN/m^2 m s^{-1} \leq K_{St} \leq 30\,000 kN/m^2 m s^{-1}$ respectively

– $500 kN/m^2 \leq p_{max} \leq 1200 kN/m^2$ for $30000 kN/m^2 m s^{-1} \leq K_{St} \leq 80000 kN/m^2 m s^{-1}$.

(4) For elongated rooms with $L_3/D_E \geq 2$ the following increase for the venting area should be considered:

where:

ΔA_H is the increase for venting area [m^2].

D.2 NATURAL GAS EXPLOSIONS

(1) For buildings provided for having natural gas installed, the structure may be designed to withstand the effects of an internal natural gas explosion using a nominal equivalent static pressure given by expressions (D.4) and (D.5):

приймається більше з двох значень,
де:

p_{stat} – рівномірно розподілений статичний тиск, при якому відбувається спрацювання легкоскридних елементів, kH/m^2 ;
 A_v – площа легкоскридних елементів, m^2 ;
 V – об'єм прямокутного приміщення, m^3 .

Формули (D.4) та (D.5) дійсні для приміщень об'ємом до 1000 m^3 .

ПРИМІТКА. Тиск від горіння ефективно діє одночасно на всі огорожувальні переkritтя приміщення.

(2) У тих випадках, коли легкоскридні будівельні елементи приміщення характеризуються різними значеннями p_{stat} , слід використовувати максимальне значення p_{stat} . Значення $p_d > 50 \text{ kH/m}^2$ не враховують.

(3) Відношення площі легкоскридних елементів до об'єму повинне задовольняти умову (D.6):

$$0,05 (1/m) \leq A_v/V \leq 0,15. \quad (\text{D.6})$$

D.3 ВИБУХИ В АВТОМОБІЛЬНИХ І ЗАЛІЗНИЧНИХ ТУНЕЛЯХ

(1) У разі детонації в автомобільних і залізничних тунелях допускається застосовувати функцію залежності між тиском і часом відповідно до формул (D.7)-(D.9) (див. рисунок D.1а):

$$p(x,t) = p_0 \exp \left\{ - \left(t - \frac{|x|}{c_1} \right) / t_0 \right\} \quad \text{для (for) } \frac{|x|}{c_1} \leq t \leq \frac{|x|}{c_2} - \frac{|x|}{c_1}, \quad (\text{D.7})$$

$$p(x,t) = p_0 \exp \left\{ - \left(\frac{|x|}{c_2} - 2 \frac{|x|}{c_1} \right) / t_0 \right\} \quad \text{для (for) } \frac{|x|}{c_2} - \frac{|x|}{c_1} \leq t \leq \frac{|x|}{c_2}, \quad (\text{D.8})$$

$$p(x,t) = 0 \quad \text{для всіх інших умов (for all other conditions),} \quad (\text{D.9})$$

де:

p_0 – піковий тиск (= 2000 kH/m^2 для звичайного палива із зрідженого газу);
 d – швидкість розповсюдження ударної хвилі ($\sim 1800 \text{ m/s}$);
 C_2 – швидкість розповсюдження звуку в гарячих газах ($\sim 800 \text{ m/s}$);
 t_0 – постійна часу (= $0,01 \text{ c}$);
 $|x|$ – відстань до центру вибуху;
 t – час.

whichever is the greater,
where:

p_{stat} is the uniformly distributed static pressure at which venting components will fail, in (kN/m^2) ;
 A_v is the area of venting components, in m^2 ;
 V is the volume of rectangular enclosure $[\text{m}^3]$.

Expressions (D.4) and (D.5) are valid for a room up to $1\,000 \text{ m}^3$ total volume.

NOTE. The pressure due to deflagration acts effectively simultaneously on all of the bounding surfaces of the room.

(2) Where building components with different p_{stat} values contribute to the venting area, the largest value of p_{stat} should be used. No value of p_d greater than 50 kN/m^2 need be taken into account.

(3) The ratio of the area of venting components and the volume should comply with expression (D.6):

D.3 EXPLOSIONS IN ROAD AND RAIL TUNNELS

(1) In case of a detonation in road and rail tunnels, the pressure time function may be determined using expressions (D.7) to (D.9), see Figure D.1 (a):

where:

p_0 is the peak pressure (= $2\,000 \text{ kN/m}^2$ for a typical liquefied natural gas fuel);
 d is the propagation velocity of the shock wave ($\sim 1\,800 \text{ m/s}$);
 C_2 is the acoustic propagation velocity in hot gasses ($\sim 800 \text{ m/s}$);
 t_0 is the time constant (= $0,01 \text{ s}$);
 $|x|$ is the distance to the heart of the explosion;
 t is the time.

(2) У випадку викиду полум'я в автомобільних і залізничних тунелях допускається враховувати наступну криву «тиск–час» (рисунок D.1(b)):

(2) In case of a deflagration in road and rail tunnels, the following pressure time characteristic may be taken into account, see Figure D1(b):

$$p(t) = 4p_0 \frac{t}{t_0} \left(1 - \frac{t}{t_0}\right) \text{ для (for) } 0 \leq t \leq t_0, \quad (\text{D.10})$$

де:

p_0 – піковий тиск (= 100 кН/м для звичайного палива із зрідженого газу);

t_0 – постійна часу (= 0,1 с);

t – час.

where :

p_0 is the peak pressure (=100 kN/m² for a typical liquefied natural gas fuel;

t_0 is the time constant (= 0,1 s);

t is the time.

(3) Тиск, визначений за формулою (D.10), може бути використаний для всієї внутрішньої поверхні тунелю.

(3) The pressure determined by expression (D.10) may be used for the entire interior surface of the tunnel.

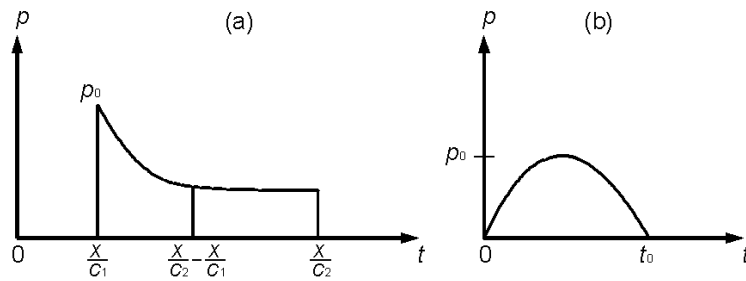


Рисунок D.1 Тиск як функція часу для детонації (a) і дефлаграції (b)
Figure D.1 Pressure as a function of time for (a) detonation and (b) deflagration

**Додаток НА
(довідковий)**

**Перелік національних стандартів України (ДСТУ), ідентичних МС,
посилання на які є в EN 1991-1-7:2006**

Позначення європейського стандарту	Ступінь відповідності	Позначення та назва національного стандарту України (ДСТУ)
EN 1990	IDT	ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 Система надійності та безпеки у будівництві. Настанова. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDT)
EN 1991-1-1 EN 1991-2	IDT	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 1991-2:2010 «Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 2. Рухомі навантаження на мости (EN 1991-2:2003, IDT)
EN 1992	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)
EN 1993	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)
EN 1994	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)
EN 1995	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)
EN 1997	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)
EN 1998	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)
EN 1999	IDT	<p>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)</p> <p>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)</p>

English Version

**Eurocode 1 - Actions on structures - Part 1-7: General actions - Accidental
Actions**

Eurocode 1 - Actions sur les structures -
Partie 1-7: Actions générales - Actions
accidentelles

Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen -
Außergewöhnliche Einwirkungen

This corrigendum becomes effective on 17 February 2010 for incorporation in the three official language versions of the EN.

Ce corrigendum prendra effet le 17 février 2010 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

Die Berichtigung tritt am 17. Februar 2010 zur Einarbeitung in die drei offiziellen Sprachfassungen der EN in Kraft.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Англійська версія

Єврокод 1: Дії на конструкції
Частина 1-7: Загальні дії. Особливі динамічні впливи

Eurocode 1 - Actions sur les structures -
Partie 1-7: Actions générales - Actions
accidentelles

Eurocode 1 - Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen -
Außergewöhnliche Einwirkungen

Це корегування вступає у дію, починаючи з 17 лютого 2010 року для включення у три офіційні мовні версії EN.

Ce corrigendum prendra effet le 17 février 2010 pour incorporation dans les trois versions linguistiques officielles de la EN.

Die Berichtigung tritt am 17. Februar 2010 zur Einarbeitung in die drei offiziellen Sprachfassungen der EN in Kraft.



ЄВРОПЕЙСЬКИЙ КОМІТЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦІЇ
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Центр Управління: Авеню Марні 17, В-1000 Брюссель

1 Зміна до Передмови

Національний Додаток, 2-й пункт, структура переліку національних пріоритетів, 4-й, 5-й та 6-й рядки, вилучити "P" з "3.3(2)P" і в цих трьох рядках.

Національний Додаток, 2-й пункт, структура переліку національних пріоритетів, 4-й рядок з кінця структури, доповнити "P" після "4.6.3(4)".

2 Зміна до 1.6

Пункт (1), Латинські великі літери, визначення для F_{dx} , замінити "фронтальне зусилля" на "сила, що діє на передню сторону опорної конструкції (фронтальне зусилля)".

Пункт (1), Латинські великі літери, визначення F_{dy} , замінити "бокове зусилля" на "сила, що діє на бокову сторону опорної конструкції (бокове зусилля)".

Пункт (1), Латинські великі літери, визначення K_G вилучити все визначення:

" K_G індекс дефлаграції хмари газу".

Пункт (1), Латинські малі літери, між визначеннями "b" та "h", доповнити наступним визначенням:

"d відстань від конструктивного елемента до центру лінії дороги чи шляху".

Пункт (1), Латинські малі літери, визначення s, замінити "відстань між конструктивним елементом і осьюовою лінією дороги або рейкового шляху" на "відстань між конструктивним елементом і місця, де транспортний засіб залишає смугу руху".

3 Зміна до 3.3

Пункт (2), підпункт a), ПРИМІТКА 1, замінити "Приклад застосування A_d приведений в А.8" на "Зроблено посилання у А.8."

Пункт (2), підпункт c), ПРИМІТКА 3, вилучити "Приклади застосування вказаних стратегій до конструкцій будівель містяться

1 Modifications to Foreword

National Annex, 2nd paragraph, gridline of the list of national choices, 4th, 5th and 6th rows, delete "P" from "3.3(2)P" in these three cells.

National Annex, 2nd paragraph, gridline of the list of national choices, 4th row before the end of the gridline, add "P" after "4.6.3(4)".

2 Modifications to 1.6

Paragraph (1), Latin upper case letters, definition of F_{dx} , replace "frontal force" with "force on the front side of the supporting structure (frontal force)".

Paragraph (1), Latin upper case letters, definition of F_{dy} , replace "lateral force" with "force on the lateral side of the supporting structure (lateral force)".

Paragraph (1), Latin upper case letters, definition of K_G , delete the whole definition:

" K_G deflagration index of a gas cloud".

Paragraph (1), Latin lower case letters, between the definitions of "b" and "h", add the following definition:

"d distance from the structural element to the centre-line of the road or track".

Paragraph (1), Latin lower case letters, definition of s, replace "distance from structural element to centre-line of road or track" with "distance from the structural element to the point where the vehicle leaves the trafficked lane".

3 Modifications to 3.3

Paragraph (2), entry a), NOTE 1, replace "An example of the application of A_d is given in A.8" with "Reference is made in A.8."

Paragraph (2), entry c), NOTE 3, delete "Examples relating to the use of the approaches for buildings are given in Annex A."

в Додатку А."

4 Зміна до 4.3.1

Пункт (1), замінити ПРИМІТКУ 2 на наступну:

“ПРИМІТКА 2: Національний Додаток може визначати силу як функцію відстані s від конструктивного елемента до місця, де транспортний засіб залишає смугу руху, при цьому d є відстанню від центру лінії дороги чи шляху. Інформація щодо впливу відстані s , у випадках застосування, можна знайти у Додатку С.”

5 Заміни до 4.3.2

Пункт (1), позначення Рисунок 4.2, замінити визначення “ h ”, “ h_0 ” та “ h_1 ” наступним чином:

« h фізична відстань — висота між поверхнею дорожнього полотна і нижньою кромкою прогонної конструкції в точці удару

h_0 відстань між поверхнею дороги і нижньою кромкою прогонної конструкції, нижче за яку удар на верхню частину споруди потрібно враховувати повністю без будь-якого зменшення. Рекомендоване значення $h_0 = 5,0$ м (слід додати допуски на вертикальний прогін прогонної конструкції та прогин мосту в цілому з урахуванням очікуваних деформацій основи)

h_1 значення відстані між поверхнею дорожнього полотна і нижньою кромкою прогоної конструкції, вище якого удару не потрібно брати до уваги. Рекомендоване значення $h_1 = 6,0$ м (слід додати допуски на вертикальний прогін прогонної конструкції та прогин мосту в цілому з урахуванням очікуваних деформацій основи)

6 Зміна до 4.6.1

Пункт (5), після "лобова сила F_{dx} ", додати "(у напрямку нормального зміщення, як правило перпендикулярного до продольної вісі верхньої частини прогонної конструкції (настилу)".

7 Зміна до А.4

4 Modification to 4.3.1

Paragraph (1), replace NOTE 2 with the following one:

“NOTE 2: The National Annex may prescribe the force as a function of distance s from the structural element to the point where the vehicle leaves the trafficked lane and d the distance from the structural element to the centre-line of the road or track. Information on the effect of the distance s , where applicable, can be found in Annex C.”

5 Modification to 4.3.2

Paragraph (1), key of Figure 4.2, replace the definitions for “ h ”, “ h_0 ” and “ h_1 ” with the following:

“ h is the physical clearance between the road surface and the underside of the bridge deck at the impact point

h_0 is the clearance between the road surface and the underside of the bridge deck, below which an impact on the superstructure need to be taken into account without any reduction. The recommended value of h_0 is 5,0 m (+ allowances for vertical sag curve and deflection of the bridge, and expected settlements)

h_1 is the clearance between the road surface and the underside of the bridge deck, above which no impact need to be considered. The recommended value of h_1 is 6,0 m (+ allowances for future re-surfacing, vertical sag curve and deflection of the bridge, and expected settlements).”

6 Modification to 4.6.1

Paragraph (5), after "a frontal force F_{dx} ", add "(in the direction of the normal travel, usually perpendicular to the longitudinal axis of the superstructure (deck))".

7 Modification to A.4

Пункт (1), перелік підпункту c), ПРИМІТКА 3, додати “, відповідно до 3.3.(1)P” після “прилеглих поверхів”.

8 Зміна до А.5.2

Пункт (2), Рівняння (А.3), замінити "T₁" на "T_i".

9 Зміна до А.6

Пункт (3), замінити “1.11.1” на “1.5.11”.

10 Зміна до А.7

Пункт (1), замінити “А.4(1)С” на “А.4(1)с”.

11 Зміна до В.4.2

Пункт (1), замінити “Рисунок В.2” на “Рисунок В.2а”.

Рисунок В.2, назву, замінити “Рисунок В.2” на “Рисунок В.2а”.

Рисунок В.2, позначення, замінити “Пояснення:” на “Класифікація:”

12 Заміни до В.5

Пункт (4), рядок безпосередньо після переліку та перед приміткою замінити “індекс якості служби” на “показник якості в період експлуатації (LQI)”.

Пункт (5), перелік у підпунктах b), c) та d), замінити посилання «Рисунок В.2а» на посилання “Рисунок В.2b”.

Пункт (5), після переліку підпункту d), додати:

Paragraph (1), list entry c), NOTE 3, add “, in accordance with 3.3.(1)P” after “adjacent storeys”.

8 Modification to A.5.2

Paragraph (2), Equation (A.3), replace "T₁" with "T_i".

9 Modification to A.6

Paragraph (3), replace “1.11.1” with “1.5.11”.

10 Modification to A.7

Paragraph (1), replace “A.4(1)C” with “A.4(1)c”.

11 Modifications to B.4.2

Paragraph (1), “Figure B.2” with “Figure B.2a”.

Figure B.2, title, replace “Figure B.2” with “Figure B.2a”.

Figure B.2, key, replace “Clarification:” with “Classification:”

12 Modifications to B.5

Paragraph (4), line immediately after the list and just before the note, replace “quality index of life” with “life quality index (LQI)”.

Paragraph (5), list entries b), c) and d), replace references to “Figure B.2a” with references to “Figure B.2b”.

Paragraph (5), just after list entry d), add:

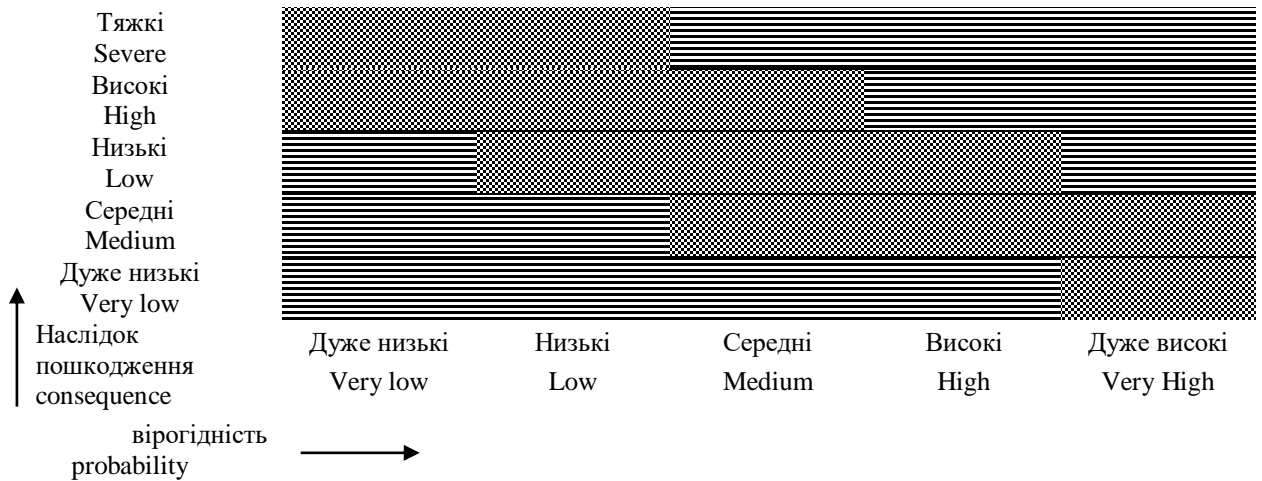


Рисунок В.2б Можливе представлення результатів кількісного аналізу ризику
Figure B.2b Possible presentation diagram for the outcome of a qualitative risk analysis"

13 Зміна до В.9.2

Пункт (2), Рівняння (B.2), замінити позначення “*r*” на “*P*”.

Пункт (2), після Рівняння (B.2), замінити “*J*th пошкодженого стану конструкції при настанні *I*th загрози та $PS_k | D_j$ ” на “*j*th пошкодженого стану конструкції при настанні *i*th загрози та $P(S_k | D_j)$ ”.

14 Заміни до В.9.3.2

Пункт (2), Рівняння (B.4), замінити позначення “*α*” на “*φ*”.

Пункт (2), Рівняння (B.5), замінити рівняння на наступне “ $F = \sqrt{mkv_r^2} = \sqrt{mk(v_0^2 - 2as)}$ ”.

Пункт (2), Рівняння (B.5), визначення “*κ*”, додати “еластична” перед “жорсткість”.

15 Зміна до В.9.4

Пункт (1), ПРИМІТКА, замінити “4.5.12” на “4.5.1.2”.

16 Зміна до С.3

Пункт (1), Рівняння (C.6), замінити

“ $v_r = \sqrt{(v_0^2 - 2as)}$ ” на “ $v_r = \sqrt{v_0^2 - 2as}$ ”

Пункт (2), Таблиця C.1, 3-я колонка, 7-й

13 Modifications to B.9.2

Paragraph (2), Equation (B.2), replace symbol “*r*” with “*P*”.

Paragraph (2), after Equation (B.2), replace “of the *J*th damage state of the structure given the *I*th hazard and $PS_k | D_j$ ” with “of the *j*th damage state of the structure given the *i*th hazard and $P(S_k | D_j)$ ”.

14 Modifications to B.9.3.2

Paragraph (2), Equation (B.4), replace symbol “*α*” with “*φ*”.

Paragraph (2), Equation (B.5), replace the equation with “ $F = \sqrt{mkv_r^2} = \sqrt{mk(v_0^2 - 2as)}$ ”.

Paragraph (2), Equation (B.5), definition of “*κ*”, add “spring” before “stiffness”.

15 Modification to B.9.4

Paragraph (1), NOTE, replace “4.5.12” with “4.5.1.2”.

16 Modifications to C.3

Paragraph (1), Equation (C.6), replace

“ $v_r = \sqrt{(v_0^2 - 2as)}$ ” with “ $v_r = \sqrt{v_0^2 - 2as}$ ”

Paragraph (2), Table C.1, 3rd column, 7th row,

рядок замінити “Raleigh” на “Rayleigh”.

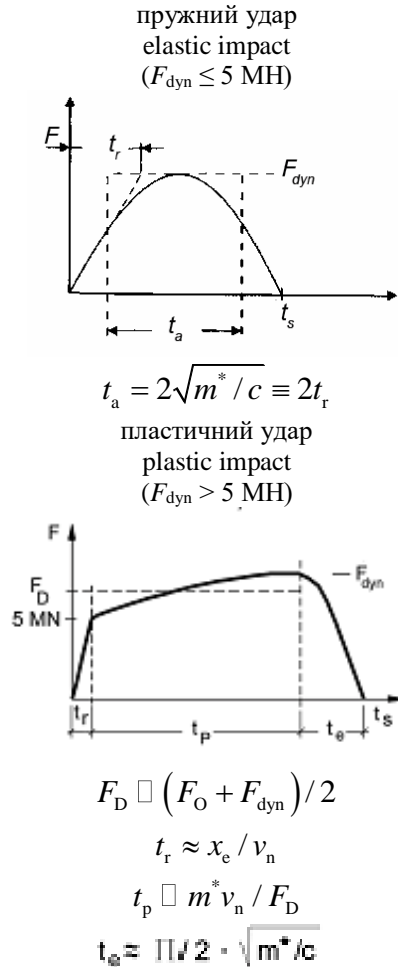
replace “Raleigh” with “Rayleigh”.

17 Зміна до С.4.3

17 Modification to C.4.3

Пункт (6), замінити повністю Рисунок С.3 на Рисунок, наведений нижче:

Paragraph (6), replace the whole Figure C.3 with the figure below:



Позначення

t_r – час вичерпання пружності, с;
 t_p – час пластичного удару, с;
 t_e – час пружної реакції, с;
 t_a – еквівалентна тривалість удару, с;
 t_s – загальна тривалість удару, для пластичного удару, с; $t_s = t_r + t_p + t_e$;
 c – пружна жорсткість судна, = 60 МН/м;
 F_0 – пружно-пластичне граничне сила, = 5 МН;
 x_e – пружна деформація ($\approx 0,1$ м);
 v_n – а) швидкість руху v_r при лобовому ударі;
 б) швидкість судна під прямим кутом до точки удару, $v_n = v_r \sin \alpha$ при бічному ударі.
 При фронтальному ударі маса m^* враховує загальну масу судна; при бічному ударі: $m^* = (m_1 + m_{hydr})/3$, де m_1 – маса безпосередньо судна і m_{hydr} – додаткова гідродинамічна маса.

Key:

t_r : elastic elapsing time [s];
 t_p : plastic impact time [s];
 t_e : elastic response time [s];
 t_a : equivalent impact time [s];
 t_s : total impact time [s]; $t_s = t_r + t_p + t_e$;
 c : elastic stiffness of the ship (= 60 MN/m);
 F_0 : elastic-plastic limit force = 5 MN;
 x_e : elastic deformation ($\approx 0,1$ m);
 v_n : а) the sailing speed v_r , for frontal impact;
 б) velocity of the colliding ship normal to the impact point $v_n = v_r \sin \alpha$, for lateral impact;
 For frontal impact the mass m^* to be taken into account is the total mass of the colliding ship/barge; for lateral impact: $m^* = (m_1 + m_{hydr})/3$; where m_1 the mass of the directly colliding ship or barge and m_{hydr} the hydraulic added mass.

Рисунок С.3 Функція залежності навантаження і часу при ударі судна відповідно при пружній і пластичній реакції судна
Figure C.3 Load-time function for ship collision, respectively for elastic and plastic ship response

18 Зміна до С.4.4

18 Modifications to C.4.4

Вилучити повністю Пункт (1) та замінити номери послідовних пунктів, таким чином щоб вони були перенумеровані відповідно починаючи з "(1)" (наприклад, замінити номер Пункту "(2)" на "(1)", а потім номери Пункту "(3)" на "(2)", "(4)" на "(3)", "(5)" на "(4)" та "(6)" на "(5)").

Пункт (2), замінити " $E_{\text{imp}} = \frac{1}{2} m_x v_0^2$ " на " $E_{\text{imp}} = \frac{1}{2} m_x v_r^2$ ".

Пункт (2), Рівняння (C.11), позначення замінити:

" v_0 – початкова швидкість судна, $v_0 = 5$ м/с (у портах – 2,5 м/с)"

на:

" v_r швидкість плавання (швидкість при зіткненні) судна, $v_r = 5$ м/с (у портах: 2,5 м/с)".

Пункт (4), Рівняння (C.12), замінити " P_{bow} " на " F_{bow} ".

Пункт (5), Рівняння (C.13), замінити

" $T_0 \approx 1,67 \frac{s_{\text{max}}}{V_0}$ " на " $T_0 \approx 1,67 s_{\text{max}}/v_r$ ".

Пункт (6), замінити "розрахункову швидкість v_{rd} " на "швидкість плавання (швидкість при зіткненні) v_r ".

19 Зміна до D.1

Пункт (1), ПРИМІТКА 3, замінити "ISO 1684-a" на "ISO 6184-1".

20 Зміна до D.3

Пункт (1), позначення до рівнянь, визначення " p_0 ", додати ")" між "газу" та " ";".

Пункт (1), позначення до рівнянь замінити " C_1 " на " c_1 " та замінити " C_2 " на " c_2 ".

Пункт (2), Рівняння (D.10), в кінці визначення p_0 , додати ")" між "газу" та " ";".

Delete the whole Paragraph (1) and replace the numbers of the subsequent paragraphs so that they are correctly renumbered from "(1)" onwards (i.e. replace Paragraph number "(2)" with "(1)", and then Paragraph numbers "(3)" with "(2)", "(4)" with "(3)", "(5)" with "(4)" and "(6)" with "(5)").

Paragraph (2), replace " $E_{\text{imp}} = \frac{1}{2} m_x v_0^2$ " with " $E_{\text{imp}} = \frac{1}{2} m_x v_r^2$ ".

Paragraph (2), Equation (C.11), key, replace:

" v_0 is the initial speed of the vessel, $v_0 = 5$ m/s (in harbours: 2,5 m/s)"

with:

" v_r is the sailing speed (impact velocity) of the vessel, $v_r = 5$ m/s (in harbours: 2,5 m/s)".

Paragraph (4), Equation (C.12), replace " P_{bow} " with " F_{bow} ".

Paragraph (5), Equation (C.13), replace

" $T_0 \approx 1,67 \frac{s_{\text{max}}}{V_0}$ " with " $T_0 \approx 1,67 s_{\text{max}}/v_r$ ".

Paragraph (6), replace "design velocity v_{rd} " with "sailing speed (impact velocity) v_r ".

19 Modification to D.1

Paragraph (1), NOTE 3, replace "ISO 1684-a" with "ISO 6184-1".

20 Modifications to D.3

Paragraph (1), key of the equations, definition of " p_0 ", add ")" between "fuel" and " ";".

Paragraph (1), key of the equations, replace " C_1 " with " c_1 " and replace " C_2 " with " c_2 ".

Paragraph (2), Equation (D.10), end of the definition of p_0 , add ")" between "fuel" and " ";".

Код УКНД: 91.080.10

Ключові слова: безпека, матеріали, надійність, навантаження, проектування, вибухи, ризику, стратегії.

Голова правління ВАТ «УкрНДІпроектсталь-
конструкція ім. В.М. Шимановського»,
д.т.н., проф.

О. Шимановський

Перший заступник голови правління,
д.т.н., проф.

В. Гордєв

Завідувач відділу НДВТР, к.т.н.

А. Гром

Керівник розробки, к.т.н.

М. Микитаренко

Провідний виконавець, д.т.н.

А. Перельмутер

Провідний інженер

В. Артюшенко

Інженер II категорії

М. Бурчик

Інженер III категорії

Я. Левченко

Інженер III категорії

О. Кордун